871

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมเบื้องต้นในการผลิตเจลาตินจากกระดูกปลาฉลาม

(A Preliminary Study Of the Suitability of Gelatin Production from the Shark's Bones)

โดย นางสาว ปวรา จิวะพันธร

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก

..../..../.... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(อาจารย์ กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์)

..../..../.... กรรมการของภาควิชา

(อาจารย์ วรรณา ตั้งเจริญชัย)

..... 16/4/34 กรรมการของภาควิชา

(อาจารย์ วราวุฒิ ครูส่ง)

14091
24 S.A. 254

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

....

(อาจารย์ ระพีพร ฆาเรือนกิจ)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ .../...เดือน ..... พ.ศ. 34...

ปพ.
ป498ก
2533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14091

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ (45497)

เรื่อง

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมเบื้องต้นในการผลิตเจลาตินจากกระดูกปลาฉลาม

(A Preliminary Study of the Suitability of Gelatin Production from the Shark's Bones)

T097033

โดย

นางสาว ปวรา จิวะพัฒนธร

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร

ลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2533

จุฬา.
ป492ก
2533

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 97033
วัน,เดือน,ปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมเบื้องต้นในการผลิตเจลาตินจากกระดูกปลาฉลามซึ่งกระดูกปลาฉลามที่ใช้ศึกษามี 2 ชนิด ได้แก่ กระดูกชนิดใหญ่ ประกอบด้วยพันธุ์ต่าง ๆ ได้แก่ Great White Shark (Carcharodon carcharias), Oceanic Whitetip Shark (Carcharhinus longimanus), Shortfin Mako Shark (Isurus oxyrinchus), Bull Shark (Carcharhinus leucas), Blacktip Shark (Carcharhinus limbatus) และ กระดูกชนิดเล็ก ประกอบด้วยพันธุ์ต่าง ๆ ได้แก่ Lemon Shark (Negaprion brevirostris), Silky Shark (Carcharhinus falciformis), Sand Tiger Shark (Odontaspis taurus), Reef Shark (Carcharhinus springeri), Tiger Shark (Galeocerdo cuvieri) สภาวะที่ศึกษา มี 2 สภาวะใหญ่ ๆ คือ สภาวะที่ใช้อุณหภูมิห้องตลอดทั้งกระบวนการ และสภาวะที่ใช้อุณหภูมิตู้เย็นตลอดทั้งกระบวนการ โดยนำกระดูกมากำจัดแร่ธาตุโดยแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 5 % ในอัตราส่วน กระดูก 800 กรัม ต่อสารละลายกรด 5 ลิตร เปรียบเทียบอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการ ระหว่างอุณหภูมิห้อง (25-30 °c) กับ อุณหภูมิตู้เย็น (0-5 °c) และเวลาในการกำจัดแร่ธาตุ 1,2,3,4 สัปดาห์ จากนั้นจะนำกระดูกมาทำการเตรียมก่อนการสกัด ในขั้นตอนนี้ทำได้ 2 กระบวนการที่แตกต่างกันดังนี้ กระบวนการแรกคือกระบวนการใช้กรดจะแช่กระดูกในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 3 %เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในอัตราส่วนกระดูกที่กำจัดแร่ธาตุแล้ว200กรัมต่อ สารละลายกรด 500 มิลลิลิตร อุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการ คือ อุณหภูมิห้อง(25-30 °c) และอุณหภูมิตู้เย็น (7-10 °c) กระบวนการที่สอง คือ กระบวนการใช้ด่าง จะแช่กระดูกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 % ในอัตราส่วนกระดูกที่กำจัดแร่ธาตุแล้ว 200 กรัม ต่อ สารละลายด่าง 500 มิลลิลิตร อุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการ คือ อุณหภูมิห้อง (25-30 °c) และอุณหภูมิตู้เย็น (7-10 °c) เวลาที่ใช้ในกระบวนการ 6,10,14 สัปดาห์ จากนั้นนำกระดูกที่ผ่านการเตรียมก่อนสกัดทั้ง 2 กระบวนการแล้วมาล้างให้ pH มีค่าประมาณ 7 แล้วจึงสกัดโดยใช้น้ำกลั่น กรอง ระเหยเข้มข้น แล้วแช่เย็น (7-10 °c) 16-18 ชั่วโมง สังเกตลักษณะการเกิดเจลในสภาวะต่างๆ ได้ผลดังนี้ สำหรับกระดูกปลาฉลามชนิดใหญ่สภาวะที่เลือกใช้ทั้งหมดยังไม่ให้ผลดีกล่าวคือไม่มีสภาวะใดเลยที่น้ำสกัดเกิดเป็นเจล สำหรับกระดูกปลาฉลามชนิดเล็กสภาวะที่เหมาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมเบื้องต้นในการผลิตเจลาติน คือ สภาวะที่ผ่านการกำจัดแร่ธาตุ 1,2,3,4 สัปดาห์ และกระบวนการใช้กรดที่อุณหภูมิตู้เย็น (0-5 °c และ 7-10 °c ตามลำดับ) น้ำสกัดเกิดเป็นเจลได้ดี จึงทำการทดลองซ้ำในสภาวะดังกล่าว เพื่อเปรียบเทียบปริมาณ yield ของเจลาตินผงที่ได้จากสภาวะที่ผ่านการกำจัดแร่ธาตุที่อุณหภูมิตู้เย็น (0-5 °c) 1,2,3,4 สัปดาห์ พบว่า สภาวะที่ผ่านการกำจัดแร่ธาตุ 4 สัปดาห์ ได้ปริมาณ yield ของเจลาตินสูงสุด คือ 5.30 % และเมื่อละลายน้ำกลับสามารถเกิดเจลได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การทำปัญหาพิเศษ ในหัวข้อเรื่องการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมเบื้องต้นในการผลิตเจลาตินจากกระดูกปลาฉลามของข้าพเจ้านี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องมาจากความอนุเคราะห์ของหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน นับตั้งแต่บริษัทฉลามนครไทยจำกัด ได้เอื้อเฟื้อกระดูกปลาฉลามที่ใช้ในการทดลอง และข้อมูลเกี่ยวกับพันธุ์ปลาฉลามต่าง ๆ โดยไม่คิดมูลค่า อาจารย์วรรณา ตั้งเจริญชัย อาจารย์กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ และอาจารย์จำลอง ปราบแก้ว ได้กรุณาสละเวลาไปเยี่ยมชมบริษัทฉลามนครไทย จำกัด นอกจากนี้คณาจารย์ทุกท่าน เจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ และเจ้าหน้าที่ธุรการ ก็มีความห่วงใย ถามถึงความคืบหน้าของปัญหาพิเศษของข้าพเจ้าอยู่เสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษของข้าพเจ้า ได้กรุณาให้คำแนะนำที่มีค่าและให้ความห่วงใยในการทำปัญหาพิเศษของข้าพเจ้าเป็นอย่างมาก นอกจากนี้เพื่อน ๆ ทุกคนยังให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจและมีน้ำใจมาค้างที่คณะเป็นเพื่อนข้าพเจ้า ตลอดจนเป็นที่ปรับทุกข์ - ที่ปรึกษาในยามที่ข้าพเจ้าประสบปัญหาเป็นอย่างดี และที่จะลืมเสียไม่ได้ คือ น้องสาวของข้าพเจ้าที่ได้ช่วยเหลือในการพิมพ์ปัญหาพิเศษจนเสร็จเป็นรูปเล่มสมบูรณ์ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณทุก ๆ ท่านที่มีส่วนช่วยเหลือในปัญหาพิเศษของข้าพเจ้าเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ถ้าปัญหาพิเศษฉบับนี้พอจะมีประโยชน์สำหรับผู้อื่นอยู่บ้าง ข้าพเจ้าขอยกความดีนี้ให้แก่ พ่อ แม่ ครู อาจารย์ ที่ได้อบรมสั่งสอน ให้ความรู้ ความหวังดีแก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอด

ปวรา จิวะพัฒนธร

มีนาคม 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	12
อุปกรณ์	12
วิธีการ	14
ผลและวิจารณ์	25
สรุป	37
ข้อเสนอแนะ	38
เอกสารอ้างอิง	39
ภาคผนวก ก.	41
ภาคผนวก ข.	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (%)ในกระดูกปลาฉลามเริ่มต้น	25
ตารางที่ 2	แสดงปริมาณโปรตีน (%) ในกากกระดูกปลาฉลามชนิดเล็กหลังสกัด ของสภาวะที่ทำการกำจัดแร่ธาตุที่อุณหภูมิตู้เย็น (0-5 °c) และผ่านกระบวนการใช้กรดที่อุณหภูมิตู้เย็น (7-10°c)	25
ตารางที่ 3	แสดงลักษณะทางกายภาพของกระดูกปลาฉลามชนิดใหญ่ที่ผ่านกระบวนการกำจัดแร่ธาตุที่สภาวะต่าง ๆ	26
ตารางที่ 4	แสดงลักษณะทางกายภาพของกระดูกปลาฉลามชนิดเล็กที่ผ่านกระบวนการกำจัดแร่ธาตุที่สภาวะต่าง ๆ	27
ตารางที่ 5	แสดงผลการเกิดเจลของน้ำสกัดเจลาตินจากกระบวนการใช้กรดของกระดูกปลาฉลามชนิดใหญ่และชนิดเล็กที่สภาวะต่าง ๆ	29
ตารางที่ 6	แสดงปริมาณ yield ของเจลาตินผงที่ได้จากกระบวนการกำจัดแร่ธาตุ และกระบวนการใช้กรดที่อุณหภูมิตู้เย็น (0-5 และ 7-10 °c ตามลำดับ) ของกระดูกชนิดเล็ก	30
ตารางที่ 7	แสดงผลการเกิดเจลจากกระบวนการใช้ด่างของกระดูกปลาฉลามชนิดใหญ่และชนิดเล็กที่สภาวะต่าง ๆ	33
ตารางที่ 8	แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในน้ำด่าง ของกระบวนการใช้ด่างระยะเวลา 5 สัปดาห์ ที่ผ่านการกำจัดแร่ธาตุ 1,2 และ 3 สัปดาห์	34
ตารางที่ 9	แสดงความสามารถในการเกิดเจล ของเจลาตินผงที่ได้จากกระบวนการกำจัดแร่ธาตุ และกระบวนการใช้กรดที่อุณหภูมิตู้เย็น (0 - 5 และ 7 - 10 °c ตามลำดับ)ของกระดูกชนิดเล็ก	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	แผนภาพแสดงการทดลองสกัดเจลาตินจากกระดูกปลาฉลาม	17
ภาพที่ 2	แสดงลักษณะกระดูกชนิดใหญ่หลังการกำจัดแร่ธาตุเป็นเวลา 2 สัปดาห์	28
ภาพที่ 3	แสดงกระดูกปนละเอียดหลังจากผ่านกระบวนการใช้ด่างในเวลาไม่ถึง 24 ชม.	31
ภาพที่ 4	แสดงลักษณะกระดูกชนิดใหญ่หลังผ่านกระบวนการใช้ด่างครบ 6 สัปดาห์	32
ภาพที่ 5	แสดงลักษณะกระดูกชนิดเล็กหลังผ่านกระบวนการใช้ด่างครบ 6 สัปดาห์	32
ภาพที่ 6	แสดงกระดูกปนหลังผ่านกระบวนการใช้ด่าง ก่อนนำไปสกัด	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

มนุษย์เรารู้จักใช้ เจลาติน มานานแล้ว ตั้งแต่สมัย 4000 ปีก่อนคริสตศักราช แต่เพิ่งจะตั้งชื่อเป็น "Gelatin" เมื่อปี ค.ศ. 1800 คำว่า "Gelatin" มาจากภาษาลาตินว่า "Gelata" ซึ่งแปลว่า "Stiff - แข็ง"หรือ"Frozen - เย็นจนแข็ง"

ปัจจุบันนี้ เจลาติน มีความสำคัญมากในทางอุตสาหกรรม สามารถนำเจลาตินไปใช้ในงานหลายสาขาด้วยกัน เช่น ทำแคปซูลบรรจุยา ทำฟิล์มถ่ายรูป (Photographic Film)ทำกาวชนิดต่าง ๆ ทำสารกันน้ำ(Waterproofing Material) ใช้เป็นสารป้องกันการเกิดคอลลอยด์(Protective Colloidal)ผสมกับไอศครีม ทำให้เนื้อสัมผัสและคุณภาพของไอศครีมดีขึ้น ใช้เป็นสารทำให้เกิดฟอง(Foaming Medium) เช่นเดียวกับไข่ขาว(Egg Albumin)ในการทำขนม เป็นต้น

