หอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การสกัดแยกโปรตีนไมโอไฟบริลจากน้ำล้างเศษเนื้อไก่ที่ได้จากเครื่องถอดกระดูก

(Myofibrillar Protein Isolation from Washed Water of Mechanically Deboned Chicken Meat)

T096743

โดย

น.ส. นพรัตน์ อังประภาพรชัย รหัสประจำตัว 37044353

น.ส. พัชริน ศิริมงคลรัตน์ รหัสประจำตัว 37044359

ปพ.
ป1841
2541

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96743
วัน,เดือน,ปี.....

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1822

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การสกัดแยกโปรตีนไมโอไฟบริลจากน้ำล้างเศษเนื้อไก่ที่ได้จากเครื่องถอดกระดูก
(Myofibrillar Protein Isolation from Washed Water of Mechanically Deboned Chicken Meat)

โดย

นางสาวนพรัตน์ อังประภาพรชัย
นางสาวพัชริน ศิริมงคลรัตน์

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 24/3/98 **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**
(ดร.สุกานดา ธีรวนานนท์)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....
(ผศ.ดร.ระพีพรรณ ตาแก้วมณี)
หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

15465
-7 ก.ค. 2541

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ปพ.
ป18411
2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวนพรัตน์ อังประภาพรชัย และนางสาวพัชริน ศิริมงคลรัตน์. 2541. : การสกัดแยกโปรตีนไมโอไฟบริลจากน้ำล้างเศษเนื้อไก่ที่ได้จากเครื่องถอดกระดูก (Myofibrillar Protein Isolation from Washed Water of Mechanically Deboned Chicken Meat). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์, 34 หน้า

การศึกษาการสกัดแยกโปรตีนไมโอไฟบริลจากน้ำล้างเศษเนื้อไก่ที่ได้จากเครื่องถอดกระดูก ทำได้โดยการนำเศษเนื้อไก่มาล้างด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต และกรอง หลังจากนั้นนำน้ำส่วนที่กรองได้มาทำให้ตกตะกอนด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 1900 rpm อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที แล้วนำตะกอนที่แยกได้มาสกัดด้วยน้ำกลั่น และน้ำเกลือตามลำดับ โดยใช้เครื่องหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 9000 rpm อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ในการแยกจะได้โปรตีนไมโอไฟบริลออกมา จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดแยก พบว่าการใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์, อัตราส่วนของเศษเนื้อไก่ต่อสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต เท่ากับ 1ต่อ2 โดยมีผ้าขาวบางเป็นตัวกรอง จะได้โปรตีนไมโอไฟบริลที่มีร้อยละของโปรตีน และน้ำหนักแห้งสูง ($P \leq .05$) คือ มีค่าเฉลี่ยร้อยละของโปรตีนเท่ากับ 77.98 ร้อยละของน้ำหนักแห้งเท่ากับ 13.7 และมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7.19

จากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และฟิสิกส์ ของโปรตีนไมโอไฟบริลที่สกัดแยกได้ พบว่ามีความสามารถช่วยการเกิดอีมัลชันร้อยละ 91.98 และโปรตีนสกัดที่ความเข้มข้นร้อยละ 4 เป็นระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถเกิดเจลได้โดยไม่มีของเหลวแยกตัวออกมา

ลายมือชื่อนักศึกษา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	วัน / เดือน / ปี
		23 มี.ค. 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์ เป็นอย่างสูง ที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ อีกทั้งคณาจารย์ท่านอื่น ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือด้านการศึกษาอย่างดียิ่งตลอดมา

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในระหว่างการปฏิบัติงาน รวมทั้งขอขอบคุณเพื่อน ๆ น้อง ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจอย่างดีจนงานนี้สำเร็จลุล่วง

