ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การสกัดเจลาตินจากหนังปลา

(Gelatin Extraction from Fish Skin)

โดย

นางสาววัชราภรณ์ บังกุล

นายสุภชัย ว่องวิวัฒน์ไวทยะ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

Department of Agricultural Industry

Faculty of Agricultural Technology

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า King Mongkut's Indtitute of Technology

เจ้าคุณทหารลาดกระบัง Chaokuntaharn Ladkrabang

กรุงเทพฯ 10520 Bangkok 10520 Thailand

1769

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การสกัดเจลาตินจากหนังปลา

(Gelatin Extraction from Fish Skin)

โดย

นางสาววัชราภรณ์ บังกุล

นายสุภชัย ว่องวิวัฒน์ไวทยะ

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 25/4/44 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

( )

..../...../..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมปัญหาพิเศษ

( )

..../...../..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมปัญหาพิเศษ

( )

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ฝพ.
ว385ก
2540

15475

การสกัดเจลาตินจากหนังปลา

(Gelatin Extraction from Fish Skin)

T096794

นางสาววัชราภรณ์ บังกุล

นายสุภชัย ว่องวิวัฒน์ไวทยะ

ปพ.
วว85ก
2540
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 96794
วัน.เดือน.ปี.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2540

วัชราภรณ์ บังกุล และ สุภชัย ว่องวิวัฒน์ไวทยะ. 2541. การสกัดเจลาตินจากหนังปลา (Gelatin Extraction from Fish Skin) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ , 35 หน้า

การผลิตเจลาตินจากหนังปลากรายได้ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับสภาพ (pretreatment)ของหนังปลาด้วยกรด สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเจลาตินและศึกษาสมบัติของเจลาตินที่ผลิตได้พบว่าในการปรับสภาพของหนังปลาโดยใช้กรดฟอสฟอริกเข้มข้น 1 เปอร์เซนต์ ทำการแช่หนังปลาเป็นเวลา 1 วัน เพื่อให้โครงสร้างของคอลลาเจนเกิดการคลายตัวทำให้ช่วยในการสกัดเจลาตินได้ง่ายขึ้น จากนั้นนำมาล้างจนหมดกรดเติมน้ำกลั่น 3 เท่าของหนังปลา ศึกษาการสกัดเจลาตินพบว่าที่อุณหภูมิ 70^{0}ซ เป็นเวลา 7 ชม. จะทำให้เจลาตินที่ได้มีค่าความแข็งแรงของเจลสูง 140.5 กรัม มีเปอร์เซนต์ผลผลิตสูง 6.20 เปอร์เซนต์ มีค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 4.65 เจลาตินที่ได้มีสีขาวออกเหลือง

เจลาตินจากหนังปลากรายที่ได้เมื่อนำมาอบแห้งและทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติกับเจลาตินสดที่เปอร์เซนต์ TS เท่าเดิม(6.2 เปอร์เซนต์) พบว่าความแข็งแรงของเจลาตินลดลงจาก 141.4 กรัมเป็น 135.7 กรัม และเมื่อนำเจลาตินผงมาเตรียมที่ความเข้มข้น 6.67 เปอร์เซนต์ เปรียบเทียบกับเจลาตินทางการค้า ชนิด 150 บลูม ที่ความเข้มข้นเดียวกัน เจลาตินที่ผลิตได้จากหนังปลามีคุณภาพด้านความแข็งแรงของเจลาตินสูงกว่าเจลาตินทางการค้า ชนิด 150 บลูมคือมีค่าเท่ากับ 148.3 และ 110.3 ตามลำดับ

วัชราภรณ์ บังกุล
สุภชัย ว่องวิวัฒน์ไวทยะ

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

๒๕ ม.ค. ๔๑

วัน เดือน ปี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยแก้ปัญหาต่างๆจนผ่านไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ดร.กิติชัย บรรจง และ ดร.ยุพร จรรยงค์วรกุล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่านและเพื่อนๆนักศึกษาทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้ให้กำลังใจตลอดเวลา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
สารบัญตารางภาคผนวก	ฉ
สารบัญรูปภาพภาคผนวก	ช
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	2
1.1 คอลลาเจน	2
1.2 โครงสร้างของเจลาติน	3
1.3 คุณสมบัติของเจลาติน	3
1.4 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติของเจลาติน	5
1.5 การผลิตเจลาติน	6
3. อุปกรณ์และวิธีทดลอง	12
4. ผลการทดลองและวิธีทดลอง	16
5. สรุปผลการทดลอง	21
ข้อเสนอแนะ	22
บรรณานุกรม	23
ภาคผนวก	24
ประวัติผู้เขียน	35

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. แสดงผลของกรดไฮโดรคลอริกและฟอสฟอริก ที่มีต่อหนังปลาเมื่อแช่นาน 24 ชม.และเจลาตินที่สกัดได้ 16
2. แสดงผลของการแช่หนังปลาในกรดฟอสฟอริก ที่ความเข้มข้น 1% ที่ระยะเวลาต่างๆกัน 17
3. แสดงผลการสกัดเจลาตินจากหนังปลาที่ผ่านการแช่กรดฟอสฟอริกที่ความเข้มข้น 1% เป็นเวลา 1 วันที่อุณหภูมิต่างๆกัน เป็นเวลา 5 ชม. 18
4. แสดงผลการสกัดเจลาตินที่อุณหภูมิ 70^{0}ซ ที่เวลาต่างๆกัน 19
5. แสดงผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเจลาตินชนิดต่างๆ 20

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	แสดงขั้นตอนการเตรียมหนังปลาอบแห้ง	13
2.	แสดงลำดับขั้นตอนการสกัดเจลาตินจากหนังปลา	14

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางที่ หน้า

1ค. ค่าทางสถิติของความแข็งแรงของเจลาติน ที่เตรียมได้จากวัตถุดิบ ปรับสภาพด้วยชนิดของกรด และความเข้มข้นต่างๆ 29

2ค. ค่าทางสถิติของความแข็งแรงของเจลาตินที่ได้จาก การเตรียมวัตถุดิบที่เวลาต่างๆกัน 29

3ค. ค่าทางสถิติของความแข็งแรงของเจลาตินเมื่อใช้อุณหภูมิ ในการสกัดต่างๆกัน 29

4ค. ค่าทางสถิติของความแข็งแรงของเจลาตินเมื่อใช้เวลา ในการสกัดต่างๆกัน 30

สารบัญรูปภาคผนวก

รูปที่		หน้า
1ง.	แสดงลักษณะหนังปลาแห้ง หนังปลาแช่กรด และเจลาตินที่ผลิตจากหนังปลา	31
2ง.	แสดงเจลาตินจากหนังปลาอบแห้งและเจลาตินผง	32
3ง.	แสดงเครื่องวัด Texture Analyser รุ่น TA-XT2	33
4ง.	แสดงลักษณะการวัดความแข็งแรงของเจล	34

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทที่ 1

บทนำ

เจลาตินเป็นสารโปรตีนที่มีคุณค่า ผลิตจากผลพลอยได้ของสัตว์ที่มีราคาถูก เช่น กระดูกและหนังสัตว์ เจลาตินมีความสำคัญในอุตสาหกรรมอาหารเป็นอย่างมากเช่น เป็นตัวที่ใช้เพิ่มความข้นหนืดในครีมและใช้เป็นสเตบิไลเซอร์ป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดโตในไอศกรีม ตลอดจนยังใช้เจลาตินเป็น setting agent อีกด้วย

ในการผลิตเจลาติน วัตถุดิบที่ใช้ส่วนใหญ่คือ หนังสัตว์ กระดูกสัตว์และเขาสัตว์ สำหรับหนังสัตว์นับว่าเป็นวัตถุดิบที่สำคัญและนิยมนำมาผลิตเพราะกรรมวิธีการผลิตค่อนข้างง่ายกว่าการใช้วัตถุดิบชนิดอื่นๆ

การทดลองผลิตเจลาติน วัตถุดิบที่นำมาใช้คือ หนังปลากราย ซึ่งเป็นผลิตผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมผลิตลูกชิ้นปลา จึงนับได้ว่าเป็นการนำเศษวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และเพิ่มมูลค่าแล้วยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียของโรงงานได้ส่วนหนึ่งด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเจลาตินจากหนังปลา
2. ศึกษาสมบัติของเจลาตินที่ผลิตได้

บทที่ 2

วารสารปริทรรศน์

2.1 คอลลาเจน(Collagen)

คอลลาเจนเป็นโปรตีนจำพวกเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดหนึ่งซึ่งจะพบมากใน กระดูก หนังและครีบของสัตว์ คอลลาเจนประกอบด้วย โมเลกุลย่อยของเส้นใยโปรตีนโทรโพคอลลาเจน(Tropocallagen) ซึ่งมีเส้นสายโปรตีน 3 เส้น พันกันเป็นเกลียวเส้นใย(Fibrill) โดยเส้นใยจะวางซ้อนกันตามแนวขนานเกิดเป็นชั้นแล้วเกิดเป็นเนื้อเยื่อขึ้นเส้นสายโปรตีนทั้ง 3 เส้นประกอบขึ้นด้วยกรดอะมิโนชนิดต่างๆที่สำคัญ คือ ไฮดรอกซีโพรลีน โพรลีนและไกลซีน การที่คอลลาเจนประกอบด้วยกรดอะมิโนที่มีกลุ่มอะมิโน 2 กลุ่ม หรือมีกลุ่มคาร์บอกซิล 2 กลุ่มเหล่านี้อยู่เป็นจำนวนมากเป็นผลให้การจัดตัวกันระหว่างโมเลกุลมีน้อย ความแข็งแรงของคอลลาเจนโมเลกุลเกิดจากการสร้างพันธะเชื่อมต่อกันทั้งภายในและระหว่างโมเลกุล (Inter และ Intra molacular cross-linkage)

สัตว์ที่มีอายุมากจะมีปริมาณพันธะเชื่อม(Cross linkage) เพิ่มขึ้นจึงทำให้คอลลาเจนมีความแข็งแรงมากขึ้น ลักษณะของคอลลาเจนโดยทั่วไปคล้ายคลึงกันจะต่างกันเพียงเล็กน้อยในองค์ประกอบของกรดอะมิโน ซึ่งเป็นผลทำให้คุณสมบัติของคอลลาเจนต่างกันไป ปัจจัยสำคัญที่พบว่ามีอิทธิพลคือสายพันธุ์และชนิดของเนื้อเยื่อ

คุณสมบัติที่สำคัญของคอลลาเจน(ณรงค์ นิยมวิทย์, 2538) คือ

1. เมื่ออยู่ในกรดหรือเบสเจือจาง คอลลาเจนไม่ละลายแต่จะพองตัว

2. ถ้าความเข้มข้นของกรดและเบสมากขึ้น พบว่าในสัตว์อายุน้อยจะมีปริมาณคอลลาเจนที่ละลายในกรดมากกว่าสัตว์อายุมาก