เจลาติน เป็นผลผลิตที่ได้จากการสลายตัวครั้งแรก (First Hydrolytic Product) ของสารประกอบที่เรียกว่า คอลลาเจน (Collagen) ซึ่งมีอยู่ในกระดูกสัตว์ หนังสัตว์ และเอ็น หรือเนื้อเยื่อต่าง ๆ วัตถุดิบส่วนใหญ่เป็นของเหลือทิ้งจากโรงงานฆ่าสัตว์ โรงฟอกหนัง เช่น กระดูก และหนัง เป็นต้น

กระดูกปลาฉลามเป็นของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมทำผลิตภัณฑ์จากปลาฉลาม เช่น หูฉลามแห้ง ลูกชิ้นปลาฯลฯ จึงได้นำกระดูกปลาฉลามมาทำการทดลอง หาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเจลาตินซึ่งนอกจากจะก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงแล้ว ยังเป็นการใช้ประโยชน์จากของเหลือทิ้งด้วย

วัตถุประสงค์ของการทดลอง คือ เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเจลาตินจากกระดูกปลาฉลาม 2 ชนิด ได้แก่ กระดูกชนิดใหญ่ ประกอบด้วยพันธุ์ต่าง ๆ ได้แก่ Great White Shark (Carcharodon carcharias) , Oceanic Whitetip Shark (Carcharhinus longimanus), Shortfin Mako Shark (Isurus oxyrinchus), Bull Shark (Carcharhinus leucas), Blacktip Shark (Carcharhinus limbatus) และ กระดูกชนิดเล็ก ประกอบด้วยพันธุ์ต่าง ๆ ได้แก่ Lemon Shark (Negaprion brevirostris) , Silky Shark (Carcharhinus falciformis), Sand Tiger Shark (Odontaspis taurus), Reef Shark (Carcharhinus springeri), Tiger Shark (Galeocerdo cuvieri)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

1. เจลาติน

เจลาติน คือ สารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เป็นโปรตีนที่สามารถละลายน้ำได้ มีลักษณะเป็นคอลลอยด์ เจลาตินนี้จะไม่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสัตว์ โดยผ่านกระบวนการ Hydrolysis ของ คอลลาเจน

คอลลาเจน ก็คือ โปรตีนชนิดหนึ่งที่มีในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective Tissue),หนัง(Skin / Hide),กระดูก (Bone),เอ็น(Tendon),กีบและเขาของสัตว์

ลักษณะของเจลาตินในทางการค้า จะมีลักษณะแห้ง บริสุทธิ์ ไม่มีรส ไม่มีกลิ่น ใสเหมือนแก้วจนแสงสามารถผ่านได้ เป็นของแข็งแต่เปราะ มีสีเหลืองอ่อนจนถึงสีเหลืองอำพัน (Amber) (เพ็ญศรีและคณะ 2513-14)

2. กระบวนการผลิตเจลาติน อาจแบ่งได้เป็นขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1.การกำจัดไขมัน (Degreasing)เป็นการกำจัดไขมัน และน้ำรวมถึงชิ้นส่วนของเนื้อออกจากกระดูก

2.การกำจัดแร่ธาตุ (Demineralization) เป็นการกำจัดแร่ธาตุที่มีอยู่ในโครงสร้างของคอลลาเจน แร่ธาตุส่วนใหญ่ประกอบด้วย ไตรแคลเซียมฟอสเฟต (Tricalcium phosphate) และ แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate) โดยมีอยู่ประมาณ 60 % โดยน้ำหนักทั้งหมด การกำจัดแร่ธาตุทำโดยแช่กระดูกในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 5 % ใน Isothermal Tank ที่อุณหภูมิ 5 °c ในขั้นตอนนี้จะได้ไดแคลเซียมฟอสเฟต (Di-calcium phosphate) เป็น by-product ตกตะกอนแยกออกมาจากสารละลายหลังการกำจัดแร่ธาตุ โดยการเติมสารละลายต่าง นำตะกอนที่ได้มาล้าง ทำแห้ง แล้วขายเพื่อนำไปผสมทำอาหารสัตว์

3.การปรับสภาพและการเตรียมก่อนการสกัด (Conditioning and Pretreatment) โดยทำการแช่กระดูกไว้ในสารละลายด่าง (Anonymous 1984)หรือสารละลายกรด (Lundquist 1972)

4.การสกัด (Extraction) เป็นการเปลี่ยนโอเซอิน เป็นเจลาติน โดยใช้น้ำร้อน

5.การทำแห้ง (Drying) เป็นการเปลี่ยนสารละลายเจลาตินให้อยู่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพที่แห้ง บดให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย (Anonymous 1984)

2.1 การกำจัดไขมัน

วัตถุดิบที่ใช้ทำเจลาติน ได้แก่ กระดูก (Ossein),หนังวัว ควาย และหนังหมู การผลิตเจลาตินจากกระดูกทำได้ดังนี้ ทำการลดขนาดกระดูกให้มีขนาด 1-8 ซม. โดยใช้ Knife Type Crusher ถ้าเป็นกระดูกสดต้องนำมาทำการกำจัดไขมัน ส่วนกระดูกแห้งจะถูกกำจัดไขมันโดยธรรมชาติ โดยลม แสงแดด จึงไม่จำเป็นต้องทำขั้นตอนนี้ Degreasing ทำได้หลายวิธี วิธีดั้งเดิม คือสกัดด้วยตัวทำละลาย ตัวทำละลายที่ใช้ คือ เบนซีน(Benzene) และคลอริเนตเตดไฮโดรคาร์บอน (Chlorinated hydrocarbons) คลอริเนตเตดไฮโดรคาร์บอน มีข้อดีคือ ไม่ติดไฟ และมีคุณสมบัติในการฟอกจางสี แต่มีข้อเสีย คือ ทำให้อุปกรณ์ที่ทำด้วยเหล็กสึกกร่อน เกิดสารพิษเป็นอันตรายได้ (Hinterwaldner 1977)

การกำจัดไขมันจากกระดูก อุณหภูมิของกระดูกจะต้องอยู่ระหว่างจุดหลอมเหลวของไขมัน และจุดตกตะกอนของอัลบูมิน (Albumin)ในกระดูก เช่น ระหว่าง 32 °c และ80 °c ในสภาพสูญญากาศสูง อีกวิธีหนึ่ง อธิบายว่า ในการกำจัดไขมันแบบต่อเนื่องจะใช้สารละลายผสมระหว่าง เบนซีน / พาราฟิน (Mueller)

การกำจัดไขมันโดยใช้ไอของเบนซีน / พาราฟิน จะสามารถทำให้กระดูกแห้งในเวลาเดียวกันด้วย (Chochlowa และคณะ 1953) The Schwarzkopf Method ทำโดยให้ความร้อนกับ bone stock ประมาณ 1 ซม. ที่ 91 - 93 °c ในhot water bath ไขมันจะละลายออกมาแล้วกำจัดไขมันออกโดยพ่นน้ำ อุณหภูมิไม่เกิน 68 °c (Schwarzkopf) กำจัดไขมันใน crushed bone stock โดยใช้การกำจัดไขมันแบบหลายขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วยถังน้ำร้อนขนาดใหญ่ และมีการกวน ที่อุณหภูมิ 60 - 90 °c ไขมันจะแยกออกมาบนผิวหน้า ส่วนกระดูกและเอ็นจะตกอยู่ก้นถัง กระบวนการนี้สามารถกำจัดไขมันให้เหลือน้อยกว่า 1 % โดยน้ำหนักของไขมัน โอเซอินใน bone stock จะไม่ได้รับความเสียหาย ถึงแม้ว่าการได้รับความร้อนสูง อาจก่อให้เกิดความเสียหายได้ในทางปฏิบัติ (Cleveland Product Comp. Ltd.)

กระบวนการกำจัดไขมันแบบเปียกได้พัฒนา (wet rendering) เป็นแบบต่อเนื่อง โดยใช้อุณหภูมิ 72 °c และใช้เวลาน้อยกว่า 30 นาที กระบวนการนี้หลีกเลี่ยงข้อเสียของการกำจัดไขมันแบบเปียก เพราะสามารถทำให้ คอลลาเจน ทั้งหมดไม่ได้รับความเสียหาย (Stauffer Chemical Comp.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการแบบเปียกนี้มีข้อเสีย กล่าวคือ ทำให้คุณภาพของ bone stock ที่ผ่านการกำจัดไขมันแล้วต่ำลง เนื่องจากความร้อน ในบางกรณี ไขมันที่หลงเหลืออยู่ยังคงมีปริมาณสูง ส่วนกระบวนการที่ใช้ตัวทำละลายอาจก่อให้เกิดความเสียหายของคอลลาเจนโดยเฉพาะในขั้นแรก ๆ ที่ยังคงมีน้ำอยู่เป็นจำนวนมาก (Hinterwaldner 1977)

Chayen - Process มีความแตกต่างจากกระบวนการกำจัดไขมันแบบเปียกโดยทั่วไป มีข้อดีดังนี้

- สกัดไขมันโดยใช้น้ำเย็น ดังนั้นจึงไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของคอลลาเจนและไขมัน

- การสกัดที่เพียงพอ กระดูกที่ผ่านการกำจัดไขมันแล้วจะมีเปอร์เซนต์ไขมันไม่เกิน 2 %

- ทางผ่านของกระดูกที่ผ่าน Impulse Renderer ใช้เวลาน้อยกว่า 1 วินาที (Chayen 1960)

หลังจากกำจัดไขมันแล้ว จะนำกระดูกมาทำแห้งโดยใช้ Scrubbing and Polished Drum กระบวนการนี้สามารถกำจัดสิ่งที่ไม่ต้องการที่ติดอยู่ หรือ เนื้อเยื่อต่าง ๆ รวมถึงชิ้นเนื้อ และเศษกระดูกด้วย กระบวนการทำความสะอาดนี้ไม่จำเป็นต้องทำถ้าผ่านกระบวนการกำจัดไขมันแบบเปียก กระดูกที่กำจัดไขมันแล้วจะผ่านเข้าสู่กระบวนการต่อไปคือ การกำจัดแร่ธาตุ โดยทันทีหรืออาจเก็บไว้ในสภาพที่แห้งก่อน ในระหว่างที่เก็บในสภาพที่แห้ง คอลลาเจนจะไม่เกิดการเสื่อมสภาพแต่อย่างใด เนื่องจากแบคทีเรียไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้ และการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์เกิดขึ้นน้อยมาก (Hinterwaldner 1977)

2.2 <u>การกำจัดแร่ธาตุ</u>

วัตถุประสงค์ของการกำจัดแร่ธาตุในชิ้นกระดูกที่กำจัดไขมันแล้ว คือ กำจัดแคลเซียมและเกลืออื่น ๆ ในกระดูก เพื่อให้ collagenous gelatin เกิดเป็นโอเซอิน แร่ธาตุในกระดูกจะถูกกำจัดออกได้โดยใช้สารละลายไฮโดรคลอริกเจือจางโดยที่แคลเซียมฟอสเฟตจะถูกละลายออกมาในรูปของกรดฟอสเฟต (Acid phosphates) กระบวนการกำจัดแร่ธาตุนี้ขึ้นอยู่กับ ธรรมชาติของวัตถุดิบ อุณหภูมิ ความเข้มข้นของกรด กระบวนการกำจัดแร่ธาตุจะใช้เวลาตั้งแต่ 2 - 3 วันจนถึง 28 วัน ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคอลริค ที่ใช้อยู่ในช่วง 2 - 6 % กระบวนการนี้ต้องควบคุมอย่างระมัดระวัง เพื่อป้องกันการเกิดอันตรายต่อวัตถุดิบซึ่งเกิดจาก acid hydrolysis ของโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Hinterwaldner 1977)

กระบวนการกำจัดแร่ธาตุด้วยกรดไฮโดรคลอริก เป็นกระบวนการที่อาศัยหลักการแพร่อธิบายด้วย Fick's Diffusion ซึ่งสันนิษฐานว่า กรดที่อยู่ในสารละลายบริเวณรอบ ๆ กระดูกจะค่อย ๆ แพร่เข้าไปในกระดูกทีละน้อย และเกิดพื้นที่ผิวร่วมของการกำจัดแร่ธาตุขึ้นภายในชิ้นกระดูก สันนิษฐานว่าปฏิกริยาจะทำให้ความเข้มข้นของกรดในขณะนั้นเป็นศูนย์ (Croom และ Clegg 1965)

อัตราการสกัดที่นิยมใช้ที่ทำให้เกิดการลดชั้นของโปรตีน (Protein Degradation) ต่ำ ทำโดยใช้ความเข้มข้นของกรดเริ่มต้นที่ 5 % อัตราการสกัดขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น hydrolytic degradation จะเพิ่มขึ้นด้วย ในทางปฏิบัติของโรงงานอุตสาหกรรม อุณหภูมิที่ดีที่สุดในการกำจัดแร่ธาตุจะอยู่ในช่วง 0 - 15 °cเพราะในช่วงนี้มีการเกิด hydrolysis ของโอเซอินน้อย Degree ของการเกิด hydrolysis สามารถวัดได้จากปริมาณไนโตรเจน ในสารละลายกรด (Hinterwaldner 1977)

การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ อันเนื่องมาจากอุณหภูมิล้อมรอบสูง (High Ambient Temperature) ควรลดความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกลงจาก 5 % เหลือประมาณ 2.5 % (Gorodetzkaja และคณะ 1952)

กรดแร่ (Mineral acid) อื่น ๆ สามารถที่จะนำมาใช้แทนกรดไฮโดรคลอริกได้เช่น กรดซัลฟูรัส (H_2SO_3) กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) และ กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) ค่า pH ของสารละลายกรดเหล่านี้สำหรับการกำจัดแร่ธาตุ ควรมีค่าระหว่าง 1 - 3 อย่างไรก็ดี กรดแร่เหล่านี้มักไม่ค่อยใช้กันอย่างแพร่หลาย ในอุตสาหกรรม ส่วนหนึ่งเนื่องจากราคาสูง แต่อีกส่วนหนึ่งเนื่องจากความต้องการในการเอาฟอสเฟตกลับมาในรูปที่สะดวกต่อการนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ซึ่งเป็นผลพลอยได้ที่มีค่า (Hinterwaldner 1977)

กระดูกที่กำจัดแคลเซียมแล้วจะถูกแยกออกจากสารละลายกรด และนำมาล้างด้วยน้ำเพื่อกำจัดกรดที่หลงเหลืออยู่ การล้างนี้อาจจะใช้สารละลายด่างอ่อน (0.5 %) หรือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เจือจาง ล้างอีกครั้งหนึ่งเพื่อทำให้เป็นกลาง (Hinterwaldner 1977)

2.3 <u>การเตรียมก่อนการสกัด</u>

การเตรียมวัตถุดิบเพื่อการสกัด (Preparation for Extraction) หรืออาจเรียกว่า Pretreatment จุดประสงค์เพื่อเปลี่ยนคอลลาเจนเป็นเจลาตินได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับวัตถุดิบซึ่งเป็นกระดูก และ หนังวัว ควาย (hide) สามารถทำได้ 2 กระบวนการ

1. กระบวนการใช้ด่าง (Alkaline Process หรือ Liming Process) เจลาตินที่ได้จากกระบวนการนี้จะเรียกว่า เจลาตินชนิด B (type-B gelatin)

2. กระบวนการใช้กรด (Acid Process) เจลาตินที่ได้จากกระบวนการนี้จะเรียกว่า เจลาตินชนิด A (type-A gelatin)

ในอเมริกาเหนือ หนังหมูนิยมผ่านกระบวนการทำเป็นชนิด A และหนังวัวควายจะทำเป็นชนิด B ส่วนโอเซอินสามารถทำเป็นเจลาตินได้ทั้ง 2 ชนิด (Hinterwaldner 1977)

กระบวนการใช้ด่าง แช่โอเซอิน หรือ หนัง ในสารละลายด่าง ความเข้มข้น 1 - 3 °Be หรือ 2 - 5 % โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 6 - 20 สัปดาห์ โดยทั่วไป 8 - 12 สัปดาห์ สำหรับโอเซอิน อาจใช้เวลาน้อยกว่านี้ อุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการไม่ควรเกิน 20 °c ถ้าจะหลีกเลี่ยงการสูญเสีย Collagenous material มากเกินไป จุดประสงค์ ของ กระบวนการใช้ด่าง คือ ทำลาย Chemical crosslinkages ที่ยังคงอยู่ในคอลลาเจน กำจัดสารที่ไม่ต้องการ เช่น โปรตีนอื่น ๆ คาร์โบไฮเดรต เป็นต้น ไขมันที่ยังคงมีเหลืออยู่จะถูกเปลี่ยนเป็นสบู่ที่ไม่ละลายในด่าง (Insoluble lime soap)

ในระหว่างแช่อยู่ในด่าง พันธะโควาเลนต์ระหว่างคอลลาเจนบางพันธะถูกทำให้แตกออก โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการใช้ด่างที่ใช้เวลานาน พันธะที่แตกออกนี้เป็นพันธะเปปไตด์ กระบวนการใช้ด่างที่ใช้เวลานานมากเกินไป ในขณะที่ได้เจลาตินที่มีคุณภาพดี แต่จะทำให้เกิดการสูญเสียคอลลาเจน มีผลต่อการสูญเสียปริมาณของเจลาติน แอมโมเนียถูกปลดปล่อยออกมาจากหมู่เอไมด์ (Amide group) ของ กลูตาเมต (Glutamate) แอสปราจีน (Aspragine) ที่หลงเหลืออยู่จะปลดปล่อยหมู่คาร์บอกซิล (Carboxyl group) และลด Isoelectric point ของสายโพลิเปปไตด์ (Polypeptide chain) (Hinterwaldner 1977)

ในทางปฏิบัติในอุตสาหกรรม สามารถจะติดตามและควบคุม กระบวนการใช้ด่างได้โดย

- หาค่าความเป็นด่าง (Degree of Alkalinity)ของสารละลายด่าง โดยใช้อินดิเคเตอร์(Indicator) และทำการไตเตรทด้วยกรด
- หาค่าไนโตรเจน (Amide-N) และ reactive suppher
- หาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกสลายโปรตีนทั้งหมด (Total Protein

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Decomposition Product)

- หาค่าความพร้อมของวัตถุดิบ (Degree of Preparedness of The Raw Material) ทดสอบโดยทำการสกัด

วิธีที่ใช้เร่งกระบวนการใช้ด่าง มีหลายวิธีที่น่าสนใจ สรุปโดยย่อดังนี้

The Industrial Patents Corp. มีการเติม peptizing substances เช่น urea ในสารละลายด่าง

Eastman Kodak Co. ใช้แอมโมเนีย หรือ อะลิฟาติก เอมีน ในกระบวนการใช้ด่าง และมีการใช้สารละลายผสมระหว่างแคลเซียมคลอไรด์ด้วย

The Deutsche Gelatinefabriken ทำการtreatวัตถุดิบที่ประกอบด้วยคอลลาเจน ด้วยสารละลายกรดแก่ หรือ สารละลายด่างอ่อน โซเดียมซัลเฟต ความเข้มข้นสูง ๆ จะใช้ร่วมกับกรดซัลฟุริก

หลังจากผ่านกระบวนการใช้ด่าง จะแยก pretreated collagen มาล้างด้วยน้ำธรรมดา ส่วนของด่างที่เป็นของแข็งบนผิวหน้าจะถูกกำจัดด้วยน้ำโดยง่าย แต่ด่างที่อยู่ในรูขุมขนของวัตถุดิบจะกำจัดได้ยากกว่า ด้วยเหตุผลนี้จึงทำการล้างครั้งที่ 2 โดยใช้สารละลายกรด เช่น กรดไฮโดรคลอริก กรดฟอสฟอริก เป็นต้น การล้างด้วยกรดจะทำก็ต่อเมื่อน้ำล้างครั้งแรกมี pH 9 - 10. การล้างด้วยกรดต้องระวังไม่ให้เกิดความเป็นกรดมากเกินไป หรือ เกิดการพองมากเกินไป จากนั้นจึงทำการล้างครั้งสุดท้ายเพื่อกำจัดกรดที่มากเกินพอ และควรใช้ soft water หรือ fully desalted water กระบวนการล้างนี้จะใช้ mechanical washer ได้แก่ paddle washer และ cone rollers machine เวลาที่ใช้ในการล้างขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวัตถุดิบ ปริมาณน้ำที่ใช้ และอุปกรณ์ที่ใช้ล้าง โดยทั่วไปจะใช้เวลา 5 - 48 ชม. (Hinterwaldner 1977)

กระบวนการใช้กรด มีต้นกำเนิดจากสหรัฐอเมริการ และในปัจจุบันมีการใช้กระบวนการใช้กรดกันมากขึ้นในแถบยุโรป กระบวนการนี้เหมาะสมกับวัตถุดิบเช่น หนังหมู โอเซอินจากกระดูกลูกวัว ควาย

เหตุผลที่ทำให้กระบวนการใช้กรดได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องมาจาก

1.ระยะเวลาที่ใช้เพียง 10-48 ชม.ซึ่งแตกต่างกับกระบวนการใช้ด่างมาก

2.น้ำเสียที่เกิดขึ้นน้อยกว่ากระบวนการใช้ด่าง

3.กระบวนการกำจัดไขมันแบบใหม่ ทำให้ได้โอเซอินที่เหมาะสมกับการใช้กระบวนการใช้กรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้แล้วกระบวนการใช้กรดยังลดค่าใช้จ่ายลงได้มาก เนื่องจากใช้เวลาในการเตรียมวัตถุดิบน้อย วัตถุดิบที่ต้องเก็บใน stock จึงน้อยลง อย่างไรก็ดี เจลาตินที่ผลิตจากกระบวนการใช้กรด จะมีส่วนที่สำคัญแตกต่างจากเจลาตินที่ผลิตได้จากกระบวนการใช้ด่าง กระบวนการใช้กรด ใช้ได้ดีกับหนังหมู โอเซอิน และหนังกระต่าย

กระดูกที่ลดขนาดและผ่านการล้างแล้ว จะถูกนำมาแช่ในสารละลายกรดแร่เจือจาง (Diluted Mineral Acid Solution) ความเข้มข้นไม่ควรเกิน 5 % pH ระหว่าง 3.5 - 4.5 กรดแร่ที่ใช้อาจจะเป็น กรดไฮโดรคลอริก กรดซัลฟูรัส กรดซัลฟุริก กรดฟอสฟอริก หรือ สารละลายผสมของกรดเหล่านี้ หนังจะเกิดการพองตัวในสารละลายกรดแร่เจือจาง แต่ไม่ปรากฏว่ามีคุณสมบัติในการละลายน้ำ กระบวนการใช้กรดจะดำเนินต่อไปจนกระทั่งวัตถุดิบเป็นกรดโดยสมบูรณ์ (Fully Acidified) หรือมีการพองตัวสูงสุด อุณหภูมิที่ใช้ คือ อุณหภูมิห้องประมาณ 15 - 20 °c ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการขึ้นกับธรรมชาติของวัตถุดิบ อุณหภูมิ ความเข้มข้นของกรด โดยปกติจะใช้เวลา 10 - 48 ชม.

หลังจากผ่านกระบวนการใช้กรดแล้ว จะแยกสารละลายกรดออก และจะนำ treated material มาล้างด้วยน้ำเย็นเพื่อกำจัดกรดที่ติดค้างอยู่ออก กระบวนการล้างต้องทำใน Vessel ที่ไม่เกิดการสึกกร่อน จนกระทั่ง pH สูงกว่า 4 เนื่องจาก Isoelectric point ของโปรตีนที่ไม่มีคอลลาเจนเป็นองค์ประกอบบางชนิดในวัตถุดิบ มีค่า pH ประมาณ 4 - 5 จึงละลายได้น้อยที่สุดในช่วงนี้ และอาจตกตะกอนได้ในระหว่างสกัด น้ำล้างควรทำการเปลี่ยนบ่อย ๆ วัตถุดิบที่ล้างแล้วและปราศจากกรดมี pH 4 จะนำไปสกัดต่อไป (Hinterwaldner 1977)

นอกจากนี้ยังมีกระบวนการใช้เอนไซม์(Enzymatic Process) ซึ่งเป็นวิธีที่ค่อนข้างใหม่ในการเตรียมวัตถุดิบที่มีคอลลาเจนเป็นองค์ประกอบ โดยใช้วิธีการทางชีววิทยา หรือ ชีวเคมี ข้อดีของกระบวนการใช้เอนไซม์ มีดังนี้

1.ใช้เวลาเพียง 1 ใน 5 ของกระบวนการใช้ด่าง

2.yield เกือบ 100 %

3.คุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ความแข็งแรงของเจล(Jelly Strangth) จุดเซ็ตตัว (Setting Point) และ จุดหลอมเหลว(Melting Point)ดีขึ้นกว่าเจลาตินที่ผลิตจากวิธีเก่าซึ่งสามารถผลิตเจลาตินที่มีคุณภาพสูงได้เพียง 30 % ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด

4.ไม่ต้องการความเข้มข้นของกระบวนการ เพราะฉะนั้นจึงไม่ต้องเสียค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้จ่ายในส่วนของการระเหยให้เข้มข้นและไอน้ำ ในขณะที่วิธีเก่าความเข้มข้นหลังจากการสกัดเป็นสิ่งที่จำเป็นมาก

5. การกระจายของน้ำหนักโมเลกุลเป็นช่วงแคบ ในขณะที่การผลิตเจลาตินโดยกระบวนการใช้ด่าง มีการกระจายน้ำหนักโมเลกุลเป็นช่วงกว้าง