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ทำให้เรามีวันนี้

นพรัตน์ อังประภาพรชัย

พัชริน ศิริมงคลรัตน์

9 มีนาคม 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่	
1.บทนำ	1
2.การตรวจเอกสาร	2
2.1 เศษเนื้อไก่จากเครื่องถอดกระดูก	2
2.2 องค์ประกอบและโครงสร้างของเศษเนื้อไก่	3
2.3 โปรตีนในเนื้อสัตว์	4
2.4 โปรตีนไอโซเลท	6
3.อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	11
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี	11
3.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	12
4.ผลการทดลอง	15
5.สรุปและวิจารณ์	20
ข้อเสนอแนะ	21
เอกสารอ้างอิง	22
ภาคผนวก	24
ภาคผนวก ก.	25
ภาคผนวก ข.	29
ประวัติผู้เขียน	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.องค์ประกอบทางเคมีของเศษเนื้อไก่จากเครื่องถอดกระดูกและเนื้อไก่	3
2.แสดงผลของการใช้ผ้าขาวบาง และตาข่ายไนล่อนต่อการแยกโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันออกจากโปรตีนไมโอไฟบริล	15
3.แสดงผลของการใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในอัตราส่วนเศษเนื้อไก่ต่อสารละลายด่างเท่ากับ 1ต่อ3 โดยใช้ผ้าขาวบางในการกรอง ที่มีผลต่อปริมาณโปรตีนไมโอไฟบริลที่สกัดแยกได้	16
4.แสดงผลของการใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วนเศษเนื้อไก่ต่อสารละลายด่างต่าง ๆ โดยใช้ผ้าขาวบางในการกรอง ที่มีผลต่อปริมาณโปรตีนไมโอไฟบริลที่สกัดแยกได้	17
5.แสดงค่าความสามารถช่วยการเกิดอีมัลชันของโปรตีนไมโอไฟบริลเปรียบเทียบกับโปรตีนมาตรฐาน (bovine serum albumin)	18
6.ผลการตรวจสอบระดับความเข้มข้นต่ำสุดของโปรตีนไมโอไฟบริลที่เกิดเจลโดยไม่มีของเหลวแยกตัวออกมา	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการแยกเศษเนื้อไก่จากเครื่องถอดกระดูก	2
ภาพที่ 2 การสกัดแยกโปรตีนไมโอไฟบริลจากเศษเนื้อไก่ที่ได้จาก เครื่องถอดกระดูก	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

เนื้อไก่เป็นอาหารโปรตีนสูง มีปริมาณไขมันต่ำ และใช้เวลาในการเลี้ยงสั้นกว่าสัตว์เศรษฐกิจอื่น ๆ จึงเป็นที่ต้องการของตลาดภายใน และภายนอกประเทศ นับเป็นสินค้าส่งออกที่ทำรายได้ให้กับประเทศสูง นอกจากนี้ยังมีผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อไก่ที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ เศษเนื้อไก่ที่ได้จากเครื่องถอดกระดูก ซึ่งก่อให้เกิดอุตสาหกรรมเชื่อมโยงหลายชนิด เช่น อาหารสัตว์ และการนำไปใช้ทดแทนวัตถุดิบหลักบางส่วนในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก แต่มีข้อจำกัดในการใช้ คือ ปริมาณไขมันที่สูง และสีที่เข้มเกินไป จึงมีการศึกษาถึงการนำสารละลายมาใช้ในการล้างเพื่อปรับปรุงคุณภาพ และพบว่าการใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตสามารถกำจัดสี และไขมันได้ ซึ่งน้ำที่เหลือจากการล้างมีโปรตีนบางส่วนแขวนลอยติดออกมาด้วย ขั้นตอนนี้ทำให้สูญเสียโปรตีนที่มีประโยชน์ไป ดังนั้นถ้าสามารถนำน้ำล้างส่วนนี้มาใช้เป็นแหล่งโปรตีนสกัดได้ จะทำให้ได้รับประโยชน์จากสารอาหารโปรตีนเพิ่มมากขึ้น

ในปัจจุบันมีการใช้โปรตีนสกัดจากพืช และสัตว์เป็นสารช่วยการรวมตัว (binder) อยู่เป็นจำนวนมาก เช่น เคซีน (casein), เวย์โปรตีน (whey protein) และโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น (soy protein concentrate) ซึ่งแต่ละตัวมีข้อจำกัดในการใช้งานแตกต่างกัน โปรตีนจากน้ำล้างเศษเนื้อไก่ที่ทำการสกัดนี้จะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะได้โปรตีนสกัดนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆได้เช่นกัน

วัตถุประสงค์

1.ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดแยกโปรตีนไมโอไฟบริล

2.ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และฟิสิกส์ของโปรตีนไมโอไฟบริล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

เศษเนื้อไก่จากเครื่องถอดกระดูก (Mechanically Deboned Chicken Meat)