3. คอลลาเจนจะหดตัวลง 1 ใน 3 ของความยาวเดิม เมื่อถูกความร้อนประมาณ 60^{0}ซ ซึ่งระดับอุณหภูมิในการหดตัวหรือ shrink temperature จะเปลี่ยนแปลงมากน้อยตามชนิดของคอลลาเจน

4. ถ้าให้ความร้อนสูงกว่าอุณหภูมิที่ทำให้คอลลาเจนหดตัวลงได้ จะทำให้คอลลาเจนถูกไฮโดรไลซ์ไปเป็นเจลาตินแต่ทั้งนี้ต้องมีน้ำอยู่ด้วยในขณะให้ความร้อน

5. โดยทั่วไปคอลลาเจนประกอบด้วยกรดอะมิโนที่สำคัญคือ ไกลซีน 33 เปอร์เซ็นต์ไฮดรอกซีโพรลีน 10 เปอร์เซ็นต์ โพรลีน 12-15 เปอร์เซ็นต์ ไฮดรอกซีไลซีน น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ และอะลามีน 11 เปอร์เซ็นต์

2.2 โครงสร้างของเจลาติน

คอลลาเจนและเจลาตินมีโครงสร้างพื้นฐานคล้ายคลึงกัน ความแตกต่างของโปรตีนทั้ง 2 นี้เกิดจากชนิดของแหล่งของวัตถุดิบ การปรับสภาพของวัตถุดิบและขบวนการสกัดซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

ก) การปรับสภาพ (pretreatment) ของวัตถุดิบด้วยกรด มีผลทำให้โครงสร้างโปรตีนบางส่วนถูกกำจัดกลุ่ม เอไมด์(Amide) ออกไปจากกรดอะมิโนแอสพาราจิน(Asparagine) และกลูตามิน (Glutamin) เนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณของกรดแอสพาติกและกลูตามิก การเพิ่มจำนวนของกลุ่มคาร์บอกซีจะทำให้ไอโซอิเลคตริกพอยด์ลดลง ลักษณะเช่นนี้จะเกิดขึ้นได้ช้า แต่ปริมาณของการเปลี่ยนแปลงมีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของกระบวนการปรับสภาพนี้ การปรับสภาพโดยใช้กรดอ่อนเป็นที่ต้องการสำหรับหนังหมูจากหมูที่โตเต็มที่ และขจัดเพียงกลุ่มเอไมด์จำนวนน้อย การเตรียมโดยด่างจะมีผลอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงเอไมด์อย่างสมบูรณ์

ข) ในระหว่างการปรับสภาพวัตถุดิบด้วยด่างจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของอาจินิน(Arginin) ไปเป็นออนิทิน(Arnithin) โดยการสูญเสียกลุ่มยูเรียที่อยู่บริเวณสายโซ่ข้างๆของอาจินินเกิดขึ้น การเปลี่ยนแปลงนี้จะเกิดมากน้อยขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการปรับสภาพ พบว่าถ้าทำการปรับสภาพด้วยด่างที่เวลา 8- 10 สัปดาห์จะเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับ อาจินิน 3 เปอร์เซ็นต์แต่ถ้าใช้เวลานานถึง 4 – 8 เดือนจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นถึง 35 เปอร์เซ็นต์ การที่อาจินินถูกเปลี่ยนไปเป็นออนิทินเป็นผลให้คุณสมบัติของเจลาตินเปลี่ยนแปลงไป

2.3 คุณสมบัติของเจลาติน

เจลาตินประกอบด้วยโปรตีนที่มีความบริสุทธิ์สูงและสารประกอบอื่นที่ไม่ใช่โปรตีนซึ่งส่วนใหญ่เป็นเถ้าและความชื้นที่เหลืออยู่ เจลาตินมีลักษณะเป็นไฮโดรคอลลอยด์(Hydrocolloid) ที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวต่างจากสารประกอบชนิดอื่น บางครั้งอาจมีสารประกอบอื่นเจือปนบ้างเช่นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ซึ่งเป็นสารฟอกสีในขณะทำการสกัดและการระเหยแต่ไม่ใช่สารกันเสีย เจลาตินมีสารประกอบคาร์โบไฮเดรทอยู่เพียงเล็กน้อย 1 – 1.5 เปอร์เซ็นต์ โดยอยู่ในรูปของกลูโคสและกาแลคโตสเชื่อมต่อกับเจลาตินที่ตำแหน่งไฮดรอกซีโพรลีนที่เหลือ

คอลลอยด์ในเจลาติน

เจลาตินเป็นคอลลอยด์ที่อนุภาคคอลลอยด์มี affinity ต่อตัวกลางสูง เรียกว่า ไลโอฟิลิกคอลลอยด์(Lyophilic colliod) โดยส่วนใหญ่เป็นน้ำ จึงอาจเรียกว่าเป็นไฮโดรฟิลิกคอบบอยด์ เจลาตินสามารถอยู่ในสภาพสารละลาย เรียกว่า ซอล(sol) หรืออยู่ในสภาพกึ่งของแข็งเรียกว่า เจล(gel) และสามารถเปลี่ยนกลับไปมาได้(Reversible gel) ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในระยะเริ่มต้นเมื่อส่วนผสมถูกทำให้

ร้อนจะอยู่ในรูป ซอล เมื่อปล่อยให้เย็นลงซอลจะเปลี่ยนเป็นเจล โดยการเปลี่ยนแปลงความหนืด คือ ซอลจะเปลี่ยนเป็นของเหลวที่มีความหนืด ความหนืดของเจลจะขึ้นอยู่กับรูปร่างหรือโครงสร้างของอนุภาคของคอลลอยด์ ถ้าโมเลกุลของอนุภาคเป็นสายยาวจะทำให้แรงเสียดทานระหว่างอนุภาคและตัวกลางสูง ความหนืดของ ซอล ก็จะสูงเมื่อโมเลกุลของอนุภาคคอลลอยด์เข้ามาอยู่ใกล้กันและจับกันแน่นขึ้น ซอล จะมีความหนืดเพิ่มขึ้นเกิดลักษณะกึ่งของแข็งที่สามารถคงตัวได้(Rigidity) เรียกสถานะนี้ว่า เจล เจลเป็นสารละลายของโพลิเมอร์ชนิดเป็นสาย (Thread like molecule) และจะเกิดพันธะ (Crosslink) ขึ้น เมื่ออนุภาคคอลลอยด์มาเกาะกันเป็นคู่และแต่ละคู่จะจับรวมกันเป็นผลึก(Crystallite) แล้วเพิ่มขนาดขึ้นเรื่อยๆ โดยผลึกหนึ่งจะไปจับคู่กับอีกผลึกหนึ่งเกิดเป็นโครงสร้างเจลที่มีลักษณะเป็น Brush Hesp Fibrilar ที่โมเลกุลจำนวนมากจับตัวกันแน่นเป็นโครงสร้างตาข่าย(Net work) โดยมีโมเลกุลของตัวกลางคือ น้ำซึ่งเคลื่อนที่ไม่ได้แทรกตัวอยู่ระหว่างโมเลกุลของคอลลอยด์ดภายในโครงสร้างตาข่ายนั้น ทำให้เจลแข็งตัวและมีรูปร่างแน่นอน

ค่า บลูม

เป็นหน่วยการวัดค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินโดยใช้เครื่องวัดความแข็งแรงซึ่งใช้แรงกดของหัววัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.7 มม. กดลงที่ผิวหน้าของเจลของเจลาตินที่มีความเข้มข้น 6.67 เปอร์เซ็นต์ ที่ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 10^{0}ซ เป็นเวลา 18 ชม. เป็นระยะทาง 4 มม.

การเตรียมเจลาติน 6.67 เปอร์เซ็นต์ ทำได้โดยการใช้เจลาติน 7.5 กรัม เติมน้ำ 105 มม. เพื่อให้เจลาตินพองตัว จากนั้นนำไปให้ความร้อนเพื่อทำให้เจลาตินละลายที่อุณหภูมิ 65^{0}ซ เป็นเวลา16-18 ชม. ก่อนนำไปวัดค่าความแข็งแรงของเจลาตินด้วยเครื่อง Bloom Gelometer

เจลาตินทางการค้ามีชนิดตั้งแต่ 75-300 บลูม การแบ่งเกรดเจลาตินออกเป็น 3 เกรดคือ เจลาตินที่มีบลูมสูงที่ 220-300 บลูม เจลาตินที่มีบลูมปานกลางที่ 110-220 บลูม เจลาตินที่มีบลูมต่ำที่ 75-110 บลูม

ขนาดของอนุภาคและความสามารถในการละลาย

เจลาตินในสภาพปกติไม่สามารถละลายในน้ำเย็นได้แต่สามารถพองตัวและดูดซับน้ำได้ 10 เท่าของน้ำหนัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคด้วย พบว่าเจลาตินที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ความสามารถในการละลายจะน้อยกว่าเจลาตินอนุภาคขนาดเล็ก แต่การเกิดฟองของเจลาตินอนุภาคขนาดเล็กจะมากกว่า

แอคติวิตีของผิวสัมผัส (surface activity)

โดยทั่วไปมักจะนำคุณสมบัติด้านความไวของผิวสัมผัสของเจลาตินมาใช้ในการผลิตเพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราการเติบโตของผลึกน้ำตาลและน้ำแข็งเพื่อทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ และอาจนำไปใช้ในการทำอิมัลชั่น เช่น มายองเนส

ความหนืด

ค่าความหนืดของเจลาติน ขึ้นอยู่กับ

1. อุณหภูมิ ที่อุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส ความหนืดจะลดลงแบบเอกซ์โปเนนเชียล
2. ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความหนืดจะมีค่าต่ำสุดที่จุดไอโซอิเล็กทริกพอยต์
3. ความเข้มข้น ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับค่าความหนืดในแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล
4. ความหนืดจำเพาะของเจลาติน (Specific Viscosity) ซึ่งวัดโดยใช้เครื่อง BSI U-tube Viscometer
5. ความแข็งแรงของไอออน (ionic strength)

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติของเจลาติน

2.4.1 ความเข้มข้นของเจลาติน ค่าความเข้มข้นของเจลาตินมีผลต่อค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินโดยแปรผันตรงกับความเข้มข้นของเจลาตินโดยทั่วไปเจลาตินที่ใช้ในอุตสาหกรรมมีค่าความแข็งแรงของเจลอยู่ระหว่าง 100-250 บลูม