6. เจลาติน มีความบริสุทธิ์สูงกว่าเจลาตินที่ผลิตจากวิธีเก่า

การใช้กระบวนการใช้เอนไซม์ จะเป็นส่วนสำคัญในการผลิตเจลาตินในระดับอุตสาหกรรมในอนาคตอย่างไม่ต้องสงสัย (Hinterwaldner 1977)

2.4 <u>การสกัด</u>

การสกัดเจลาตินจากโอเซอินที่ให้ผลดี ทำโดยสกัดด้วยน้ำหลาย ๆ ครั้ง โดยแต่ละครั้งจะมีการเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น สภาวะของpHและอุณหภูมิที่ใช้มีขอบเขตที่กว้างขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวัตถุดิบ กรรมวิธีการเตรียมก่อนสกัดที่ใช้ โอเซอินที่ผ่านกระบวนการใช้ด่างโดยทั่วไปแล้วจะสกัดที่ pH ใกล้เป็นกลาง (5 - 7) การสกัดจะทำในอุปกรณ์ที่เป็นสแตนเลสสตีล การสกัดครั้งแรกจะเริ่มที่ 50 - 55 °c และสกัดจนกระทั่งได้ความเข้มข้นของเจลาตินในน้ำสกัดประมาณ 5 % แยกน้ำสกัดออก แล้วเติมน้ำใหม่ลงไปทำการสกัดครั้งที่ 2 ทำการสกัดเช่นนี้ 4 - 5 ครั้ง แต่ละครั้งที่เริ่มสกัดใหม่ให้ใช้อุณหภูมิสูงขึ้นกว่าเดิม อุณหภูมิในการสกัดครั้งสุดท้ายจะใกล้เคียงกับจุดเดือด และคุณภาพของเจลาตินที่ได้จะต่ำลง (Anonymous 1984)

หลังจากผ่านการเตรียมก่อนสกัดแล้ว วัตถุดิบจะถูกนำมาล้างให้มี pH อยู่ในช่วงที่ต้องการ สำหรับการสกัดโดยทั่วไปจะมี pH อยู่ในช่วง 4 - 7 อุณหภูมิที่ใช้ในอุตสาหกรรมอยู่ในช่วง 60 - 90 °c pH และ อุณหภูมิจะมีผลต่อ yield อย่างมาก และยังเป็นตัวควบคุมความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของเจลกับความหนืด บางโรงงานทำการสกัดแบบต่อเนื่อง โดยใช้เครื่องมือพิเศษ น้ำสกัดเจลาตินที่ได้จากขั้นตอนการสกัด จะมีความเข้มข้นประมาณ 5 % จะถูกนำไปกรองผ่าน Cellulose Pulp หรือ Diatomeceous earth ใน Pressure Leaf Filter บางกรณีโดยเฉพาะกระดูกอ่อนที่ผ่านกระบวนการใช้กรด การตกตะกอนด้วยเกลืออินทรีย์จะช่วยทำให้น้ำสกัดใสขึ้น ถ้าทำการสกัดที่ pH ต่ำมาก ๆ ต้องทำการปรับโดยใช้กระบวนการกำจัดอิออน ถ้าต้องการผลิตเจลาตินที่มีเถ้าต่ำก็ใช้กระบวนการกำจัดอิออน กระบวนการกำจัดอิออนนิยมกระทำที่ความเข้มข้นของเจลาตินต่ำ ๆ ก่อนการระเหยเข้มข้น

หลังจากกรองแล้วสารละลายจะถูกทำให้เข้มข้น โดยใช้เครื่องระเหย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้มข้นแบบหลายขั้นตอน ให้มีความเข้มข้นประมาณ 15 % และจะนำมากรองครั้งที่ 2 โดยใช้เครื่องกรองแบบเฟรม จากนั้นนำมาทำให้เข้มข้นจนกระทั่งความเข้มข้นสุดท้ายประมาณ 30 %

ในโรงงานผลิตเจลาตินที่ทันสมัย จะมีการสเตอริไรส์โดยใช้ความร้อนหลังจากการระเหยเข้มข้นครั้งสุดท้าย โดยน้ำสกัดจะถูกทำให้ร้อนประมาณ 130 - 140°c เป็นเวลา 2 - 3 วินาที และทำให้เย็นทันที

การผลิตเจลาตินเพื่อการค้าที่ทันสมัย การควบคุมจำนวนจุลินทรีย์ความสะอาดของอุปกรณ์ที่ใช้เป็นสิ่งสำคัญ ขั้นตอนการสเตอริไรส์จะสามารถช่วยให้จุลินทรีย์มีจำนวนน้อยหรือไม่มีเลย น้ำสกัดเจลาตินเข้มข้นจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในสภาพที่แห้งและบดให้เป็นผงก่อนที่จะนำไปจำหน่าย การทำแห้งอาจทำให้อยู่ในรูปเกล็ด โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง หรือทำโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบพ่นกระจาย การทำแห้งแบบพ่นกระจายโดยใช้เจลาตินเพียงอย่างเดียวจะทำให้มี bulk weight ต่ำมาก และละลายน้ำได้ยาก จึงมีการทำแห้งแบบพ่นกระจายร่วมกับน้ำตาล เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ละลายน้ำได้ดี (Lundquist 1972)

2.5 <u>การทำแห้ง</u>

วิธีการที่ธรรมดาที่สุดในการทำให้เจลาตินอยู่ในสภาพที่แห้ง คือเปลี่ยนน้ำสกัดเจลาตินให้เป็นเจลแล้วทำแห้งโดยใช้ลม กล่าวคือสารละลายจะถูกทำให้เย็นในลูกกลิ้งสแตนเลสที่เย็น หรือ ใช้โวเตเตอร์ (Votator) ซึ่งเป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบพิเศษ เจลาตินจะถูกเปลี่ยนให้เป็นเจล แล้วผ่านแม่พิมพ์ออกมาเป็นเส้น จากนั้นเส้นเจลจะผ่านไปยังอุโมงค์ทำแห้งซึ่งมี mesh belt ทำด้วยสแตนเลสสตีลเคลื่อนที่ผ่านและมีอากาศที่ปราศจากความชื้นที่มีอุณหภูมิสูงเป่าเข้ามาอย่างต่อเนื่อง ตอนปลายสุดของอุโมงค์ ความชื้นของเจลาตินควรจะอยู่ในช่วง 8 - 12 % จากนั้นจะทำให้แตกออก และบดเป็นผงละเอียด แล้วร่อนให้ได้ mesh size ที่ต้องการ (Lundquist 1972)

น้ำสกัดเจลาตินจะนำมาทำให้บริสุทธิ์ขึ้น โดยการกรอง 2 ครั้ง ผ่าน Kieselguhr (Diatomaceous earth) และ Cellulose Filter อาจทำการกำจัดสิ่งเจือปนพวกสารอินทรีย์ โดยผ่านการกำจัดอิออนก่อนนำน้ำสกัดไประเหยเข้มข้น เนื่องจากเจลาตินเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทนต่อความร้อนมาก การระเหยเข้มข้นจึงต้องใช้เวลาและอุณหภูมิในระดับต่ำที่สุด จึงควรทำการระเหยเข้มข้นภายใต้สูญญากาศเพื่อเพิ่มความเข้มข้นของเจลาตินจาก 5 % ให้เป็น 35 % โดยประมาณ ในทางปฏิบัติทางการค้า นิยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้การระเหยเข้มข้นแบบ 2 ขั้นตอน

หลังจากทำให้เข้มข้นแล้ว สารละลายเจลาตินที่ได้จะผ่านการพาสเจอไรเซชั่นแบบแฟลช (Flash - Pasteurization) ที่ 120 °c และทำให้เย็นลงทันที แล้วอัดให้เป็นเส้นส่งไปยังเครื่องทำแห้งแบบเบล์ททำจากสแตนเลสสตีล การทำงานของเครื่องเป็นแบบต่อเนื่อง(Continuous Stainless Steel Belt Drier) เครื่องทำแห้งเจลาตินที่ทันสมัยจะเป็นระบบอัตโนมัติทั้งหมดและมีการปรับอากาศ หลังจากทำแห้งแล้วจะทำให้ก้อนเจลาตินแตกออก แล้วส่งไปยังโรงบดโดยการใช้แรงลม ทำการบดให้เป็นผงละเอียดตามเกรดต่าง ๆ และบรรจุในภาชนะที่อากาศเข้าไม่ได้ (Anonymous 1984)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ และ วิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

1.1 กระดูกปลาฉลามชนิดใหญ่ ประกอบด้วยพันธุ์ต่าง ๆ ดังนี้

1.1.1 Great White Shark (Carchorodon carcharias)

1.1.2 Ocean Whitetip Shark (Carcharhinus longimanus)

1.1.3 Shortfin Mako Shark (Isurus oxyrinehus)

1.1.4 Bull Shark (Carcharhinus leucas)

1.1.5 Blacktip Shark (Carcharhinus limbatus)

1.2 กระดูกปลาฉลามชนิดเล็ก ประกอบด้วยพันธุ์ต่าง ๆ ดังนี้

1.2.1 Lemon Shark (Negaprion brevirostris)

1.2.2 Silky Shark (Carcharhinus falciformis)

1.2.3 Sand tiger Shark (Odontaspis taurus)

1.2.4 Reef Shark (Carcharhinus springeri)

1.2.5 Tiger Shark (Galeocerdo cuvieri)

2. อุปกรณ์

2.1 มีด เขียง ใช้ในการลดขนาดกระดูก

2.2 ตาชั่ง 1000 กรัม ของ Turi capacity 1 kg.

2.3 โหลแก้วทรงสูง

2.4 เครื่องแก้ว ได้แก่ แท่งแก้วคน กระบอกตวง(Cylinder) ขวดรูปชมพู่(Erlenmyer flask) บีกเกอร์(Beaker) ปิเปต(Pipette)

2.5 ช้อนตักสาร(Spoon)

2.6 เทอร์โมมิเตอร์(Thermometer)

2.7 ขวดแก้วสำหรับกระบวนการใช้กรด 8 ขวด

2.8 ขวดพลาสติกสำหรับกระบวนการใช้ด่าง 9๖ ขวด

2.9 ตู้เย็น อุณหภูมิ 0 - 5 °c และ 7 - 10 °c

2.10 กระดาษวัดค่าความเป็นกรด ด่าง(pH paper)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 แผ่นให้ความร้อน(Hot Plate)

2.12 ชุดเครื่องกรองสูญญากาศ

2.13 ชุดเครื่องระเหยเข้มข้น(Rotary Evaporator ของ Büchi Rotavator R 110)

2.14 กาละมังสแตนเลส

2.15 ถุงพลาสติก

2.16 ตู้อบลมร้อน(Hot Air Oven)

2.17 ครก

2.18 ชุดเครื่องย่อยโปรตีน(Protein Digestive Apparatus ของ Büchi 425 Digester)

2.19 ชุดกลั่นโปรตีน(Protein Disstillation Apparatus ของ Büchi 321 Distillation Unit)

2.20 เครื่องชั่งหยาบ ของ Metler รุ่น PE 3000

2.21 เครื่องชั่งละเอียด ของ Metler รุ่น AE 50

2.22 สำลี

3. สารเคมี

3.1 กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid,HCl)

3.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodiumhydroxide,NaOH)

3.3 ไดอะตอมเมเชียส เอิร์ท (Diatomeceous earth)

3.4 กรดซัลฟุริก (Sulphuric acid,H_2SO_4)

3.5 คอปเปอร์ซัลเฟต (Coppersulfate,$CuSO_4 \cdot 5H_2O$)

3.6 โปตัสเซียมซัลเฟต (Potassiumsulfate,K_2SO_4)

3.7 ซิลิเนียมไดออกไซด์ (Silinium dioxide,SeO_2)

3.8 กรดบอริก (Boric acid,H_3BO_3)

3.9 เมธิลเรด (Methyl red)

3.10 โบรโมครีซอลกรีน (Bromocresol green)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมเบื้องต้นในการผลิตเจลาติน จากกระดูกปลาฉลามชนิดใหญ่และชนิดเล็ก

สภาวะที่ศึกษามี 2 กระบวนการใหญ่ ๆ คือ สภาวะที่ใช้อุณหภูมิห้องตลอดทั้งกระบวนการ และ สภาวะที่ใช้อุณหภูมิตู้เย็นตลอดทั้งกระบวนการ ทำการทดลองแบบ factorial design โดยศึกษาถึงผลของตัวแปรต่าง ๆ คือ