เศษเนื้อไก่จากเครื่องถอดกระดูก ได้จากการแยกเนื้อออกจากกระดูกไก่ โดยเฉพาะที่คอและหลัง ซึ่งเอาออกได้ลำบาก เดิมจึงไม่ค่อยได้ใช้ประโยชน์จากส่วนนี้ ปัจจุบันได้มีการปรับปรุงเครื่องมือเอาเนื้อออกจากกระดูก (Mechanical Deboner) เพื่อใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด ได้แก่ ไส้กรอก ลูกชิ้น เป็นต้น โดยขั้นตอนการแยกเศษเนื้อไก่จากเครื่องถอดกระดูก แสดงดังภาพที่ 1

<u>ภาพที่ 1</u> แสดงขั้นตอนการแยกเศษเนื้อไก่จากเครื่องถอดกระดูก (deboned meat)

ที่มา : ดัดแปลงจาก Froning (1976)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบและโครงสร้างของเศษเนื้อไก่ (Deboned Meat)

deboned meat ซึ่งอยู่ในลักษณะ meat paste จะมีองค์ประกอบไขมันและโปรตีนแตกต่างจากเนื้อไก่ธรรมดา โดยมีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าแต่มีปริมาณไขมันสูงกว่า ซึ่งปริมาณโปรตีนและไขมันของ deboned meat นี้จะแปรเปลี่ยนไปตามอายุของสัตว์ สัดส่วนของกระดูกต่อเนื้อ วิธีการตัดแต่ง ปริมาณหนัง การปรับแต่งเครื่องแยกกระดูก (debonner) โดยมีข้อกำหนดของ USDA ให้เศษเนื้อไก่จากเครื่องถอดกระดูกมีร้อยละของกระดูกในส่วนที่เป็นของแข็ง (PBS) ไม่เกินร้อยละ 1 (วรนุช, 2532) โดยปริมาณ PBS วัดจากจำนวนของแคลเซียมที่ปรากฏในเนื้อ สำหรับองค์ประกอบทางเคมีของเศษเนื้อไก่จากเครื่องถอดกระดูกและเนื้อไก่แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของเศษเนื้อไก่จากเครื่องถอดกระดูกและเนื้อไก่

องค์ประกอบ	เศษเนื้อไก่จากเครื่องถอดกระดูก[1]	เนื้อไก่[2]
ความชื้น (ร้อยละ)	60.10-66.60	68.80
โปรตีน (ร้อยละ)	9.30-14.50	21.40
ไขมัน (ร้อยละ)	17.60-27.20	8.20
เถ้า (ร้อยละ)	0.98	1.20
กระดูก (ร้อยละ)	0.32-1.00	-
แคลเซียม (ร้อยละ)	0.16	-
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	6.12-6.60	-
ปริมาณฮีม (มก./กรัม)	3.80	-
ไมโอโกลบิน (มก./กรัม)	0.80	-

ที่มา : [1] Froning (1976)

[2] สุวรรณ (2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบที่สำคัญในเศษเนื้อไก่ที่ได้จากเครื่องถอดกระดูกนี้ คือ ไขกระดูก (bone marrow) ซึ่งจะให้ฮีมและไขมันจากช่องกระดูกออกมาด้วย ปริมาณไขมันที่ออกมานี้จะทำให้ปริมาณไขมันในเศษเนื้อไก่เพิ่มและลดปริมาณโปรตีนลงไปด้วย โดยสัดส่วนของฮีมต่อไขมันจะมีผลต่อการเก็บรักษา deboned meat (ชัชชัยและรัชดาภรณ์ , 2535)

โปรตีนในเนื้อสัตว์

โปรตีนในกล้ามเนื้อสามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด (วิลัศนา, 2537) ดังนี้

1.ซาร์โคพลาสมิกโปรตีน (Sarcoplasmic protein) 6 %

-ซาร์โคพลาสมิกโปรตีนจะละลายได้ในน้ำหรือสารละลายเกลือที่มีค่าความเข้มข้นต่ำ ๆ (ionic strength 0.05 μ) และเป็นตัวขัดขวางการเกิดเจลของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

-เป็นโปรตีนที่อยู่ในส่วนที่เป็นของเหลวรอบๆ และซึมเข้าไปอยู่ภายในเส้นใยกล้ามเนื้อฝอย (myofibrils) และส่วนต่างๆ ในเซลกล้ามเนื้อ (เยาวลักษณ์, 2536) เช่น

- Soluble glycotic enzyme 4%
- RNA (ribonucleic acid)
- DNA (deoxyribonucleic acid)
- Lipoprotein
- Myoglobin (0.2-0.4%)
- Haemoglobin (0.4%)
- Lysosome
- Sarcoplasmic recticulum