2.4.2 ความเป็นกรดด่างของสารละลาย ปกติความเป็นกรดด่างของสารละลายเจลาตินจะมีค่าอยู่ในช่วง พีเอช 4.0-9.0 ที่พีเอชต่ำกว่าหรือสูงกว่าช่วงนี้จะมีผลต่อค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินและค่าความเป็นกรดด่าง จะมีผลต่อสารละลายเจลาตินที่เข้มข้นน้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่สารละลายเจลที่ความเข้มข้นสูงกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ค่าความเป็นกรดด่างจะไม่มีผลต่อความแข็งแรงของเจลาติน ความเข้มข้นมาตรฐานของเจลาตินทางการค้าที่ใช้แยกชนิดของเจลาตินคือที่ความเข้มข้น 6.67 เปอร์เซ็นต์

2.4.3 กรดและอุณหภูมิในการเกิดเจล ค่าความแข็งแรงของเจลาตินจะขึ้นอยู่กับเวลาและอุณหภูมิโดยสภาวะในการเตรียมเจลที่อุณหภูมิ 10 ^{o}ซ เป็นเวลา 16-18 ชม. พบว่าถ้าให้ความเย็นแก่เจลาตินอย่างรวดเร็ว จะมีผลทำให้ตำแหน่งต่างๆของพันธะไฮโดรเจนภายในโครงสร้างไม่สามารถเป็นเส้นตรงได้เองและที่อุณหภูมิที่สูงกว่าจุดเกิดเจลจะทำให้ค่าความแข็งแรงของเจลต่ำกว่าปกติ

2.4.4 จุดหลอมเหลว คุณภาพของการรับรสและกลิ่นของเจลาตินจะขึ้นกับจุดหลอมเหลวของเจลาตินซึ่งจะเปลี่ยนตามปัจจัยต่างๆดังนี้คือ ความเข้มข้นของเจลาติน ชนิดของเจลาตินและค่าความหนืดของเจลาติน

2.4.5 สารประกอบน้ำหนักโมเลกุลต่ำ สิ่งเจือปนที่ละลายอยู่ในสารละลายเจลาตินทำให้เจลของเจลาตินมีความอ่อนตัวลงหรือมีความแข็งแรงมากขึ้น ซึ่งให้ค่าความแข็งแรงของเจลของ เจลาตินมีความผิดพลาดไปเช่น แร่ธาตุ

2.5 การผลิตเจลาติน

การสกัดเจลาตินจากหนังปลาทำได้ง่ายกว่าสกัดจากวัตถุดิบอย่างอื่นเช่นกระดูก เพราะการสกัดเจลาตินจากหนังปลาไม่ต้องผ่านขั้นตอนการกำจัดแร่ธาตุ เช่น พวกแคลเซียมจึงสามารถนำหนังปลามาปรับสภาพแล้วสกัดได้เลย (Holzer.1996)

การเตรียมการก่อนการสกัด(Preatreament)

(Holzer.1996)ได้กล่าวถึงเจลาตินที่สกัดได้จากหนังปลามี gel strength สูงกว่า 300 บลูม มีปริมาณ yield สูง โดยต้องทำการปรับสภาพคอลลาเจนหนังปลาด้วยสารละลายด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 19 กรัม $Ca(OH)_2$/น้ำ 1 ลิตร/1 กิโลกรัมของหนังปลา Tilapia เป็นเวลา 10-60 วัน โดยช่วงที่เหมาะสม อยู่ระหว่าง 2-4 สัปดาห์ หนังปลาที่มีปริมาณไขมันสูง จะต้องใช้ความเข้มข้นของสารละลายด่าง 50 กรัม $Ca(OH)_2$/น้ำ 1 ลิตร/1 กิโลกรัมของหนังปลา เพื่อป้องกันไม่ให้หนังปลาเน่าเสีย แต่สำหรับหนังปลาที่สามารถสกัดเจลาตินได้ง่าย เช่น Nile perch จะใช้เวลาในการปรับสภาพ 3-10 วัน ที่ความเข้มข้น 15 กรัม $Ca(OH)_2$/น้ำ 1 ลิตร/1 กิโลกรัมของหนังปลา

ค่าความแข็งแรงของเจลจะถูกทำลายได้เมื่อใช้สารละลายด่างแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นมากกว่า 100 กรัม $Ca(OH)_2$/น้ำ 1 ลิตร/1 กิโลกรัมของหนังปลาและหรือใช้เวลาในการปรับสภาพมากกว่า 4 สัปดาห์ การปรับสภาพด้วยกรดหลังจากที่แช่ด่างจะทำให้ bloom strength ที่ถูกทำลายไปในขั้นตอนการแช่ด่างที่นานเกินไปกลับคืนมา

Kim และคณะ(1995)ได้กล่าวถึงการเตรียมหนังปลาโดยใช้เอทธานอลว่าเจลาตินจากหนังปลาที่ผ่านการปรับสภาพด้วยเอทธานอลได้รับความสนใจนำมาใช้ในส่วนผสมของอาหารแต่ต้องได้รับการตรวจสอบปริมาณ ethanol ที่เหลืออยู่ โดยเจลาตินที่เตรียมจากครีบปลาพบว่าสภาวะในการเกิดเจล (ความเข้มข้นของเจลาติน , pH , เวลาและอุณหภูมิในการเซทตัว) มีผลต่อคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของเจลาติน(gel strength , อุณหภูมิในการเกิดเจล ,ความหนืด , สี) โดยคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของเจลจะมีผลต่อการปรับปรุงชนิดของ gel และการเพิ่มความเข้มข้นของเจล โดยจะมีผลกับเจลาตินที่มีความเข้มข้น

สูงสุด 10 เปอร์เซ็นต์ pH 6.0 สำหรับเจลาตินที่ผ่านการปรับสภาพด้วยเอทธานอลและ pH 5 สำหรับ เจลาตินที่ไม่ผ่านการปรับด้วยเอทธานอลเวลาและอุณหภูมิในการเซทตัวมีผลต่อ gel strength จุดหลอมเหลว และค่าสีของเจลาตินทั้งเจลาตินที่ผ่านและไม่ผ่านการปรับด้วยเอทธานอล

การเตรียมเจลาตินโดยปรับสภาพด้วย เอทธานอลจะทำให้เจลมีความแข็งแรงมีจุดหลอมเหลวสูงและการเซทตัวดีกว่าเจลาตินที่ไม่ได้ผ่านการปรับสภาพด้วยเอทธานอล

วัตถุประสงค์ของการเตรียมการก่อนการสกัดคือ การทำให้คอลลาเจนที่มีอยู่ในวัตถุดิบเกิดการพองตัว ทำให้สามารถเปลี่ยนคอลลาเจนเป็นเจลาตินได้ง่ายขึ้น และยังขจัดสารที่ยังไม่ต้องการ เช่น โปรตีนที่ไม่ใช่คอลลาเจน ทำให้เจลที่ได้มีสีใสขึ้น(Ward,1977)

การเตรียมการก่อนการสกัดเป็นการเตรียมคอลลาเจนให้เปลี่ยนเป็นเจลาตินได้ง่ายขึ้น สามารถทำได้ 3 วิธีคือ

1. กระบวนการใช้ด่าง(Alkaline Process , Liming Process) เจลาตินที่ได้จากกระบวนการใช้ด่างเรียกว่า เจลาตินชนิดบี(type-B gelatin)

กระบวนการใช้ด่าง คือการแช่วัตถุดิบในสารละลายด่างความเข้มข้นร้อยละ 2-5 โดยน้ำหนักขึ้นกับขนาดและธรรมชาติของวัตถุดิบ วัตถุประสงค์ของกระบวนการนี้คือ ทำลายพันธะทางเคมีที่ยังหลงเหลืออยู่ในคอลลาเจนและจำกัดสารที่ไม่ต้องการ เช่น โปรตีนอื่นที่ไม่ใช่คอลลาเจน ระยะเวลาการใช้ด่างนี้ พันธะโควาเลนต์ระหว่างคอลลาเจนอาจถูกทำลายโดยเฉพาะเมื่อแช่ด่างเป็นเวลานานซึ่งอาจจะทำลายพันธะเปปไทด์ด้วย

กระบวนการใช้ด่างที่ใช้เวลานานแม้จะให้ความแข็งแรงของบลูมสูงแต่ปริมาณเจลาตินที่ได้จะต่ำเพราะแอมโมเนียจะถูกปลดปล่อยจากหมู่เอไมด์ หมู่คาร์บอกซิลจากแอสพาราจิน เมื่อจำนวนพันธะลดลงทำให้อุณหภูมิการหดตัวลดลงซึ่งมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เจลาตินที่ได้กระบวนการใช้ด่างจะใช้เวลานานมากแต่มีวิธีที่จะช่วยลดระยะเวลาในการใช้ด่างคือ การเติม peptizing substance เช่น ยูเรีย แอมโมเนีย(NH_3) ในสารละลายด่าง

หลังจากผ่านกระบวนการใช้ด่างจะแยกคอลลาเจนที่ได้มาทำให้เป็นกลางในน้ำธรรมดาซึ่งสามารถกำจัดด่างได้แค่ผิวหน้าเท่านั้น การกำจัดด่างในรูขุมขน ทำโดยการล้างอีกครั้งหนึ่งด้วยสารละลายกรด เช่น กรดไฮโดรคลอริก กรดฟอสฟอริก ซึ่งจะทำเมื่อล้างน้ำจนค่าความเป็นกรด ด่างเป็น 9-10

2. กระบวนการใช้กรด(Acid Process) เจลาตินที่ได้จากกระบวนการการใช้กรดเรียกว่าเจลาตินชนิดเอ(type-A gelatin) กระบวนการใช้กรดเป็นที่นิยมใช้กันมากเหมาะกับวัตถุดิบพวกหนังหมู และ โอเซอิน จากกระดูกลูกวัว วิธีการใช้กรดเป็นวิธีที่ได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องจาก

-ใช้ระยะเวลาเพียง 10-48 ชั่วโมงเท่านั้น

-น้ำเสียจากกระบวนการน้อยกว่ากระบวนการใช้ด่าง

กรดที่นิยมใช้ในกระบวนการคือ กรดไฮโดรคลอริก กรดฟอสฟอริกและกรดซัลฟูริก หรือของผสมของกรดเหล่านี้ กระบวนการใช้กรดจะสมบูรณ์โดยสังเกตุจากการพองตัวของวัตถุดิบที่ใช้ ระยะเวลาในการแช่กรดจะขึ้นกับธรรมชาติของวัตถุดิบ ความเข้มข้นของกรดและอุณหภูมิ

3. กระบวนการใช้เอนไซม์(Enzymatic Process) วิธีการใช้เอนไซม์เป็นวิธีที่ค่อนข้างใหม่และมีประสิทธิภาพเนื่องจากเอนไซม์มีความจำเพาะต่อสับเสตรท(substrate) สูงจึงใช้ปริมาณเอนไซม์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

การสกัดเจลาติน(Gelatin extraction)

การสกัดเป็นการเปลี่ยน โอเซอิน เป็นเจลาตินโดยใช้น้ำร่วมกับความร้อนในสภาวะความเป็นกรด ด่างที่เหมาะสมซึ่งขึ้นกับวิธีการเตรียมก่อนการสกัด