1. ชนิดของกระดูกปลาฉลามที่เหมาะสม โดยใช้กระดูกปลาฉลาม 2 ชนิด คือ

1.1 กระดูกปลาฉลามชนิดใหญ่ ประกอบด้วยพันธุ์ต่าง ๆ ดังนี้

1.1.1 Great White Shark (Carcharodon carcharias)

1.1.2 Ocean Whitetip Shark (Carcharhinus longimanus)

1.1.3 Shortfin Mako Shark (Isurus oxyrinehus)

1.1.4 Bull Shark (Carcharhinus leucas)

1.1.5 Blacktip Shark (Carcharhinus limbatus)

1.2 กระดูกปลาฉลามชนิดเล็ก ประกอบด้วยพันธุ์ต่าง ๆ ดังนี้

1.2.1 Lemon Shark (Negaprion brevirostris)

1.2.2 Silky Shark (Carcharhinus falciformis)

1.2.3 Sand tiger Shark (Odontaspis taurus)

1.2.4 Reef Shark (Carcharhinus springeri)

1.2.5 Tiger Shark (Galeocerdo cuvieri)

2. อุณหภูมิและเวลาในกระบวนการกำจัดแร่ธาตุโดยใช้อุณหภูมิห้อง(25-30 °c) และอุณหภูมิตู้เย็น (0 - 5 °c) เวลาที่ใช้คือ 1,2,3 และ 4 สัปดาห์

3. อุณหภูมิและเวลาในกระบวนการเตรียมก่อนการสกัดเจลาติน แบ่งเป็น 2 กระบวนการ

3.1 กระบวนการใช้กรด โดยใช้อุณหภูมิห้อง (25-30 °c) และอุณหภูมิตู้เย็น (7-10 °c) เวลา 24 ชม. สารละลายกรดที่ใช้คือสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 3 %

3.2 กระบวนการใช้ด่าง โดยใช้อุณหภูมิห้อง (25-30 °c) และอุณหภูมิตู้เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(7-10 °c) เวลา 6,10 และ 14 สัปดาห์ สารละลายด่างที่ใช้ คือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 5 %

การผลิตเจลาตินจากกระดูกปลาฉลาม ทำโดยนำกระดูกปลาฉลามมาคัดเลือกสิ่งเจือปน และสิ่งสกปรก เช่น เศษหิน ดิน ทราย เส้นผมหรือขนออก แล้วทำการลดขนาดกระดูกโดยใช้มีดหรืออุปกรณ์อื่นที่เหมาะสม สับให้มีขนาดประมาณ 5 ซม. ใส่กระดูกในโหลแก้วทรงสูง แล้วจึงทำการกำจัดแร่ธาตุ เป็นการกำจัดแคลเซียมและเกลืออื่น ๆ ในกระดูกโดย แช่ในสารละลายไฮโดรคลอริก 5% ในอัตราส่วนกระดูกแห้ง 800 กรัม ต่อสารละลายกรด 5 ลิตร เปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิห้อง (25-30 °c) กับอุณหภูมิตู้เย็น (0-5 °c) และระยะเวลาในการกำจัดแร่ธาตุ 1,2,3 และ 4 สัปดาห์ เมื่อครบเวลาจะนำกระดูกมาล้างโดยใช้น้ำธรรมดา ล้างจนกระทั่ง pH ประมาณ 7 แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่นอีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงนำมาทำการเตรียมก่อนการสกัด เพื่อให้คอลลาเจนเปลี่ยนเป็นเจลาตินได้ง่ายขึ้น ทำได้ 2 กระบวนการ คือ กระบวนการใช้กรด แช่สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 3 % 24 ชม. ใช้ขวดแก้ว และกระบวนการใช้ด่าง แช่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 % เป็นเวลา 6,10,14 สัปดาห์ ใช้ขวดพลาสติก ทั้ง 2 กระบวนการใช้อัตราส่วนเดียวกัน คือ กระดูกที่กำจัดแร่ธาตุแล้ว 200 กรัม ต่อสารละลายกรดหรือ ด่าง 500 มิลลิลิตร อุณหภูมิที่ใช้ในขบวนการ คือ อุณหภูมิห้อง(25-30 °c) และอุณหภูมิตู้เย็น(7-10 °c) เมื่อครบเวลาจะนำกระดูกมาล้างโดยใช้น้ำธรรมดา ล้างจนกระทั่ง pH ประมาณ 7 แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นจะนำมาสกัด โดยใช้น้ำกลั่นสกัด 3 ครั้ง แต่ละครั้งใช้เวลา 2 ชม. อุณหภูมิและปริมาณน้ำที่ใช้ มีดังนี้

สกัดครั้งที่	อุณหภูมิ(°c)	ปริมาณน้ำกลั่น(ml.)
1	60	300
2	70	250
3	80	200

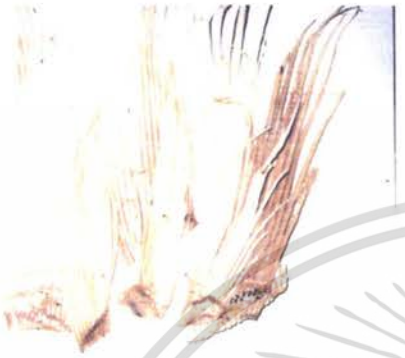
น้ำสกัดที่ได้มีสีขาวขุ่น จะนำมากรองผ่านสำลีและไดอะตอมเมเชียส เอิร์ท ภายใต้ระบบสูญญากาศ จนได้สารละลายสีเหลืองใส(กรองประมาณ 4-10 ครั้ง) แล้วนำมาระเหยให้เข้มข้น ภายใต้สูญญากาศ 650-700 mm. Hg vac. ประมาณ 2 ชม. หรือให้เหลือปริมาตรของสารละลายประมาณ 1/3 ของเดิม เทสารละลายเข้มข้นลงในภาชนะ เช่น ถาด นำไปแช่ตู้เย็น อุณหภูมิประมาณ 7 - 10 °c 16 - 18 ชม. สังเกตการเกิดเจล แล้วเลือกสภาวะที่เกิดเจลได้ดี ทำการทดลองซ้ำโดยเพิ่มปริมาณกระดูกตั้งต้น 1 เท่า และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มการทดลองในส่วนของการทำแห้งเจลาติน โดยนำน้ำสกัดหลังระเหยเข้มข้น มาใส่ภาชนะที่รองด้วยพลาสติก(เพื่อกันการติดภาชนะ) แช่เย็นให้เกิดเจล นำเข้าอบในตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 60 °c จนกระทั่งแห้ง ใช้เวลาประมาณ 24-48 ชั่วโมง แล้วนำเจลาตินแผ่นที่ได้มาบดให้เป็นผงละเอียด ชั่งน้ำหนักเจลาตินผง คิดปริมาณ yield เป็น % (dry basis) จากนั้นนำเจลาตินผงมาทดสอบความเป็นเจลเมื่อละลายน้ำกลับ ตามวิธีหา Jelly Strength ของ Gelatin Manufacturers Institute of America,Inc. (ในภาคผนวก ข.) และทำการหาโปรตีนของกระดูกเริ่มต้น , กระดูกที่ผ่านการสกัดแล้ว เพื่อหาประสิทธิภาพของการสกัด โดย Kjeldahl method (ในภาคผนวก ก.)
ขั้นตอนการผลิตเจลาตินจากกระดูกปลาฉลาม แสดงในภาพที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงการทดลองสกัดเจลาตินจากกระดูกปลาฉลาม



กระดูกชนิดใหญ่ กระดูกชนิดเล็ก

↓

คัดเลือกสิ่งเจือปน

↓

ลดขนาดเหลือประมาณ 5 ซม.

↓

ใส่โหลแก้วทรงสูง โหลละ 800 กรัม

↓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

97033

กำจัดแร่ธาตุ แช่ใน HCl 5 % ให้สูง 5 สิตร

แบ่งเป็น 2 อุณหภูมิ

อุณหภูมิห้อง

(25 - 30°c)

ใช้เวลา 1,2,3,4 สัปดาห์

ล้าง

อุณหภูมิตู้เย็น

(0 - 5°c)

ใช้เวลา 1,2,3,4 สัปดาห์

ล้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pH ประมาณ 7

ล้างน้ำกลั่น

แบ่งกระดูก 1 โหล

เป็น 8 ส่วน ส่วนละ 200 กรัม

การเตรียมก่อนการสกัด

ที่อุณหภูมิห้อง

กระบวนการใช้กรด

2 ส่วน

24 ชม.

กระบวนการใช้ด่าง

6 ส่วน

6, 10, 14 สัปดาห์

ล้าง

pH ประมาณ 7

ล้างน้ำกลั่น

pH ประมาณ 7

ล้างน้ำกลั่น

แบ่งกระดูก 1 โหล

เป็น 8 ส่วน ส่วนละ 200 กรัม

การเตรียมก่อนการสกัด

ที่อุณหภูมิตู้เย็น

กระบวนการใช้กรด

2 ส่วน

24 ชม.

กระบวนการใช้ด่าง

6 ส่วน

6, 10, 14 สัปดาห์

ล้าง

pH ประมาณ 7

ล้างน้ำกลั่น

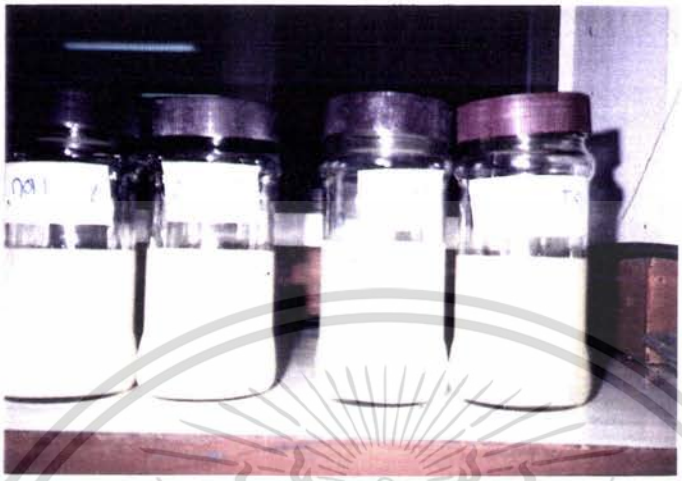
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใส่ในบีกเกอร์

ขนาด 500 - 600 ml.

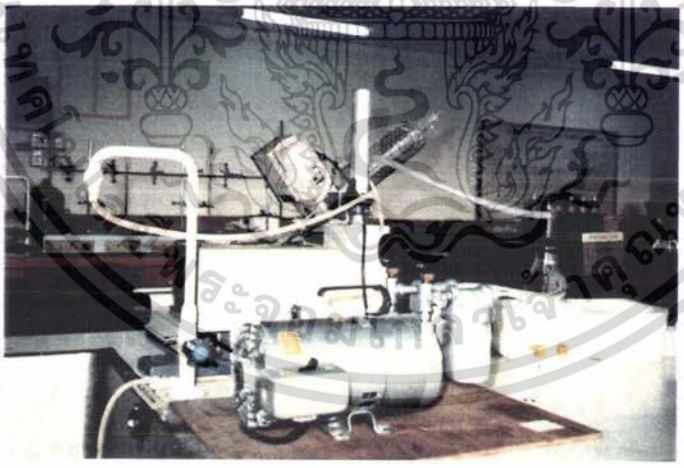
สกัดโดยใช้น้ำกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



น้ำสกัดที่ได้

กรอง



ระเหยเข้มข้นภายใต้สูญญากาศ

650 - 700 mm. Hg vac. ประมาณ 2 ชม

เทใส่ถาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

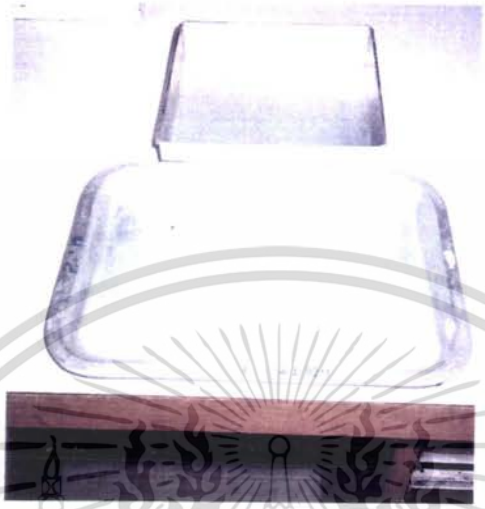
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

↓

แช่เย็น 16 - 18 ชม.

↓



สังเกตการเกิดเจล

↓

ใส่ภาชนะที่รองด้วยพลาสติก

↓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อบแห้งโดยตู้อบลมร้อน

60 ° ซ 24-48 ชม.