2. ไมโอฟีบริลลาโปรตีน (Myofibrillar protein) 10 %

-ละลายได้ในน้ำเกลือเข้มข้นลักษณะเป็นเส้น ประกอบด้วย แอคติน (actin) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการเกิดโซล (sol) เพิ่มความยืดหยุ่น และไมโอซิน (myosin) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่จำเป็นในการเกิดเจลในช่วงให้ความร้อน ในการเพิ่มความแข็งแรงของเจลโดยการผสมเนื้อกับเกลือ ด้วยเครื่องผสมเป็นการเหนี่ยวนำการจับกันของโมเลกุลเส้นใยแอคตินกับไมโอซิน กับน้ำ ไขมัน และส่วนผสมอื่นๆ (พรเพ็ญ, 2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-เป็นโปรตีนที่ให้ความอยู่ตัว แข็งตัวแก่กล้ามเนื้อ (rigidity) อยู่ในส่วนของเส้นใยกล้ามเนื้อมีส่วนสำคัญต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อ

-เป็นโปรตีนที่ละลายได้ในสารละลายเกลือเข้มข้น ที่ ionic strength 0.225-1.500μ (KCl)

-ไมโอฟิบริลลาโปรตีนประกอบด้วยโปรตีนชนิดต่าง ๆ คือ

-actin 25%

-myosin 5.8% เป็นส่วนประกอบของสารโปรตีนหนาในเส้นใยกล้ามเนื้อ น้ำหนักโมเลกุล 450,000

-troponin อยู่ใน filament บ้างเกี่ยวกับการจับ Ca เพื่อทำให้กล้ามเนื้อหดตัว

-actomyosin

-α-actinin < 0.1% อยู่บริเวณ Z-line จุดที่ actin เกาะติดกัน

-β-actinin < 0.1%

-M-protein < 0.1% (อยู่บริเวณกึ่งกลาง H-zone)

-tropomyosin 0.5-1.5%

3. สโตรมาโปรตีน (Stroma protein) 2 %

-เป็นโปรตีนในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ซึ่งประกอบด้วยอีลาสติน (elastin), เรติคิวลิน (reticulin) ซึ่งไม่สามารถละลายในน้ำและไม่ให้เจลาตินเมื่อต้ม และคอลลาเจน (collagen) ซึ่งมีปริมาณไฮดรอกซีโพลลีน (hydroxyproline) สูง จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นเจลาติน ซึ่งเพิ่มความยืดหยุ่นของเนื้อสัมผัส ในช่วงการแปรรูปที่อุณหภูมิสูงกว่า 80 องศาเซลเซียส คอลลาเจนแบ่งได้เป็น 6 ชนิด (type I, II, III, IV, V, VI) แต่ละชนิดจะมีจุดหลอมเหลว และการสูญเสียคุณสมบัติของโปรตีน (denature) ที่อุณหภูมิต่างๆ กัน คอลลาเจนชนิดที่ I, III และ IV พบว่ามีมากในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันซึ่งมีอุณหภูมิในการหลอมเหลว 39, 41 และ 43 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนอุณหภูมิในการสูญเสียคุณสมบัติของโปรตีนชนิดนี้มีค่าประมาณ 55-75 องศาเซลเซียส

-เป็นโปรตีนที่แทรกอยู่ระหว่างซาร์โคพลาสมิกโปรตีนกับไมโอฟิบริลลาโปรตีน ประกอบด้วยโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน

-พบอยู่ทั่วไปในเนื้อสัตว์ ช่วยให้กล้ามเนื้อโครงสร้างเป็นรูปร่างขึ้นมาได้

-ไม่สามารถละลายได้ในน้ำเกลือเข้มข้นที่อุณหภูมิต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-มี amino acid พวก hydroxyproline สูง (protein glycine แต่มี tryptophane น้อยมาก) อวัยวะของสัตว์ เช่น ขา สะโพก น่อง ไหล่ ประกอบด้วยกลุ่มของกล้ามเนื้อโครงสร้างหลายๆ กลุ่มรวมกัน

โปรตีนไอโซเลท (Protein Isolate)

โปรตีนไอโซเลท คือ โปรตีนสกัดซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 90% ซึ่งเตรียมได้โดยการนำวัตถุดิบมาสกัดด้วยสารละลายด่างเจือจาง (pH ต่ำกว่า 9) แล้วนำสารละลายผสมมาเหวี่ยงแยก นำส่วนที่เป็น supernatant ไปปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ให้ถึงจุด pI ของโปรตีนที่ต้องการ เพื่อจะตกตะกอนโปรตีนนั้นออกมา โดยโปรตีนสกัดที่ดีต้องทำให้เป็นกลางก่อนที่จะนำไปทำแห้ง