การสกัดมีหลักการคือ อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดต้องมากกว่าอุณหภูมิหดตัวของคอลลาเจนแต่ไม่สูงพอที่จะทำลายโปรตีนได้ การสกัดเป็นการทำลายพันธะไฮโดรเจนซึ่งเป็นพันธะที่ทำให้คอลลาเจนคงตัว ประสิทธิภาพการสกัดนอกจากจะขึ้นกับวัตถุดิบแล้วยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและสภาพความเป็นกรด ด่าง โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมในกาสกัดคือ 60-90^{0}ซ ค่าความเป็นกรด ด่างอยู่ระหว่าง 4-7

วิธีการสกัดเป็นการทำลายพันธะไฮโดนเจนเพื่อให้ได้เจลาตินสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

1. เพิ่มอุณหภูมิให้แก่คอลลาเจนอย่างน้อยให้ถึงที่มันหดตัว วิธีการนี้เป็นที่นิยมมากในทางอุตสาหกรรม

2. สกัดที่อุณหภูมิห้องโดยใช้ตัวทำลายพันธะไฮโดรเจน วิธีนี้เป็นที่น่าสนใจทางทฤษฎีเท่านั้น

การศึกษาการผลิตเจลาตินจากหนังหมูของชิดชม วิทวัสวงศ์และคณะ(2535) พบว่าการสกัดเจลาตินโดยอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดเจลาตินจะอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 55-100^{0}ซ ซึ่งจะทำให้โปรตีนคอลลาเจนถูกไฮโดรไลซ์เป็นเจลาติน โปรตีนเจลาตินมีคุณสมบัติในการละลายน้ำจะแยกออกจากโปรตีนคอลลาเจนซึ่งไม่ละลายในน้ำ จึงสามารถสกัดเจลาตินออกมาได้ การใช้อุณหภูมิในการสกัดสูงเกินไปถึง 80^{0}ซ จะทำให้เจลาตินที่ผลิตได้มีคุณภาพต่ำ คือจะให้เจลไม่คงรูปและมีสีคล้ำ ส่วนมากจึงนิยมสกัดเจลาตินที่ช่วงอุณหภูมิต่ำเพราะจะได้เจลาตินที่มีคุณภาพดี คือ gel strength สูง สีไม่คล้ำและได้ผลผลิตดีกว่ากว่าการสกัดที่อุณหภูมิสูง ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 60^{0} ซ ส่วนระยะเวลาไม่ควรจะนานเกินไป เพราะจะทำให้เจลาตินถูกทำลายจะสลายตัวได้ง่ายและเสียสมบัติในการเป็นเจลไป

การสกัดเจลาตินนอกจากจะต้องคำนึงถึงอุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัด แล้วพีเอชในการสกัดก็เป็นสิ่งหนึ่งที่ควรคำนึงถึง Veis (1964) กล่าวว่า การสกัดเจลาตินที่ พีเอช 4 จะทำให้สารพวก non-collagen protein และ mucopolysaccharide ตกตะกอนในระหว่างการสกัด ทำให้เจลาตินที่ผลิตได้ค่อนข้างบริสุทธิ์

การทำแห้ง (Drying)

การทำแห้งเป็นการกำจัดน้ำออกจากสารละลายเจลาตินเหลว เพื่อสะดวกในการเก็บรักษาและการนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆ วิธีการทำแห้งสามารถทำได้หลายวิธีเช่น การใช้ตู้อบลมร้อนธรรมดาโดยอบที่อุณหภูมิไม่สูงเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของเจลาติน หรือการใช้เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray dryr) และเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (Fluidized bed dryer) การเลือกวิธีทำแห้งที่เหมาะสมควรคำนึงถึงสภาพของเจลาตินที่ได้ วิธีการทำแห้งที่ดีต้องไม่ทำลายเจลาตินนอกจากนั้นยังต้องคำนึงถึงต้นทุนและค่าใช้จ่ายต่างๆ รวมทั้งความสะดวกในการควบคุมระบบทำงานของเครื่องมือ

วิธีทำแห้งอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในทางอุตสาหกรรม คือการทำให้สารละลายเจาตินอยู่ในรูปเจล โดยใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดพิเศษแล้วผ่านแม่พิมพ์เพื่อตัดให้เป็นเส้น จากนั้นผ่านเส้นเจลไปยังอุโมงค์แห้ง ในระบบสายพานแบบต่อเนื่อง ภายในอุโมงค์จะมีอากาศที่ปราศจากความชื้นที่มีอุณหภูมิสูง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำแห้ง โดยวิธีนี้ควรจะมีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 8-12 (Lundquist,1972) เจลาตินจากการทำแห้งจะถูกส่งไปยังโรงบดเพื่อบดเป็นผงละเอียดและแยกตามเกรดต่าง ๆ ขนาดของผงเจลาตินเป็นปัจจัยสำคัญของอัตราการละลายของเจลาตินในสารละลายต่าง ๆ การพองตัวและการดูดน้ำของเจลาตินจะขึ้นกับขนาดของผลึกเจลาติน หรือพื้นที่ผิวต่อหน่วยน้ำหนัก การเลือกใช้เจลาตินในอุตสาหกรรมต่าง ๆ จึงควรคำนึงถึงปัจจัยนี้ด้วย

เจลาตินที่บดละเอียดแล้ว จะถูกบรรจุในภาชนะที่ไม่ยอมให้อากาศเข้าไปได้ เพื่อรอการจำหน่ายต่อไป(Anomous,1984)

เจลาตินในอุตสาหกรรมอาหาร

ในอุตสาหกรรมอาหารได้นำเจลาตินมาใช้ประโยชน์มากมาย เช่น Jelling agent , สารให้ความคงตัว (Stabilizer) , สารเชื่อม (Binder) , สารทำให้เกิดฟองในขนมหวาน (Foaming agent) สารที่ให้ผลึกเล็ก ๆ ในอาหารแช่แข็งเป็นต้น

1. Jelling agent

เจลาตินเป็น Reverssible gel เพราะมีจุดหลอมเหลวต่ำและเนื่องจากจุดหลอมเหลวต่ำนี้เอง ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ที่มีลักษณะละลายในปาก (Melt in mout) และมีลักษะณะที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการ เยลลี่ที่ทำจากเจลาตินจะมีความยืดหยุ่น และมีลักษณะเหมือนยาง (Elastic and Rubbery) มากกว่าเจลจาก

Jelling agent อื่น ๆ เช่น Poctin นอกจากนี้ในผลิตภัณฑ์คัสตาร์ด เจลาตินจะทำให้พื้นที่ผิวถูกตัดมีลักษณะเรียบ มากกว่า Alinate

2. Emulsifier

เจลาตินเป็น Oil in water emulsifier ซึ่งนำมาใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ดังนี้ ใน Whipped cream เติมเจลาติน 0.35 % จะช่วยเป็นสารให้ความคงตัว (Stebilizer) และสามารถลดการสูญเสียไขมันได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการผลิต Mock cream จากไขมันนมและน้ำตาล ส่วนผลิตภัณฑ์ทางด้านเนื้อสัตว์ จะใช้เจลาตินเพื่อเป็น Emulsifier ในซุบต่าง ๆ เช่น Cream soup , Pastes soups หรือใช้ในมายองเนส

3. Thinkener

การใช้เจลาติน เพื่อเพิ่มความข้นหนืด พบมากในไอศกรีม โดยใช้ 0.1% ของเจลาตินเพื่อเพิ่มความหนืดของน้ำเชื่อม ให้กลิ่นรส (Flavering syrup) (Gerrard,1968) หรือใช้บรรจุกระป๋อง

4. Binder

ใน lozenge เป็นผลิตภัณฑ์ประเภท Cream past แต่แข็งกว่า Sugar paste จะใส่เจลาตินเพื่อให้ผลิตภัณฑ์คงตัวในน้ำเชื่อม

5. Finning

คุณสมบัติการเป็น Finning agent ของเจลาติน ใช้ในน้ำผลไม้ ไวน์ น้ำส้มสายชู เจลาตินจะทำปฏิกิริยากับแทนนิน แล้วตกตะกอน และมีผลช่วยจับสารที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขุ่นตกตะกอนลงมาด้วย ปริมาณของเจลาตินที่ใช้ประมาณ 1.5-5 ออนซ์ต่อ 100 แกลลอน เติม 1.5-5 ออนซ์ของแทนนินด้วย

6. Stebilizer

เจลาตินจะใช้เพื่อลดขนาดผลึกหรือป้องกันการตกผลึกของน้ำตาล ซึ่งมีผลต่อผลึกของน้ำแข็ง เมื่อสารละลายเป็นน้ำแข็ง ในการผลิต Marshmallow จะใช้เจลาตินประมาณ 1.5 % เพื่อป้องกันการตกผลึก

- ไอศกรีม เจลาตินในไอศกรีม ใช้เพื่อป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่นอกจากนั้นยังลดอัตราการละลาย ทำให้ไอศกรีมมีความคงตัวและเนื้อสัมผัสเนียน ถ้าใช้เจลาตินน้อยไป ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเนื้อหยาบ เหลว และร่วน แต่ถ้าใส่มากจะทำให้เหนียว

- โยเกิร์ต เจลาตินในโยเกิร์ตใช้เพื่อลดปริมาณการเกิด Synnerresis เป็นการไหลซึมของของเหลวที่เป็นส่วนประกอบของเจลเนื่องจากเมื่อเก็บไว้ในตู้เย็นจนเกิดการหดตัว

7. Whipping agent

-ใช้ในการผลิต Mashmallow โดยผสมน้ำเชื่อมที่มีเจลาติน 2-3 เปอร์เซ็นต์ และ น้ำ 18-25 เปอร์เซ็นต์ แล้วเติมอากาศเข้าไป

-ใช้ในการผลิต Naugat ซึ่งเป็นของหวานลักษณะเดียวกับตังเม

-ใช้ในการผลิต Frappes โดยการผสมน้ำเชื่อม ไข่ขาวและเจลาติน แล้วนำมาตีให้ขึ้นฟู

8. Foaming agent

การทำเจลาตินโฟม เริ่มจากละลายเจลาตินแล้วปล่อยให้มีความหนืดเท่ากับความหนืดของ Whipping cream แล้วตีด้วย Rotary beater เพื่อทำให้เกิดโฟมอย่างรวดเร็ว ลักษณะของโฟมที่ดีต้องมีเนื้อสัมผัสที่เนียนและสม่ำเสมอ ไม่มี Gelatinous particle และมีปริมาตรเพิ่มขึ้น 3 เท่าจากปริมาตรเริ่มต้น ในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีการเติมกลิ่นรสควรเติมกลิ่นรสที่หอมกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมเจลาตินชนิดอื่นๆ เพราะจะทำให้เกิดโฟมทำให้ความเข้มข้นของสารให้กลิ่นรสลดลง