ได้เป็นเจลาตินแผ่นแล้วบดเป็นผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ผล

1. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของกระบวนการสกัดที่เหมาะสม โดยวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในกระดูกปลาฉลามเริ่มต้น และปริมาณโปรตีนในกากกระดูกปลาฉลามหลังสกัด โดย Kjeldahl method (A.O.A.C. 1.984 - 2.057 ในภาคผนวก ก.) คำนวณค่าการสกัดเป็นเปอร์เซนต์

2. เปรียบเทียบผลของอุณหภูมิและเวลาในกระบวนการกำจัดแร่ธาตุที่มีต่อลักษณะทางกายภาพของกระดูกปลาฉลาม โดยใช้การสังเกตและสัมผัส

3. เปรียบเทียบผลของอุณหภูมิ และเวลาในกระบวนการเตรียมก่อนสกัดเจลาติน

3.1 กระบวนการใช้กรด

3.2 กระบวนการใช้ด่าง

โดยสังเกตลักษณะการเกิดเจลของน้ำสกัดเจลาติน

4. เปรียบเทียบความสามารถในการเกิดเจลเมื่อละลายน้ำของเจลาตินผงที่ได้ โดยสังเกตลักษณะการเกิดเจลตามวิธีที่ดัดแปลงจากการหาค่า Jelly Strength (Bloom) ของ Gelatin Manufacturers Institute of America, Inc. (ในภาคผนวก ข.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลและวิจารณ์

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมเบื้องต้นในการผลิตเจลาตินจากกระดูกปลาฉลามชนิดใหญ่และชนิดเล็ก

1. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกระบวนการสกัด

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (%) ในกระดูกปลาฉลามเริ่มต้น

กระดูก	ปริมาณโปรตีน (%)
กระดูกปลาฉลามชนิดใหญ่	41.14
กระดูกปลาฉลามชนิดเล็ก	49.95

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณโปรตีน (%) ในกากกระดูกปลาฉลามชนิดเล็กหลังสกัด ของสภาวะที่ทำการกำจัดแร่ธาตุที่อุณหภูมิตู้เย็น (0-5 °c) และผ่านกระบวนการใช้กรดที่อุณหภูมิตู้เย็น (7 - 10 °c)

ระยะเวลาในการกำจัดแร่ธาตุ (สัปดาห์)	ปริมาณโปรตีนหลังสกัด (%)	การสกัด (%)
1	25.65	48.65
2	20.28	59.45
3	23.43	53.09
4	21.21	57.54
	เฉลี่ย	54.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 2 พบว่าในกากกระดูกปลาฉลามชนิดเล็กหลังสกัด มีโปรตีนเหลืออยู่มากกว่า 20 % จากกระดูกเริ่มต้นมีโปรตีน 49.95 % ประสิทธิภาพในการสกัดเฉลี่ย 54.67 % ซึ่งนับว่าประสิทธิภาพในการสกัดค่อนข้างต่ำ แสดงว่ากระบวนการสกัดที่ใช้ยังมีประสิทธิภาพไม่พอเพียง อาจเนื่องมาจากเวลาในการสกัดแต่ละครั้งน้อยเกินไป หรือ จำนวนครั้งที่สกัดน้อยเกินไป

2. การเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิ และ เวลาในการกำจัดแร่ธาตุ ที่มีต่อลักษณะทางกายภาพของกระดูกปลาฉลาม

ตารางที่ 3 แสดงลักษณะทางกายภาพของกระดูกปลาฉลามชนิดใหญ่ที่ผ่านกระบวนการกำจัดแร่ธาตุที่สภาวะต่าง ๆ

ระยะเวลาในการกำจัดแร่ธาตุ (สัปดาห์)	ลักษณะทางกายภาพ	
	อุณหภูมิตู้เย็น	อุณหภูมิห้อง
1	กระดูกมีสีเหลือง-น้ำตาลอ่อน นิ่มเล็กน้อย	กระดูกมีสีเหลือง-น้ำตาลอ่อนนิ่มกว่าที่อุณหภูมิตู้เย็นเล็กน้อย
2	เหมือนสัปดาห์แรก มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก	กระดูกมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นและนิ่มขึ้น
3	เหมือนสัปดาห์แรก มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก	กระดูกมีสีน้ำตาลเข้มมากและนิ่มมาก
4	เหมือนสัปดาห์แรก มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก	กระดูกมีสีน้ำตาลเข้มมากที่สุดและนิ่มมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงลักษณะทางกายภาพของกระดูกปลาฉลามชนิดเล็กที่ผ่านกระบวนการกำจัดแร่ธาตุที่สภาวะต่าง ๆ

ระยะเวลาในการกำจัดแร่ธาตุ (สัปดาห์)	ลักษณะทางกายภาพ	
	อุณหภูมิตู้เย็น	อุณหภูมิห้อง
1	กระดูกมีสีเหลือง-น้ำตาลอ่อน นิ่มเล็กน้อย	กระดูกมีสีเหลือง-น้ำตาลอ่อนนิ่มกว่าที่อุณหภูมิตู้เย็นเล็กน้อย
2	เหมือนสัปดาห์แรก มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก	กระดูกมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นและนิ่มขึ้น
3	เหมือนสัปดาห์แรก มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก	กระดูกมีสีน้ำตาลเข้มมากและนิ่มมาก
4	เหมือนสัปดาห์แรก มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก	กระดูกมีสีน้ำตาลเข้มมากที่สุดและนิ่มมากที่สุด

จากตารางที่ 3,4 พบว่า กระดูกปลาฉลามชนิดใหญ่และชนิดเล็กหลังกำจัดแร่ธาตุแล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ หลังกำจัดแร่ธาตุเป็นเวลา 1 สัปดาห์ที่อุณหภูมิห้อง(25 - 30 °c) และที่อุณหภูมิตู้เย็น(0 - 5 °c) สีและลักษณะภายนอกของกระดูกไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อจับดู พบว่าการกำจัดแร่ธาตุที่อุณหภูมิห้อง (25 - 30 °c)กระดูกนิ่มกว่าเล็กน้อย หลังจากกำจัดแร่ธาตุเป็นเวลา 2 สัปดาห์ สีและลักษณะภายนอกของกระดูกเริ่มต่างกัน คือ ที่อุณหภูมิห้อง (25-30 °c) กระดูกจะมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นและนิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับที่อุณหภูมิตู้เย็น (0 - 5 °c) แสดงดังภาพที่ 2 การกำจัดแร่ธาตุเป็นเวลา 3 และ 4 สัปดาห์ก็ให้ผลเช่นเดียวกัน กล่าวคือ การกำจัดแร่ธาตุที่อุณหภูมิห้อง (25 - 30 °c) เมื่อใช้เวลามากขึ้น กระดูกจะมีสีเข้ม และ ความนิ่มมากขึ้น ในขณะที่การกำจัดแร่ธาตุที่อุณหภูมิตู้เย็น (0 - 5 °c) เมื่อใช้เวลามากขึ้นกระดูกเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากอัตราการเกิดปฏิกริยาขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้เกิด Hydrolytic degradation มากขึ้น โดยทั่วไปการกำจัดแร่ธาตุนิยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ความเข้มข้นของกรดเริ่มต้นเท่ากับ 5 % และใช้อุณหภูมิในช่วง 0 - 15 °c (Hinterwaldner 1977) ดังนั้นการใช้อุณหภูมิห้อง (25 - 30°c) ในการกำจัดแร่ธาตุ ในขณะที่ใช้ความเข้มข้นของกรดเริ่มต้นเท่ากับ 5 % เช่นกัน การทำลายของกรดจึงรุนแรงกว่าอุณหภูมิตู้เย็น (0 - 5 °c)มาก ทำให้ลักษณะทางกายภาพของกระดูกต่างกัน ดังนั้นในการเลือกสภาวะ ในกระบวนการกำจัดแร่ธาตุ จึงควรเลือกสภาวะที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระดูกน้อยที่สุด เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดอันตรายต่อคอลลาเจนในกระดูก สรุปได้ว่ากระบวนการกำจัดแร่ธาตุที่อุณหภูมิห้อง (25 - 30 °c) ควรใช้เวลาไม่เกิน 7 วัน และควรลดความเข้มข้นของสารละลายกรดที่ใช้ลง สำหรับกระบวนการกำจัดแร่ธาตุที่อุณหภูมิตู้เย็น (0- 5 °c) ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าควรใช้เวลาเท่าใด เนื่องจากลักษณะของกระดูกมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ควรจะวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุที่กำจัดได้ในแต่ละสัปดาห์ เพื่อหาว่าเวลาที่น้อยที่สุดในการกำจัดแร่ธาตุได้ดีที่สุดเป็นเท่าใด

ภาพที่ 2 แสดงลักษณะกระดูกชนิดให้เห็นผลของการกำจัดแร่ธาตุในเวลา 2 สัปดาห์
ด้านซ้าย คือ กระดูกที่ทำการกำจัดแร่ธาตุที่อุณหภูมิห้อง (25-30 °c)
ด้านขวา คือ กระดูกที่ทำการกำจัดแร่ธาตุที่อุณหภูมิตู้เย็น (0-5 °c)

3.การเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิและเวลาในกระบวนการเตรียมก่อนการสกัดเจลาติน

3.1 กระบวนการใช้กรด ทำโดยแช่กระดูกที่กำจัดแร่ธาตุแล้ว ในสารละลายไฮโดรคลอริก 3 % ที่อุณหภูมิห้อง (25 - 30°c)และอุณหภูมิตู้เย็น (7 - 10°c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นเวลา 24 ชม. แล้วนำมาล้าง สกัด กรอง ระเหยเข้มข้น แช่เย็น สังเกตการเกิดเจล ตามลำดับ ผลการเกิดเจลของน้ำสกัดเจลาติน แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลการเกิดเจลของน้ำสกัดเจลาตินจากกระบวนการใช้กรด ของกระดูกปลาฉลามชนิดใหญ่และชนิดเล็กที่สภาวะต่าง ๆ

ระยะเวลาในการกำจัดแร่ธาตุ (สัปดาห์)	กระดูกชนิดใหญ่		กระดูกชนิดเล็ก	
	A	B	A	B
1	0	0	1	2
2	0	0	1	2
3	0	0	1	2
4	0	0	1	2

หมายเหตุ A หมายถึง สภาวะที่ใช้อุณหภูมิในการกำจัดแร่ธาตุและกระบวนการใช้กรดที่อุณหภูมิห้อง (25 - 30 °c)

B หมายถึง สภาวะที่ใช้อุณหภูมิในการกำจัดแร่ธาตุและกระบวนการใช้กรดที่อุณหภูมิตู้เย็น (0 - 5 °c และ 7 - 10 °c ตามลำดับ)

2 หมายถึง เกิดเจลดี

1 หมายถึง เกิดเจลไม่ดี

0 หมายถึง ไม่เกิดเจล

จากตารางที่ 5 พบว่า กระดูกชนิดเล็กที่ทำการกำจัดแร่ธาตุ และกระบวนการใช้กรดที่อุณหภูมิตู้เย็น (0 - 5 และ 7 -10 °c ตามลำดับ) ให้น้ำสกัดเจลาตินที่สามารถเกิดเจลได้ดีกว่าที่อุณหภูมิห้อง แต่กระดูกชนิดใหญ่ที่ทำการกำจัดแร่ธาตุ และ กระบวนการใช้กรดทั้ง 2 อุณหภูมิ ให้น้ำสกัดที่ไม่สามารถเกิดเจลได้

การที่กระดูกชนิดเล็กที่ทำการกำจัดแร่ธาตุ และกระบวนการใช้กรดที่อุณหภูมิตู้เย็น (0-5 และ 7-10 °c ตามลำดับ) ให้น้ำสกัดเจลาตินที่สามารถเกิดเจลได้ดี เนื่องมาจาก อุณหภูมิในกระบวนการกำจัดแร่ธาตุ และกระบวนการใช้กรดความเข้มข้นของสารละลายกรด และเวลาที่ใช้เหมาะสม ไม่รุนแรงจนเกินไป ในทำนองกลับกัน กระดูกชนิดเล็กที่ทำการกำจัดแร่ธาตุ และกระบวนการใช้กรด ที่อุณหภูมิห้อง (25-30 °c) และกระดูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดใหญ่ที่ทำการกำจัดแร่ธาตุและกระบวนการใช้กรด ทั้ง 2 อุณหภูมิ น้ำสกัดไม่สามารถเกิดเจลได้ดี และ ไม่สามารถเกิดเจลได้ ตามลำดับ เนื่องมาจากสภาวะที่ใช้ในกระบวนการกำจัดแร่ธาตุและกระบวนการใช้กรดรุนแรงเกินไป ทำให้เกิดการสูญเสียคอลลาเจน คุณภาพของเจลาตินด้อยลง และมีผลให้ได้เจลาตินในปริมาณต่ำ (Hinterwaldner 1977) สรุปได้ว่า สภาวะที่เหมาะสมเบื้องต้นของกระดูกปลาฉลามชนิดเล็ก คือสภาวะที่ใช้กระบวนการกำจัดแร่ธาตุ และกระบวนการใช้กรดที่อุณหภูมิตู้เย็น (0 - 5 และ 7 -10 °c ตามลำดับ) ส่วนกระดูกปลาฉลามชนิดใหญ่ สภาวะต่าง ๆ ที่เลือกใช้ยังไม่เหมาะสม ต้องทำการทดลองต่อไป