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 หนังปลากราย

3.1.2 เจลาตินทางการค้า ชนิด 150 บลูม

3.2 สารเคมี

3.2.1 สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1,3 และ 5 เปอร์เซ็นต์

3.2.2 สารละลายกรดฟอสฟอริกเข้มข้น 1,3 และ 5 เปอร์เซ็นต์

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

3.3.1 บีกเกอร์ขนาดต่างๆ

3.3.2 ขวดโหล

3.3.3 แท่งแก้ว

3.3.4 กระบอกตวง

3.3.5 เทอร์โมมิเตอร์

3.3.6 กะละมัง

3.3.7 ผ้าขาวบาง

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.4.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก

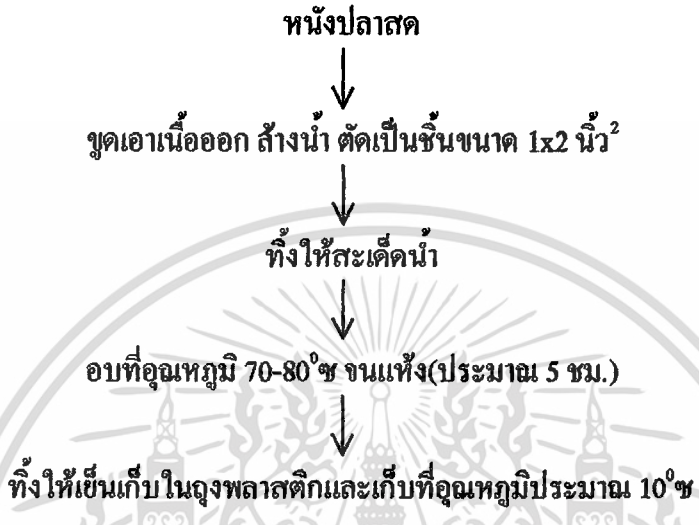
3.4.2 เครื่องวัด pH

3.4.3 เครื่องวัดความแข็งแรงของเจล TEXTURE ANALYSER รุ่น TA-XT2

3.4.4 เครื่องวัดความหนืด BROOKFIELD DIGITAL RHEOMETER DV-111

3.5 วิธีการทดลอง

3.5.1 การเตรียมวัตถุดิบเพื่อใช้ในการทดลอง

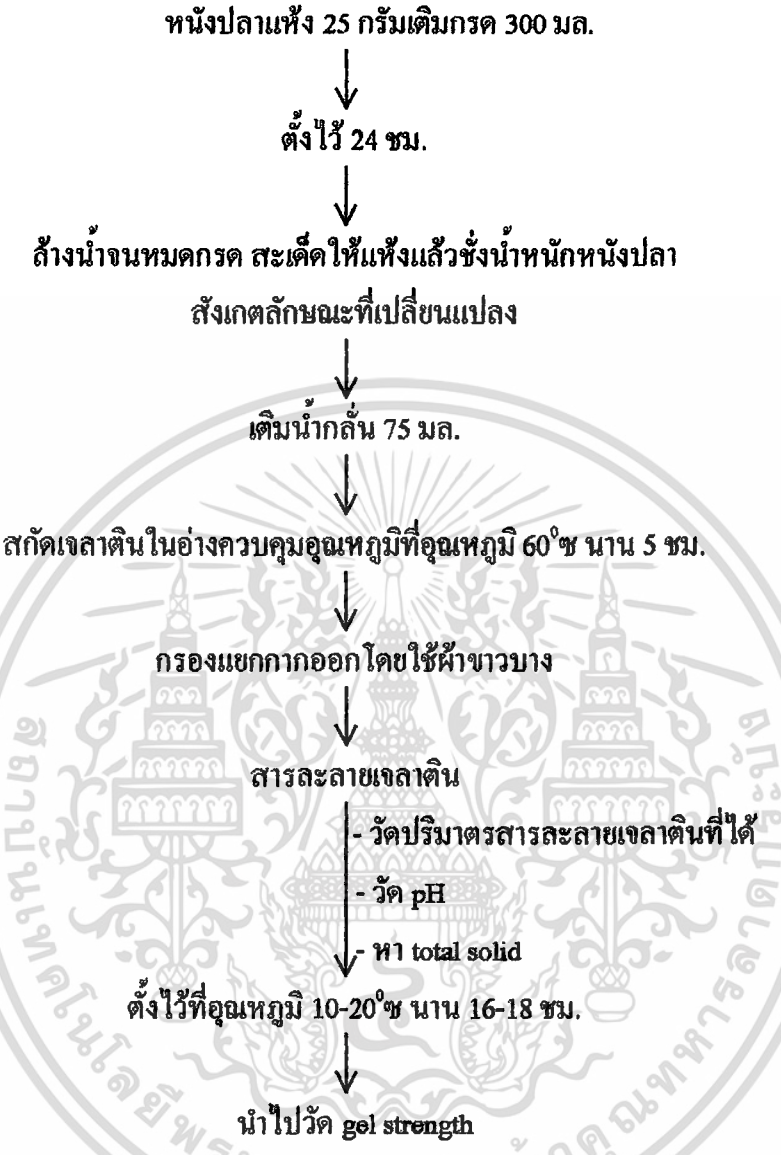


ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการเตรียมหนังปลาอบแห้ง

3.5.2 การทดลอง

3.5.2.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเตรียมหนังปลาด้วยกรดก่อนการสกัด

3.5.2.1.1 ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและกรดฟอสฟอริกในการเตรียมหนังปลาก่อนการสกัดโดยใช้ความเข้มข้นของกรดที่ 1,3 และ5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยปฏิบัติการต่างๆตามแผนภูมิต่อไปนี้



ภาพที่ 2 แผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนการสกัดเจลาตินจากหนังปลา

3.5.2.1.2 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมของการแช่กรด ในการเตรียมหนังปลาก่อนการสกัด ทำการทดลองเหมือน 3.5.2.1.1 โดยเลือกใช้กรดและความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ให้ค่าผลผลิตและ gel strength ที่ดีใช้เวลาในการแช่กรดในช่วงเวลาต่างๆกันคือ 1,2,3 และ 4 วันตามลำดับ

3.5.2.2 ศึกษาขั้นตอนในการสกัดเจลาตินที่เหมาะสม

3.5.2.2.1 ศึกษาการใช้อุณหภูมิในการสกัดเจลาตินที่อุณหภูมิ 60 , 65 และ 70°ซ ตามลำดับโดยใช้เวลาในการสกัด 5 ชม.

3.5.2.2.2 ศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการสกัดเจลาติน โดยใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมจากการทดลอง 3.5.2.2.1 ทำการสกัดเจลาตินที่เวลา 1,3,5 และ 7 ชม. ตามลำดับ

3.5.2.3 ศึกษาสมบัติของเจลาตินที่สกัดได้ ดังนี้

ทำการผลิตเจลาตินโดยใช้สภาวะต่างๆที่เหมาะสมตามที่ได้ศึกษาแล้วข้างต้น นำเจลาตินที่ได้มาทำแห้งที่อุณหภูมิ 65-70^{0}ซ เป็นเวลา 10 ชม.และบดให้ละเอียด จากนั้นศึกษาเปรียบเทียบสมบัติของเจลาตินก่อนและหลังทำแห้งในแง่ต่างๆคือ

ก. ค่า pH

ข. ความหนืด

ค. gel strength

ง. เปอร์เซ็นต์ผลผลิต

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเตรียมหนังปลาด้วยกรดก่อนการสกัด

4.1.1 การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและสารละลายเจลาตินที่สกัดได้แสดงดังตาราง

ตารางที่ 1 แสดงผลของกรดไฮโดรคลอริกและฟอสฟอริกที่มีต่อหนังปลาเมื่อแช่นาน 24 ชม. และเจลาตินที่สกัดได้

กรดที่แช่	ลักษณะหนังปลาที่แช่กรด	ปริมาณผลผลิต (กรัม/หนังปลา100กรัม)	พีเอช	TS (%)	Gel strength (กรัม)	ลักษณะเจล
HCl 1%	ไม่พองแข็ง	27.65	3.95	4.36	71.05	สีขาวขุ่น
HCl 3%	ไม่พองแข็ง	22.32	3.47	4.23	110.1	ขาวขุ่นเข้ม
HCl 5%	หนาเล็กน้อย	22.41	3.42	4.67	111.5	สีเข้มมาก
H_3PO_4 1%	พองตัวหนาขึ้น	21.99	4.69	4.76	117.7	ขาวขุ่น
H_3PO_4 3%	พองตัวหนาขึ้น	25.55	3.47	3.30	71.4	ขาวขุ่นเข้ม
H_3PO_4 5%	พองตัวหนาขึ้น	28.80	2.97	3.52	70.6	สีเข้มมาก

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าหนังปลาที่แช่กรดฟอสฟอริก มีลักษณะพองตัวเกิดขึ้นโดยกรดฟอสฟอริกที่มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้หนังปลามีการพองตัวเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ พบว่ากรดนี้มีความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์จะทำให้การคลายตัวของโปรตีนคอลลาเจนเกิดขึ้นได้เพียงพอ เมื่อนำไปสกัดแล้วได้เจลาตินที่มีคุณภาพดี แต่ถ้าใช้กรดที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นจะมีผลทำให้แรงยึดเกาะในโปรตีนคอลลาเจนถูกทำลายและโครงสร้างนิ่มและคุณสมบัติของคอลลาเจนเสียไป ซึ่งเมื่อนำไปสกัดเจลาติน เจลาตินที่ได้คุณภาพจะต่ำลง

สำหรับการใช้กรดไฮโดรคลอริก เพื่อเตรียมหนังปลาก่อนการสกัดพบว่าให้ผลคล้ายคลึงกันดังนี้ พบว่ากรดไฮโดรคลอริกที่ความเข้มข้นมากขึ้นจะมีผลทำให้โปรตีนคอลลาเจนเกิดการคลายตัว เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ทำให้หนังปลามีลักษณะพองตัวเกิดขึ้นแต่กรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นจะมีผลทำให้เจลาตินที่สกัดได้มีสีเข้มซึ่งแสดงว่าเจลาตินมีคุณภาพด้านสีด้อยลงถึงแม้จะมีความแข็งของเจลาตินสูงขึ้นก็ตาม

ผลของสารละลายต่อความแข็งแรงของเจลาตินพบว่า หนังปลาที่แช่สารละลายกรดต่างชนิดกันและที่ความเข้มข้นต่างกันจะให้ค่าความแข็งแรงของเจลาตินแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ความเข้มข้นของสารละลายกรด ฟอสฟอริก 1 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าความแข็งแรงของเจลาตินมากที่สุดเป็น 117.7 กรัม และเมื่อใช้ความเข้มข้นของกรดฟอสฟอริกมากขึ้นจะทำให้ค่าความแข็งแรงของเจลาตินลดลง ส่วนเจลาตินที่ได้จากการแช่กรดไฮโดรคลอริกจะให้ค่าความแข็งแรงของเจลาตินเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกมากขึ้น

ผลของสารละลายกรดต่อปริมาณผลผลิตเจลาตินจากหนังปลา ที่แช่ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกจะให้ปริมาณผลผลิตสูง เมื่อใช้กรดไฮโดรคลอริก 1 เปอร์เซ็นต์จะทำให้ได้ผลผลิตของเจลาตินสูงเป็น 27.65 กรัม/หนังปลา 100 กรัม ขณะที่หนังปลาที่แช่ด้วยสารละลายกรดฟอสฟอริกจะให้ผลผลิตสูงขึ้น เมื่อใช้สารละลายกรดที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น โดยที่ความเข้มข้นของกรดฟอสฟอริก 5 เปอร์เซ็นต์ จะให้ปริมาณผลผลิตสูงเป็น 28.80 กรัม/หนังปลา 100 กรัม

ดังนั้นการพิจารณาใช้กรดแช่หนังปลาก่อนการสกัดจะเลือกใช้กรดฟอสฟอริกที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เพราะเป็นความเข้มข้นที่ต่ำและเพียงพอที่ทำให้โครงสร้างของโปรตีนคอลลาเจนเกิดการเปลี่ยนแปลงในขั้นต้นได้ดี แล้วเมื่อนำมาสกัดเจลาตินที่มีคุณภาพดีถึงแม้จะให้เจลาตินที่ได้มีสีอ่อน ซึ่งเมื่อนำไปผ่านขั้นตอนการทำแห้งต่อไปจะไม่เป็นปัญหาต่อการผลิต

4.1.2 การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมของการแช่กรด ในการเตรียมหนังปลาก่อนการสกัดด้วยสารละลายกรดฟอสฟอริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 , 2 , 3 และ 4 วัน ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงผลของการแช่หนังปลาในกรดฟอสฟอริก ที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ที่ระยะเวลาต่างๆกัน

เวลาที่แช่กรด (วัน)	ลักษณะหนังปลาหลังแช่	ปริมาณผลผลิต (กรัม/หนังปลา100กรัม)	พีเอช	TS (%)	Gel strength (กรัม)	ลักษณะเจล
1	พองตัวหนา	19.90	4.61	4.20	120.55	สีขาวขุ่น
2	พองตัวหนา	21.65	4.56	4.09	108.25	สีขาวขุ่น
3	พองตัวหนายุ่ย	20.87	4.63	3.77	94.75	สีขาวขุ่น
4	พองตัวหนายุ่ย,เปื่อยและ	19.69	4.59	3.42	86.95	สีขาวออกดำ

96794

จากตารางที่ 2 พบว่า หนังปลาที่แช่กรดฟอสฟอริก 1 เปอร์เซนต์ มีการพองตัวหนาขึ้น โดยหนังปลาที่แช่กรดเป็นเวลา 1 วัน จะทำให้การคลายตัวของโปรตีนคอลลาเจนเกิดขึ้นได้เพียงพอที่เมื่อนำไปสกัดแล้วได้เจลาตินที่มีคุณภาพดี แต่ถ้าใช้เวลาในการแช่กรดมากขึ้นจะมีผลทำให้แรงยึดเกาะในโปรตีนคอลลาเจนถูกทำลายโครงสร้างนิ่มและ คุณสมบัติของคอลลาเจนเส้นใยเมื่อนำไปสกัดเจลาตินจะได้เจลาตินที่มีคุณภาพด้อย ผลของเวลาในการแช่กรดฟอสฟอริกต่อความแข็งแรงของเจลาตินพบว่าหนังปลาที่แช่สารละลายในเวลาต่างๆกัน จะให้ค่าความแข็งแรงของเจลาติน แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยที่เวลาในการแช่กรด 1 วัน จะให้ค่าความแข็งแรงของเจลลดลงตามลำดับ

ผลของการใช้เวลาต่างๆในการแช่กรดต่อปริมาณผลผลิตเจลาตินพบว่าการแช่หนังปลาในการฟอสฟอริกที่เวลา 1,2,3 และ 4 วัน จะให้ปริมาณผลผลิตมีค่าใกล้เคียงกัน ถึงแม้จะใช้เวลาในการแช่กรดมากขึ้นก็จะให้ปริมาณผลผลิตไม่แตกต่างกันมากนัก

ดังนั้นการพิจารณาระยะเวลาในการแช่กรดฟอสฟอริก ก่อนการสกัดจะเลือกใช้เวลา 1 วัน เพราะเวลาที่เพียงพอที่ทำให้โครงสร้างของโปรตีนคอลลาเจนเกิดการเปลี่ยนแปลงในขั้นต้นได้ดี เมื่อนำมาสกัดเจลาตินจะให้เจลาตินที่มีคุณภาพดี ปริมาณผลผลิตใกล้เคียงกับการใช้เวลาในการแช่ที่มากขึ้นและให้เจลมีสีอ่อนและมีค่าความแข็งแรงของเจลสูงสุดเป็น 120.55 กรัม

4.2 การศึกษาขั้นตอนในการสกัดเจลาตินที่เหมาะสม

4.2.1 การศึกษาการใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดเจลาตินที่ผ่านการแช่ด้วยกรดฟอสฟอริก 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 วัน โดยใช้อุณหภูมิในการสกัด 60 , 65 และ 70 ^{0}ซ ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการสกัดเจลาตินจากหนังปลา ที่ผ่านการแช่กรดฟอสฟอริกที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 1 วันที่อุณหภูมิต่างๆกันเป็นเวลา 5 ชม.

อุณหภูมิที่ใช้สกัด (^{0}ซ)	ปริมาณผลผลิต (กรัม/หนังปลา100กรัม)	พีเอช	TS(%)	Gel strength (กรัม)	ลักษณะเจล
60	20.83	4.69	4.34	113.90	สีขาวขุ่น
65	23.35	4.73	4.92	120.50	สีขาวขุ่น
70	26.25	4.77	5.38	133.65	สีขาวออกเหลือง

จากตารางที่ 3 พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดเจลาตินมีผลต่อ เปอร์เซ็นต์ผลผลิต และคุณภาพของเจลาตินทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังนี้คือ เมื่อใช้อุณหภูมิในการสกัดสูงจะมีผลทำให้ปริมาณผลผลิตและความแข็งแรงของเจลาตินเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากโปรตีนคอลลาเจนที่มีอยู่ในหนังปลาจะถูกไฮโดรไลซ์เป็นเจลาตินได้มากขึ้นนั้นเอง (ชิดชม,2535)

จะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิ 70^{0}ซ จะมีผลทำให้ปริมาณเจลาติน ที่ถูกสกัดออกมาได้มีมากถึง 5.83 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณผลผลิตเป็น 26.25 เปอร์เซ็นต์ และมีความแข็งแรงของเจลสูง 133.65 กรัม ถึงแม้จะให้เจลาตินที่มีสีเหลืองกว่าที่อุณหภูมิอื่นๆแต่สีที่เกิดขึ้นมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นการพิจารณาใช้อุณหภูมิในการสกัดเจลาตินจากหนังปลาจึงเลือกใช้ที่อุณหภูมิ 70^{0}ซ

4.2.2 การศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการสกัดเจลาตินจากหนังปลาเมื่อใช้ฟอสฟอริกแช่เป็นเวลา 1 วันต่อยนำมาสกัดที่อุณหภูมิ 70^{0}ซ เป็นเวลา 1,3,5 และ 7 ชม. ตามลำดับแสดงผลดังตารางแสดงผลของการสกัดเจลาตินจากหนังปลาที่แช่กรด ฟอสฟอริก 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 วันที่อุณหภูมิ 70^{0}ซ เป็นเวลาต่างๆกัน

ตารางที่ 4 แสดงผลการสกัดเจลาตินที่อุณหภูมิ 70^{0}ซ ที่เวลาต่างๆกัน

เวลาในการสกัด (ชม.)	ปริมาณผลผลิต (กรัม/หนังปลา100กรัม)	พีเอช	TS (%)	Gel strength (กรัม)	ลักษณะเจล
1	17.07	4.71	2.97	87.25	สีขาวขุ่น
3	18.50	4.55	4.20	99.76	สีขาวขุ่น
5	20.36	4.68	4.30	129.95	สีขาวเข้มขึ้น
7	21.73	4.65	6.20	141.40	สีขาวออกเหลือง

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าในการสกัดเจลาตินที่อุณหภูมิ 70^{0}ซ เมื่อใช้เวลาในการสกัดนานขึ้นจะทำให้ได้ปริมาณเจลาตินเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ โดยพิจารณาจากค่า เปอร์เซ็นต์ TS และ เปอร์เซ็นต์ผลผลิต ที่เพิ่มซึ่งเป็นผลทำให้ได้เจลาตินที่มีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นตามมาซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อใช้เวลาในการสกัดที่นานขึ้น แต่พบว่าถ้าใช้เวลาในการสกัดมากเกินไปจะทำให้เจลาตินที่ได้มีสีเหลืองเข้มขึ้น ดังนั้นการใช้เวลาในการสกัดที่เหมาะสมในการทดลองนี้ซึ่งพิจารณาใช้ที่เวลา 7 ชม. ซึ่งทำให้ได้สารละลายเจลาติน ที่มีเปอร์เซ็นต์ TS สูงถึง 6.2 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตสูงเป็น 21.73 เปอร์เซ็นต์ และค่า gel strength ของสารละลายจะมีค่าเป็น 141.40 กรัม

4.3 การศึกษาสมบัติของเจลาตินที่ผลิตได้โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติของเจลาตินจากหนังปลาที่สกัดได้ก่อนและหลังทำแห้งกับเจลาตินผงทางการค้า ชนิด 150 บลูม ที่ความเข้มข้น 6.67 เปอร์เซ็นต์ แสดงผลดังตาราง

ตารางที่ 5 แสดงผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเจลาตินชนิดต่าง ๆ

ชนิดของเจลาติน	พีเอช	ความหนืด (cp)	Gel strength (กรัม)
เจลาตินก่อนทำแห้ง	4.6	1.78	140.5
เจลาตินคืนรูปหลังทำแห้ง	4.5	1.63	135.7
เจลาตินทำแห้งที่ 6.67%	4.5	-	148.3
เจลาตินทางการค้าที่ 6.67%	5.3	-	110.3