เมื่อได้สภาวะที่เหมาะสมเบื้องต้นของกระดูกปลาฉลามชนิดเล็กแล้ว จึงทำการทดลองซ้ำเพื่อเปรียบเทียบปริมาณ yield ของเจลาตินให้ชัดเจนขึ้น โดยการทำแห้งให้เป็นเจลาตินผง ผลการทดลองแสดงในตาราง 6

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณ yield ของเจลาตินผงที่ได้จากกระบวนการกำจัดแร่ธาตุ และกระบวนการใช้กรดที่อุณหภูมิตู้เย็น (0 - 5 และ 7 - 10 °c ตามลำดับ) ของกระดูกชนิดเล็ก

ระยะเวลาในการกำจัดแร่ธาตุ (สัปดาห์)	ปริมาณของ yield ของเจลาตินผง (กรัม)	(% dry basis)
1	5.0022	2.50
2	3.4304	1.72
3	4.1249	2.06
4	10.5909	5.30

จากตารางที่ 6 สรุปได้ว่า สภาวะที่ให้ปริมาณ yield ของเจลาตินผงสูงสุด คือ กระบวนการกำจัดแร่ธาตุ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ และผ่านกระบวนการใช้กรดที่อุณหภูมิตู้เย็น (0 - 5 และ 7 - 10 °c ตามลำดับ) ของกระดูกชนิดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

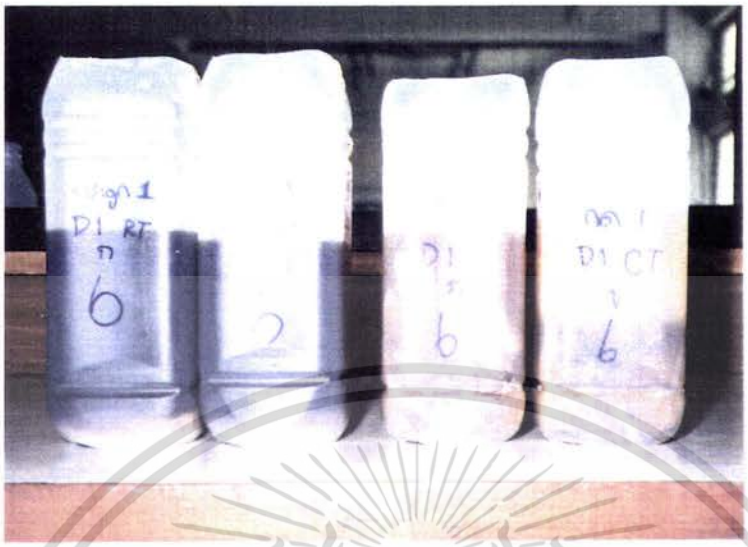
3.2 กระบวนการใช้ด่าง ทำโดยแช่กระดูกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 % ที่อุณหภูมิห้อง (25 - 30 °c) และ อุณหภูมิตู้เย็น (7 - 10 °c) เป็นเวลา 6,10,14 สัปดาห์ แล้วจึงนำมาล้าง ลกัด กรอง ระเหยเข้มข้น แช่เย็น สังเกตการเกิดเจล ตามลำดับ

ผลการทดลองพบว่า กระบวนการใช้ด่างที่อุณหภูมิห้อง (25 - 30 °c) เมื่อแช่ไว้เป็นเวลาไม่ถึง 24 ชม. กระดูกปนเป็นผงละเอียดเกือบทั้งหมด ดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3 แสดงกระดูกปนละเอียดหลังจากผ่านกระบวนการใช้ด่างในเวลาไม่ถึง 24 ชม.

สำหรับกระบวนการใช้ด่างที่อุณหภูมิตู้เย็น (0 - 5 °c) เมื่อมองดูลักษณะภายนอกจะไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงไปมากนัก เมื่อครบเวลาที่กำหนดจะนำกระดูกมาล้าง พบว่ากระดูกนิ่มมาก เมื่อใช้แท่งแก้วคน กระดูกจะขาดี มีลักษณะเละ บางตัวอย่างจะเกิดสีดำบริเวณส่วนบนของกระดูก ดังภาพที่ 4,5 และเมื่อทำการล้างกระดูกก็จะปนเช่นเดียวกัน ดังภาพที่ 6

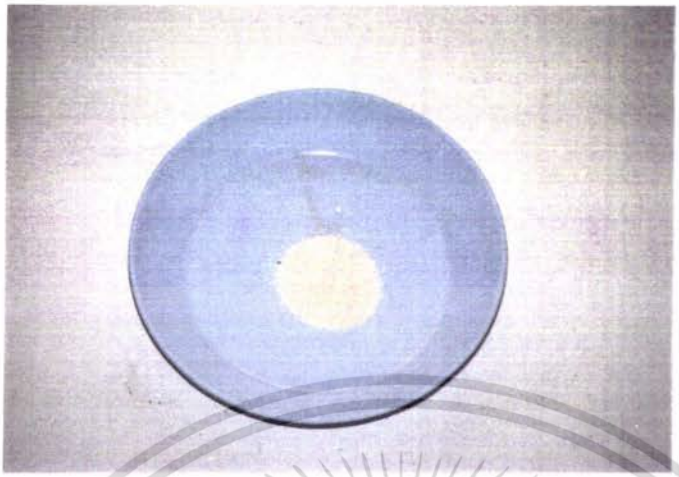
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 แสดงลักษณะกระดูกชนิดใหญ่หลังผ่านกระบวนการใช้ด่างครบ 6 สัปดาห์
2 ขวดทางซ้าย เป็นกระบวนการใช้ด่างที่อุณหภูมิห้อง (25-30 °c)
2 ขวดทางขวา เป็นกระบวนการใช้ด่างที่อุณหภูมิตู้เย็น (7-10 °c)

ภาพที่ 5 แสดงลักษณะกระดูกชนิดเล็กหลังผ่านกระบวนการใช้ด่างครบ 6 สัปดาห์
2 ขวดทางซ้าย เป็นกระบวนการใช้ด่างที่อุณหภูมิห้อง (25-30 °c)
2 ขวดทางขวา เป็นกระบวนการใช้ด่างที่อุณหภูมิตู้เย็น (7-10 °c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 แสดงกระดูกปนหลังผ่านกระบวนการใช้ด่าง ก่อนนำไปสกัด

จากนั้นนำกระดูกปั่นมาทำการสกัด กรอง ระเหยเข้มข้น แช่เย็น สังเกตการเกิดเจล ตามลำดับ ผลการเกิดเจลแสดงในตารางที่ 7 และนำน้ำด่างมาวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (ในภาคผนวก ก.) ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน แสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 7 แสดงผลการเกิดเจลจากกระบวนการใช้ด่างของกระดูกปลาฉลามชนิดใหญ่และชนิดเล็กที่สภาวะต่าง ๆ

ระยะเวลาในการกำจัดแร่ธาตุ (สัปดาห์)*	กระดูกชนิดใหญ่						กระดูกชนิดเล็ก					
	A			B			A			B		
	ระยะเวลา (สัปดาห์)			ระยะเวลา (สัปดาห์)			ระยะเวลา (สัปดาห์)			ระยะเวลา (สัปดาห์)		
	6	10	14	6	10	14	6	10	14	6	10	14
1	0	–	–	0	–	–	0	–	–	0	–	–
2	0	–	–	0	–	–	0	–	–	0	–	–
3	0	–	–	0	–	–	0	–	–	0	–	–

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ A หมายถึง สภาวะที่ใช้อุณหภูมิในการกำจัดแร่ธาตุ และกระบวนการใช้ด่างที่อุณหภูมิห้อง (25 - 30 °c)

B หมายถึง สภาวะที่ใช้อุณหภูมิในการกำจัดแร่ธาตุ และกระบวนการใช้ด่างที่อุณหภูมิตู้เย็น (0 - 5 และ 7 - 10 °c ตามลำดับ)

2 หมายถึง เกิดเจลดี

1 หมายถึง เกิดเจลไม่ดี

0 หมายถึง ไม่เกิดเจล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการทดลอง เพราะผลการทดลองควรจะมีลักษณะเดียวกับกระบวนการใช้ด่าง 6 สัปดาห์

* เนื่องจากสัปดาห์ที่ 4 ตู้เย็นไม่ทำงาน จึงตัดการทดลองในสัปดาห์ที่ 4 ออกไป

ตารางที่ 8 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในน้ำด่าง ของกระบวนการใช้ด่างระยะเวลา 6 สัปดาห์ ที่ผ่านการกำจัดแร่ธาตุ 1,2 และ 3 สัปดาห์

ระยะเวลาในการกำจัดแร่ธาตุ (สัปดาห์)	ปริมาณโปรตีน (%)			
	กระดูกชนิดใหญ่		กระดูกชนิดเล็ก	
	A_6	B_6	A_6	B_6
1	4.56	2.28	6.21	3.15
2	4.67	1.97	6.38	2.97
3	4.63	2.87	6.54	3.295

หมายเหตุ A_6 หมายถึง สภาวะที่ใช้อุณหภูมิในการกำจัดแร่ธาตุ และกระบวนการใช้ด่างที่อุณหภูมิห้อง (25-30 °c) 6 สัปดาห์

B_6 หมายถึง สภาวะที่ใช้อุณหภูมิในการกำจัดแร่ธาตุ และกระบวนการใช้ด่างที่อุณหภูมิตู้เย็น (0-5 และ 7-10 °c ตามลำดับ) 6 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 7 พบว่าน้ำสกัดจากกระบวนการใช้ด่างระยะเวลา 6 สัปดาห์ ที่ผ่านการกำจัดแร่ธาตุ 1,2,3 สัปดาห์ ไม่มีสภาวะใดเลยที่น้ำสกัดเกิดเป็นเจล จากตารางที่ 7 พบว่าเกิดการสูญเสียโปรตีนจากกระดูกอยู่ในน้ำด่าง ดังนั้นการที่น้ำสกัดในสภาวะดังกล่าวไม่เกิดเจล สามารถอธิบายได้ดังนี้

ในแต่ละสภาวะจะใช้กระดูกที่เป็นวัตถุดิบเริ่มต้น ประมาณ 80 กรัม ยกตัวอย่างสภาวะที่กำจัดแร่ธาตุ 1 อาทิตย์และผ่านกระบวนการใช้ด่าง 6 สัปดาห์ที่อุณหภูมิห้อง (25 - 30 °c) ของกระดูกชนิดใหญ่

ที่ อุณหภูมิห้อง (25 - 30 °c) น้ำด่างมีโปรตีนร้อยละ 4.56 ปริมาตรของน้ำด่าง 250 มิลลิลิตร

กระดูกชนิดใหญ่เริ่มต้นมีโปรตีน 80 กรัม * 41/100 = 32.8 กรัม

โปรตีนที่สูญเสียในน้ำด่าง 250 ml. * 4.56 g / 100 ml = 11.4 กรัม

คิดเป็นร้อยละสูญเสียโปรตีนจากโปรตีนเริ่มต้นในกระดูก (11.4/32.8)*100 = 34.76 %

นอกจากนี้โปรตีนที่เหลืออยู่ในกระดูกไม่สามารถเปลี่ยนเป็นเจลาตินได้ทั้งหมด เนื่องจากโปรตีนบางชนิดไม่มีคอลลาเจนเป็นองค์ประกอบ และเมื่อนำมาผ่านกระบวนการล้างเพื่อปรับ pH ก่อนทำการสกัด พบว่ามีการสูญเสียโปรตีนในขณะล้างด้วย ทำให้กระดูก(ปน)อาจมีโปรตีนเหลือในปริมาณน้อย หรืออยู่ในสภาพถูกย่อยสลายเป็นสารประกอบไนโตรเจน เนื่องจากสภาวะของกระบวนการใช้ด่างรุนแรงเกินไป ทำให้น้ำสกัดไม่เกิดเจล ดังนั้นจึงหยุดทำการทดลองในส่วนของกระบวนการใช้ด่าง เนื่องจากกระบวนการใช้ด่าง 10 และ 14 สัปดาห์ คงจะให้ผลในลักษณะเดียวกัน

การที่สภาวะที่ใช้ในกระบวนการใช้ด่าง ให้น้ำสกัดที่ไม่เกิดเจล เนื่องจากความเข้มข้นของด่าง อุณหภูมิ และระยะเวลาในกระบวนการไม่เหมาะสม ทำให้เกิดการสูญเสียคอลลาเจน คุณภาพของเจลาตินด้อยลง และมีผลให้ได้เจลาตินในปริมาณต่ำ ทั้งนี้คุณภาพของเจลาตินที่ผลิตได้และขอบเขตของกระบวนการที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิด (species) พันธุ์(breed) อายุ(age) ลักษณะการเลี้ยงสัตว์(manner of feeding the animals) และสภาวะการเก็บวัตถุดิบ(storage condition)(Hinterwaldner 1977)

สรุปได้ว่า สภาวะที่ใช้ด่างที่เลือกใช้ยังไม่เหมาะสมกับกระดูกปลาฉลามทั้ง 2 ชนิด ความเข้มข้นของสารละลายด่างสูงเกินไป เวลาที่ใช้ในกระบวนการมากเกินไป จึงควรทำการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการใช้ด่างต่อไป โดยลดความเข้มข้นของสารละลายด่างและเวลาที่ใช้ลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เปรียบเทียบความสามารถในการเกิดเจลเมื่อละลายน้ำของเจลาตินผงที่ได้ โดยสังเกตลักษณะการเกิดเจลตามวิธีที่ดัดแปลงจากการหาค่า Jelly Strength (Bloom) ของ Gelatin Manufacturers Institute of America, Inc. (ในภาคผนวก ข.)