จากตารางที่ 5 ศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของเจลาตินที่ผลิตได้ก่อนทำแห้งและเจลาตินคืนรูปหลังทำแห้ง พบว่าหลังจากที่นำเจลาตินไปทำแห้งและเจลาตินคืนรูปหลังทำแห้งพบว่าหลังจากที่นำเจลาตินไปทำแห้งและบดให้ละเอียด เมื่อนำมาคืนรูปให้มีปริมาณเปอร์เซ็นต์ Total Solid เท่าเดิม (6.2 เปอร์เซ็นต์) เจลาตินที่ได้จะมีคุณสมบัติด้อยลงจากเดิมเล็กน้อยคือมีค่าความหนืดลดลงจาก 1.78 เป็น 1.63 เซนติพอยด์ และให้ค่าความแข็งแรงของเจลาตินลดลงจาก 140.5 กรัม เป็น 135.7 กรัม เนื่องจากขบวนการใช้ความร้อนในการทำแห้ง และการบดเจลาตินให้ละเอียดมีผลทำลายคุณสมบัติด้อยลงไป

จากการทดลองเปรียบเทียบคุณสมบัติด้านความแข็งแรงระหว่างเจลาตินผงที่ผลิตได้แล้วนำมาคืนรูปที่ความเข้มข้นที่ 6.67 เปอร์เซ็นต์ กับเจลาตินทางการค้า 150 บลูม ที่ 6.67 เปอร์เซ็นต์ เห็นได้ว่าเจลาตินผงที่ผลิตจากหนังปลา จะให้ค่าความแข็งแรงสูงกว่าเจลาตินทางการค้าที่ระดับความเข้มข้นเท่ากันแสดงว่า เจลาตินที่สกัดได้จากหนังปลาในการทดลองนี้มีคุณภาพดีกว่าเจลาตินทางการค้าชนิด 150 บลูม คือมีค่าความแข็งแรงของเจลเป็น 148.3 กรัม ขณะที่เจลาตินทางการค้าชนิด 150 บลูมมีค่าเพียง 110.3 กรัม แต่เจลาตินที่ได้ยังคงมีความขุ่นและสีออกเหลืองอยู่ถ้าจะนำไปใช้ควรนำเจลาตินนี้ไปผ่านการฟอกสีและตกตะกอนสารแขวนลอยที่ทำให้เจลาตินขุ่นออกก่อน ซึ่งจะทำให้เจลาตินมีคุณภาพดีขึ้น

15475

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. เจลาตินจากหนังปลาที่ได้จากการปรับสภาพของหนังปลาก่อนการสกัด โดยใช้กรดฟอสฟอริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ พบว่าจะมีความแข็งแรงของเจลของเจลาตินสูงที่สุดคือ 117.7 กรัม

2. เวลาที่ใช้ในการปรับสภาพของหนังปลาด้วยกรดฟอสฟอริก 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 วัน เป็นระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดเจลาตินโดยจะทำให้เจลาตินที่ผลิตได้มีความแข็งแรงและมีปริมาณผลผลิตสูงเป็น 120.55 กรัมและ 20.83 กรัม/หนังปลา 100 กรัมตามลำดับ

3. หนังปลาที่ผ่านการปรับสภาพด้วยกรดฟอสฟอริก 1 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 1 วันเมื่อนำมาสกัดที่อุณหภูมิ 70°ซ พบว่าเจลาตินที่ได้มีความแข็งแรงของเจลสูงสุดเท่ากับ 133.65 กรัมและได้ปริมาณผลผลิตเท่ากับ 26.25 กรัม/หนังปลา 100 กรัม

4. เวลาที่เหมาะสมในการสกัดเจลาตินที่อุณหภูมิ 70°ซ คือใช้เวลา 7 ชม. ซึ่งจะทำให้ได้เจลาตินที่มีค่าความแข็งแรงสูงสุดเป็น 141.40 กรัม และให้ปริมาณผลผลิตสูงถึง 21.73 กรัม/หนังปลา 100กรัม

5. เจลาตินที่ผ่านการทำแห้งและบดให้ละเอียด เมื่อนำมาคืนรูปให้มีปริมาณ TS เท่าเดิม (6.2 เปอร์เซ็นต์) จะมีคุณภาพด้อยลงคือค่าความแข็งแรงของเจลลดลงจากเจลาตินที่ผลิตได้ก่อนทำแห้งคือ 140.5 กรัมเป็น 135.7 กรัมและค่าความหนืดลดต่ำลงจากเจลาตินที่ผลิตได้ก่อนทำแห้งคือ 1.78 cp เป็น 1.63 cp ตามลำดับ

เจลาตินที่ผลิตจากหนังปลาเมื่อนำมาคืนรูปที่ความเข้มข้น 6.67 เปอร์เซ็นต์ จะให้เจลาตินที่มีความแข็งแรงสูงกว่าเจลาตินทางการค้าชนิด 150 บลูมที่ 6.67 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเป็น 148.3 กรัมและ 110.3 กรัมตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเจลาตินหนังปลาที่ผลิตได้มีคุณภาพในด้านความแข็งแรงของเจลสูงกว่าเจลาตินทางการค้าชนิด 150 บลูม

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

ข้อเสนอแนะ

1. เจลาตินจากหนังปลาที่ผลิตได้ยังคงมีกลิ่นคาวปลาอยู่ซึ่งควรนำมาทำการกำจัดกลิ่นโดยใช้ผงถ่านและยังจะช่วยฟอกสีของเจลาตินอีกด้วย

2. การทำแห้งเจลาติน จะทำให้มีสีเข้มขึ้น ดังนั้นควรระวังไม่ใช้อุณหภูมิในการอบแห้งนานเกินไป

บรรณานุกรม

ชาดา อนันต์ปัญจาสุขและปัทมา แซ่ฉั่ว. 2540. การศึกษาเจลของไข่ขาวในสภาวะด่าง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร. 50 หน้า.

ชิดชม วิทวัสวงค์และคณะ. 2535. อาหาร. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สมพร ปลื้มรุ่งโรจน์และอนันต์ จันทร์เหล่อ. 2540. การศึกษาความแข็งแรงของเจลาตินด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสรุ่น KMITL. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร. 45 หน้า.

อิษยา ภูชนกิจและอุดมลักษณ์ ภักดีภิญโญ. 2537. การสกัดเจลาตินจากกระดูกไก่. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร. 47 หน้า.

Holzer D. 1996. Gelatin Production. United States Patent.

Jim. soo. kim; soon yeong cho; Jim hwan ha, Eung ho lee, 1995. Effcet fo gelation condition on Physical properties of gellowfin sole skin gelation prepared by ethanol fractional Precipitation. Journal of food science and technology. 27(4):483-486.

Poppe. J. 1992. Gelatin Structure, Johnton. London. 234-241.

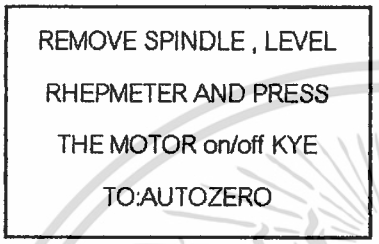
Woodward, S.A. 1990. Gelatin Gel. Food Gel. New York : 476 pp.

ภาคผนวก

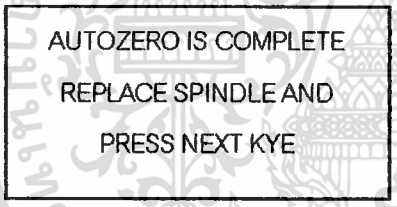
ภาคผนวก ก

ขั้นตอนการวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer

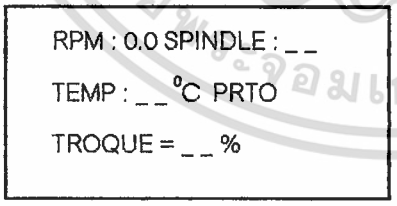
1. เตรียมตัวอย่าง เช่น สารละลายเจลาตินเข้มข้น 6.67 เปอร์เซ็นต์
2. จัดชุดอุปกรณ์เครื่อง Brookfield Viscometer เปิดสวิทซ์จอภาพแสดง



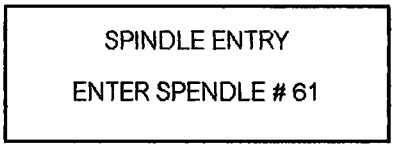
3. กดปุ่ม MOTOR on/off หน้าจอแสดง ZEROING RHEOMETER เป็นเวลา 5 วินาที จากนั้นจอภาพแสดง



4. กดคำว่า NEXT จอภาพแสดง



5. กดคำว่า SELECT SPDL จอภาพแสดง SPINDLE ENTER SPENDLE#_ ให้กด 6 และตามด้วยเบอร์ของหัววัด เช่นเลือกหัววัดเบอร์ 1 แสดงตัวเลข ในจอเป็น 61



6. กดความเร็วรอบที่ต้องการ เช่น 250 rpm ที่ 30 องศาเซลเซียส จอภาพแสดง

RPM : 250 SPINDLE : 61
TEMP : 30°C PRTO
TROQUE = _ _ %

7. ใส่ตัวอย่างแล้วกดปุ่ม < NEXT> ที่ตัวเครื่อง เมื่อเริ่มทำงานกดปุ่ม <SELECT DIST> เพื่อดูค่า Dynamic viscometer Shear rate Shear stress และ % Troque
8. กดที่ปุ่ม <MOTOR on/off > เพื่อหยุดการทำงาน จากนั้นนำตัวอย่างชุดต่อไปทำการวัดลักษณะเดียวกัน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคผนวก ข

ขั้นตอนการใช้เครื่องวัดความแข็งแรงของเจล(Gel Strength) ด้วยเครื่อง Texture Analyserรุ่น TA-XT2

1. เปิดเครื่อง
2. start – texture expert
3. กด TA – calibrate force วางน้ำหนัก 5 kg กด OK. - เอาน้ำหนัก 5 kg ออก
4. กด TA – calibrate probe ตั้งระยะห่าง probe 35 mm. – กด OK.
5. กด TA- setting เลือก return to start – เลือกแรงที่ใช้ force in compression
6. ตั้งข้อมูล

Pre test speed	1.5	mm/s
Test speed	0.5	mm/s
Post test speed	1.5	mm/s
Distance	4	mm/s
Trigger type	Auto – 4 kg	
Data Acquis	200	prs

เมื่อตั้งค่าเรียบร้อยกด update

7. กด TA – Run a test ตั้งชื่อ file และ file No.
8. เลือก Probe and Product Data

   Probe ที่เลือกคือ 0.5HS

   กด Configue

   Control ความสูง Auto high

   เลือก pss (~200)
9. ใส่ตัวอย่างที่จะวัด
10. กด TA – Quick test run
11. การประมวลผล Run macro โดยค่าที่วัดจะเป็นค่าแรงกดสูงสุดที่กดลงบนตัวอย่าง

<u>หมายเหตุ</u> **หัววัดที่ใช้วัดในการทดลองคือหัววัดขนาด 0.5HS ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 นิ้ว กดลงบนผิวหน้าเจลาตินเป็นระยะทาง 4 มม. โดยตัวอย่างเจลาตินที่วัดจะบรรจุในภาชนะพลาสติกขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 52 มม. สูง 2.8 มม. ความจุ 50 มล.**

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความแข็งแรงของเจล

ตารางที่ 1ค ค่าทางสถิติของความแข็งแรงของเจลาติน ที่ได้จากการเตรียมวัตถุดิบปรับสภาพด้วยกรดชนิดและความเข้มข้นต่างๆกัน

Source	DF	SS	MS	F ratio
Trt	2	5,384.24	2,692.12	1,394.81*
Error	9	17.45	1.93	
Total	11	5,401.69		

*หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 2ค ค่าทางสถิติของความแข็งแรงของเจลาติน ที่ได้จากการเตรียมวัตถุดิบที่เวลาต่างๆกัน

Source	DF	SS	MS	F ratio
Trt	2	1,321.46	660.73	89.33*
Error	5	37.02	7.404	
Total	7	1,358.48		

*หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3ค ค่าทางสถิติความแข็งแรงของเจลาตินเมื่อใช้อุณหภูมิในการสกัดต่างๆกัน

Source	DF	SS	MS	F ratio
Trt	2	404.36	202.18	24.68*
Error	3	24.57	8.19	
Total	5	428.93		

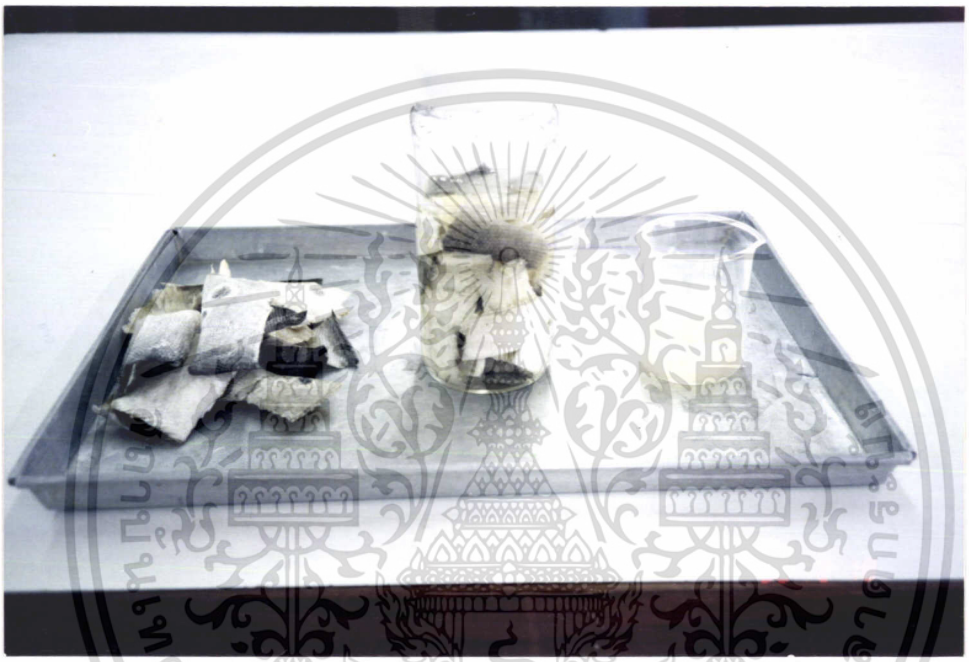
*หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 4ค ค่าทางสถิติความแข็งแรงของเจลาติน เมื่อใช้เวลาในการสกัดต่างๆกัน

Source	DF	SS	MS	F ratio
Trt	2	3,953.7	1,976.85	93.33*
Error	5	105.91	21.18	
Total	7	4,059.61		

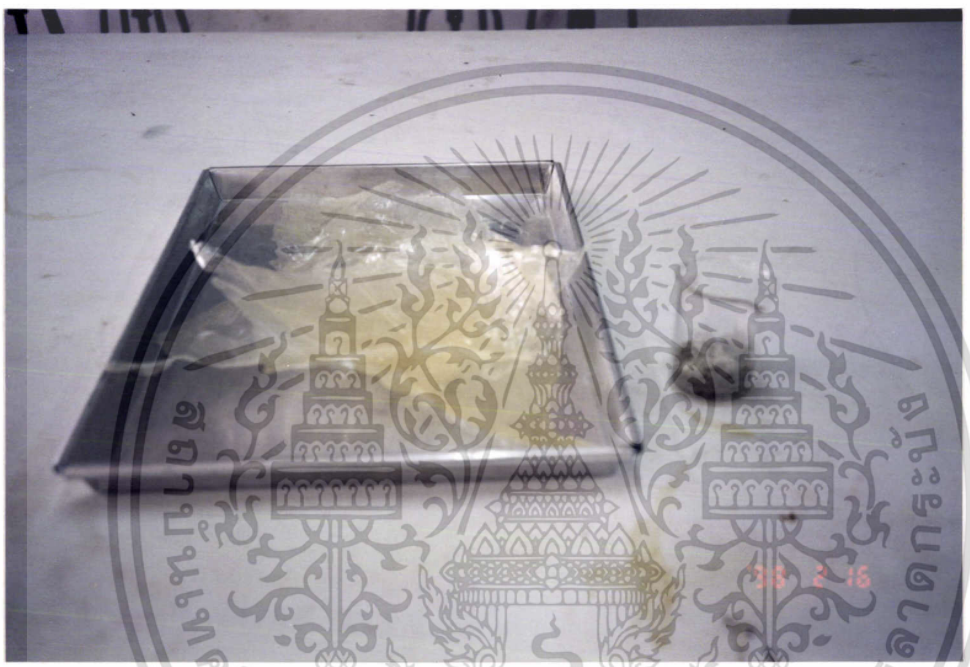
* หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ภาคผนวก ง



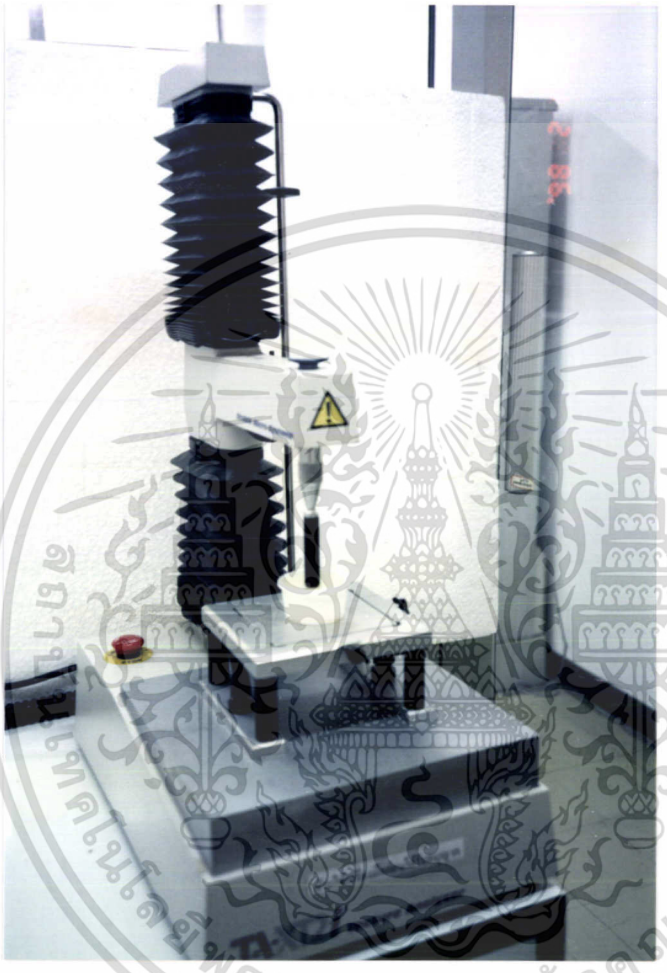
รูปที่ 1ง แสดงลักษณะหนังปลาแห้ง หนังปลาที่แช่กรดและเจลาตินที่สกัดจากหนังปลา

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

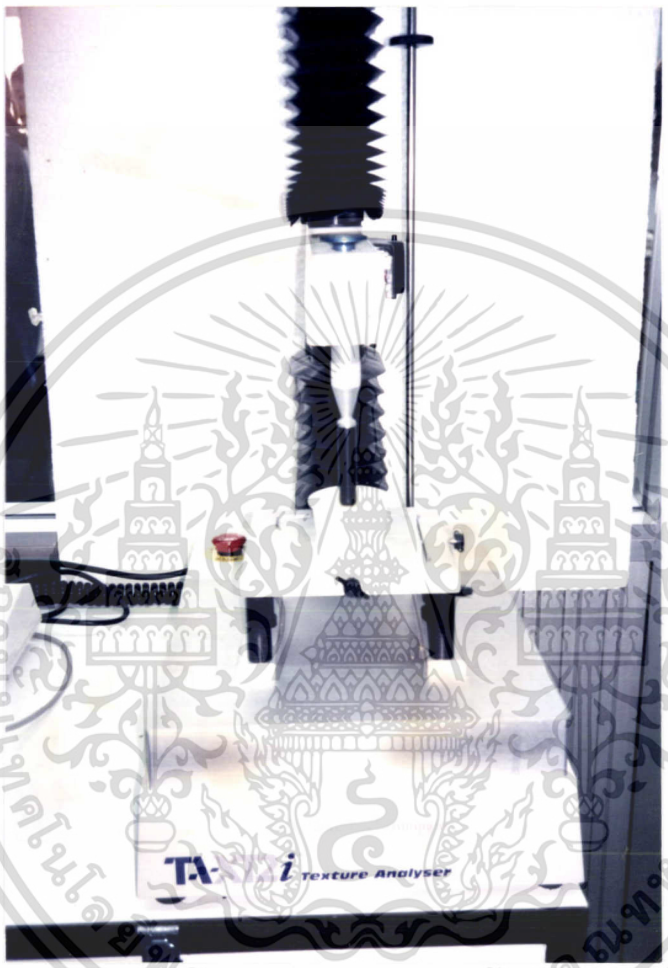


รูปที่ 2ง แสดงเจลาตินจากหนังปลาอบแห้งและเจลาตินผง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



รูปที่ 3ง แสดงเครื่องวัด Texture Analyser รุ่น TA-XT2



รูปที่ 4ง แสดงลักษณะการวัดความแข็งแรงของเจล

ประวัติผู้เขียน

นางสาววัชราภรณ์ บังกุล เกิดเมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ. 2518 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล จังหวัดชัยภูมิ สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพเทคนิค (ปวท.) สาขาเคมีอุตสาหกรรมในปี 2538 จากวิทยาลัยเทคนิคระยอง สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิตสาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2541

นายสุภชัย ว่องวิวัฒน์ไวทยะ เกิดเมื่อวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2516 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย จังหวัดนครปฐม สำเร็จการศึกษาระดับอนุปริญญาจากสถาบันราชภัฏธนบุรี คณะวิทยาศาสตร์ สาขาเทคโนโลยีการอาหาร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิตสาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2541