ตารางที่ 9 แสดงความสามารถในการเกิดเจล ของเจลาตินผงที่ได้จากกระบวนการกำจัดแร่ธาตุ และกระบวนการใช้กรดที่อุณหภูมิตู้เย็น (0 - 5 และ 7 - 10 °c ตามลำดับ) ของกระดูกชนิดเล็ก

ระยะเวลาในการกำจัดแร่ธาตุ (สัปดาห์)	ความสามารถในการเกิดเจล*
1	0 , 1
2	2 , 2
3	2 , 2
4	1 , 2

หมายเหตุ 2 หมายถึง เกิดเจลดี
1 หมายถึง เกิดเจลไม่ดี
0 หมายถึง ไม่เกิดเจล
* หมายถึง ทำ 2 ซ้ำ

จากตารางที่ 9 พบว่าเจลาตินผงที่ได้จากการกำจัดแร่ธาตุทั้ง 4 สัปดาห์ สามารถเกิดเป็นเจลได้ สภาวะที่เกิดเจลได้ดีที่สุด คือ สภาวะที่กำจัดแร่ธาตุ 2,3 สัปดาห์ แต่ในการทดลองนี้ยังไม่ได้ศึกษาผลของการทำแห้งโดยละเอียด จึงควรทำการทดลองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

1.สภาวะที่เหมาะสมเบื้องต้นในการผลิตเจลาตินจากกระดูกปลาฉลามชนิดใหญ่ ซึ่งประกอบด้วยพันธุ์ต่าง ๆ ได้แก่ Great White Shark (Carcharodon carcharias), Ocean Whitetip Shark (Carcharhinus longimanus), Shortfin Mako Shark (Isurus oxyrinehus), Bull Shark (Carcharhinus leucas), Blacktip Shark (Carcharhinus limbatus) ยังต้องทำการทดลองต่อไป เนื่องจากสภาวะที่เลือกใช้ในการทดลองนี้รุนแรงเกินไปสำหรับกระดูกปลาฉลามชนิดใหญ่ จึงควรทำการทดลองซ้ำใหม่ในขั้นการเตรียมก่อนสกัด กล่าวคือ ลดความเข้มข้นของกรด ด่าง รวมทั้งเวลาที่ใช้ในกระบวนการใช้กรดและกระบวนการใช้ด่างลง ตามลำดับ

2.สภาวะที่เหมาะสมเบื้องต้นในการผลิตเจลาตินจากกระดูกปลาฉลามชนิดเล็ก ซึ่งประกอบด้วยพันธุ์ต่าง ๆ ได้แก่ Lemon Shark (Negaprion brevirostris), Silky Shark(Carcharhinus falciformis),Sand tiger Shark (Odontaspis taurus),Reef Shark (Carcharhinus springeri),Tiger Shark(Galeocerdo cuvieri) คือ สภาวะที่ทำการกำจัดแร่ธาตุโดยใช้กรดไฮโดรคลอริก 5 % ที่อุณหภูมิตู้เย็น (0-5 °c) และผ่านกระบวนการใช้กรด โดยใช้กรดไฮโดรคลอริก 3 % ที่อุณหภูมิตู้เย็น (7-10 °c) ได้ปริมาณ yield ของเจลาตินผงสูงสุดคือ 10.5909 กรัม คิดเป็น 5.30 % (dry basis) และเมื่อละลายน้ำกลับสามารถเกิดเจลที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. เวลาและจำนวนครั้งที่ใช้สกัดยังน้อยเกินไป จึงควรเพิ่มเวลาที่ใช้สกัดในแต่ละครั้ง และเพิ่มจำนวนครั้งในการสกัดให้มากขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดทำให้ปริมาณ yield ของเจลาตินสูงขึ้น

2. โดยทั่วไปสภาวะที่ใช้ในการผลิตเจลาตินจะใช้อุณหภูมิต่ำ ส่วนมากไม่เกิน 20 °c เนื่องจากเป็นอุณหภูมิในประเทศเมืองหนาว จึงควรทำการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเจลาตินที่อุณหภูมิในบ้านเรา โดยลดความเข้มข้นของกรด ด่าง และเวลาที่ใช้ในกระบวนการลง เป็นการช่วยประหยัดพลังงานและลดค่าใช้จ่ายในส่วนของการทำความเย็น

3. ในกระบวนการใช้ด่าง มีการสูญเสียโปรตีนเป็นเปอร์เซนต์สูง จึงควรหาวิธีที่จะแยกโปรตีนในน้ำด่างนี้ เพื่อนำมาทำเจลาตินต่อไป

4. การทดลองนี้ยังไม่ได้ศึกษาผลของการทำแห้งโดยละเอียด จึงควรทำการศึกษาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เพ็ญศรี จูงศิริวัฒน์, ศิวาภรณ์ สกุลเที่ยงตรง และ สมใจ ศรีละออกุล. 2513-14. เจลาติน. สัมมนาปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

Anonymous. 1984. Gelatin: An Overview of the World Market with Special Reference to the Potential for Developing Countries. International Trade Center UNCTAD/GATT. Geneva. 10 p.

Chayen, R. 1960. Impulse Rendering, Chemical and Process Engineering.

Chochlowa, S. et al. 1953. Improvement in the Extraction of Bones.

Cleveland Product Comp. Ltd. German P. 1,072,768 and U.S. P. 3,087,945: Process for Cleaning and Degreasing Bones.

Croome, R.J. and F.G. Clegg. 1965. Photographic Gelatin.

Deutsche Gelatin-fabriken. Austrian P. 175,326 and Swedish P. 134,560: Manufacture of Gelatin or Glue From Raw Materials of Collagen.

Eastman Kodak, Co. U.S. P. 2,460,809: Gelatin.

Gorodetzkaja, R., M. Scheremet. and M. Schachnasarowa. 1952. Reserven der Gelatine-Industrie.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Industrial Patents Corp. U.S. P.2,384,673: Extraction of Glue and Gelatin.

Kinkel, E. 1958. Fabrication der Gelatine in tierische leime und Gelatine.

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

Mueller, C. U.S. P. 2,395,590: Degreasing from Animal Bones. U.S. P. 2,397,973: Bone Glue. sited

Schwarzkopf, M. German P. 751,071: Treatment and Extraction from Bones to Gelatin and Glue.

Stauffer Chemical Comp. Brit. P. 1,007,002: A Process for Removing Fat from Bones.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

การวิเคราะห์โปรตีนโดยใช้ Kjeldahl method (A.O.A.C. 1.984 - 2.057)

สารเคมี

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

   ซิลิเนียมไดออกไซด์ (SeO_2)

   โปตัสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)

   คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4 . 5H_2O$)

ชั่งซิลิเนียมไดออกไซด์ 2.5 กรัม โปตัสเซียมซัลเฟต 100 กรัม และคอปเปอร์ซัลเฟต 20 กรัม ผสมให้เข้ากันอย่างดี

6. Mixed indicator

   6.1 เตรียม 0.1 % bromocresol green (ใน 95 % แอลกอฮอล์) และ 0.1 % methyl red (ใน 95 % แอลกอฮอล์)

   6.2 ผสม 1. มล. bromocresol green กับ 2 มล. methyl red ในขวดหยด สารละลายดังกล่าว 4 หยด มีปริมาตร 0.05 มล.

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 1 กรัม (ถ้าเป็นอาหาที่มีโปรตีนต่ำ เช่น ผลไม้ ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม ผัก 3 กรัม เป็นต้น) ใส่ลงใน Kjeldahl flask ขนาด 250 มล. อย่าให้ตัวอย่างเกาะตามคอขวด

2. เติมคาตาลิส 2 กรัม และกรดซัลฟุริกเข้มข้น 25 มล.

3. นำ Kjeldahl flask ไปตั้งบนชุดเครื่องย่อยโปรตีนที่มีระบบดูดไอกรดที่ดี ใช้เครื่องย่อยโปรตีน Büchi 425 ใช้เวลาประมาณ 1 ชม. หรือ จนกระทั่งสารละลายมีสีฟ้าใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.ปล่อยให้สารละลายสีฟ้าอ่อนเย็น และหมดควันของไอกรด

5.ดูดสารละลายกรดบอริก 2 % 50 มล. ใส่ลงใน Erlenmyer flask ขนาด 250 มล. ที่แห้งสะอาด หยด indicator 4 หยด เขย่าสารละลายก่อนนำไปวางใต้เครื่องกลั่นให้ปลายคอนเดนเซอร์จุ่มลงในตัวสารละลาย นำ Kjeldahl flask ที่ได้จากข้อ 4 ตั้งบนชุดเครื่องกลั่นโปรตีน Büchi 321 เปิดเครื่อง เติมน้ำกลั่นลงไปจนปริมาตรสารละลายได้ถึง 100 มล. เติม 40 % NaOH ลงไปทำปฏิกริยาจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีดำ กลั่นโปรตีนเป็นเวลานาน 3 นาที

6.เมื่อกลั่นโปรตีนครบเวลา ลดระดับของ Erlenmyer flask ให้ปลายคอนเดนเซอร์อยู่เหนือระดับของเหลว 1 ซม. ล้างปลายคอนเดนเซอร์ด้วยน้ำกลั่น รอให้ปฏิกริยาดำเนินต่อไปประมาณ 1 - 2 นาที ก่อนนำไปไตเตรทกับสารละลายกรดซัลฟุริก 0.1 N จนสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นเป็นไม่มีสี

7. ทำการทดลองกับ blank เหมือนกับตัวอย่างทุกประการ

<u>การคำนวณ</u>

เปอร์เซนต์โปรตีน (crude protein) = [6.25 * 1.4 * C * (A-B)]/น.ตัวอย่าง

เมื่อ A = มิลลิลิตรของสารละลายกรดซัลฟุริกที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง

B = มิลลิลิตรของสารละลายกรดซัลฟุริกที่ใช้ไตเตรท blank

C = N.ของสารละลายกรดซัลฟุริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การทดสอบความสามารถในการเกิดเจล

การทดสอบความสามารถในการเกิดเจล โดยใช้วิธีที่ดัดแปลงจากการหาค่า Jelly Strength (Bloom) ของ Gelatin Manufacturers Institute of America, Inc.

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 7.5 ± 0.01 กรัม เจลาตินใน Erlenmyer flask ขนาด 150 มล.

2. เติมน้ำกลั่น 150 กรัม คนด้วยแท่งแก้วในขณะเติมน้ำ

3. ใช้ฝาจุกยางที่ทำการเจาะรูปิดปาก Erlenmyer flask แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 - 3 ชม.

4. วางตัวอย่างลงใน water bath 65 °c ทิ้งไว้ 8 - 10 นาที นำออกจาก water bath ใช้นิ้วปิดรูบนฝาจุกยาง แล้วเขย่ากลับไปมาหลาย ๆ ครั้งจนแน่ใจว่าเจลาตินละลายเป็นสารละลายหมด นำกลับไปใส่ใน water bath เช่นเดิม เอาฝาจุกยางออก ใส่เทอร์โมมิเตอร์ลงในตัวอย่าง คนให้สารละลายผสมกันอย่างทั่วถึง จนกระทั่งอุณหภูมิถึง 61 °c เวลาที่ใช้ขณะอยู่ใน water bath ทั้งหมดไม่ควรเกิน 15 นาที

5. เมื่ออุณหภูมิของสารละลายถึง 61 °c ปิดฝา และนำตัวอย่างไปวางใน water bath 45 °c 30 - 40 นาที

6. นำตัวอย่างออกจาก water bath ปิดฝา ใช้นิ้วปิดรูบนฝาจุกยาง และเขย่ากลับไปกลับมาอย่างระมัดระวังหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้น้ำที่เกิดการกลั่นตัวอยู่เหนือระดับของของเหลวผสมเข้ากันดี เอาจุกยางออก แล้วจึงนำตัวอย่างไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 10.0 ± 0.1 °c 16 - 18 ชม. สังเกตการเกิดเจล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้