ในปัจจุบันมีการศึกษาการสกัดโปรตีนจากแหล่งต่างๆทั้งจากพืช และสัตว์ เช่น

โปรตีนจากถั่วเหลือง

<u>โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น</u> (Soybean Protein Concentrate)

โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น จะมีโปรตีนอย่างน้อย 70% สามารถเตรียมได้โดยการนำส่วนของ Defatted soy meal หรือ Acetone powder มาขจัดส่วนที่ไม่ใช่โปรตีนหรือคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ออก (ได้แก่ sucrose 7.3%,raffinose 0.9% และ stachyose 4.6%) โดยการชะล้างหรือสกัดสารละลายผสมระหว่างน้ำและแอลกอฮอล์ หรือน้ำและเอทธานอล หรือการใช้กรดเจือจางและการให้ความร้อนชื้นและน้ำ การเตรียมโดยความร้อนชื้น จะทำให้เกิดการเสียสภาพของโปรตีนทำให้ไม่ละลายน้ำ ดังนั้นคาร์โบไฮเดรตที่สามารถละลายได้ในสารละลายจึงสามารถแยกออกจากโปรตีนได้ง่าย ในขณะที่วิธีการชะล้างด้วยกรดเจือจางโดยการปรับสารละลายให้ได้ pH 4.5 ซึ่งทำให้โปรตีนตกตะกอน หลังจากแยกส่วนโปรตีนที่ไม่ละลายน้ำแล้ว จะทำให้โปรตีนกลับสู่สภาพเดิมด้วยการทำให้เป็นกลางก่อนทำแห้ง เพื่อทำให้โปรตีนสามารถละลายน้ำได้ดีเมื่อใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร โดยเฉพาะกับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เพราะไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของรสชาติและคุณสมบัติในหน้าที่เฉพาะ (functional properties) หลายๆหน้าที่ เช่น ใช้ในไส้กรอกและผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกัน นอกจากนี้ยังใช้ในผลิตภัณฑ์นมผงขาดมันเนยด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง (Soybean Protein Isolated)

เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 90% ซึ่งเตรียมได้โดยการนำ Defatted flake soybean มาสกัดด้วยสารละลายด่างเจือจาง (pH ต่ำกว่า 9) แล้วนำสารละลายผสมมาเหวี่ยงแยก ส่วนที่ไม่ละลายจะถูกกำจัดออกโดยกรองผ่านผ้าขาวบางหลายๆชั้น ดังกรรมวิธีการเตรียมในขั้นตอนการสกัดโปรตีนเข้มข้น ส่วนที่สกัดจะเรียกว่า supernatant ซึ่งจะนำไปปรับ pH ให้ได้ 4.5 เพื่อจะตกตะกอนโปรตีน หลังจากนั้นทำให้เป็นกลางก่อนนำไปทำแห้ง โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองนี้เป็นโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีคุณสมบัติเฉพาะต่างๆ เช่น การเกิดอิมัลชัน การเกาะติดกับไขมัน การดูดซับน้ำหรือความสามารถในการอุ้มน้ำ การเกิดเป็นกาว การเกิดฟิล์ม และการเกิดโฟม เป็นต้น โปรตีนสกัดนี้นิยมใช้เป็นส่วนผสมเครื่องปรุงในอาหาร ใช้ในอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ ผลิตภัณฑ์นมและอาหารสำหรับเด็กทารก เป็นต้น

โปรตีนจากถั่วเขียว

โปรตีนในพืชตะกูลถั่วที่พบมาก คือ อัลบูมินและโกลบูลิน ซึ่งในโมเลกุลของโปรตีนทั้งสองชนิดนี้มีไลซีนอยู่สูง จึงทำให้โปรตีนจากพืชตระกูลถั่วมีคุณค่าอาหารสูง ดังนั้นจึงมีการศึกษาถึงการสกัดโปรตีนจากถั่วเขียวด้วยสภาวะต่างๆ เช่น

Djang et.al (1953) ทำการทดลองแยกโปรตีนจากถั่วเขียว ด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.4 โมลาร์ โดยใช้สัดส่วนถั่วเขียวบดละเอียดต่อสารละลายเท่ากับ 5 ต่อ 100 (น้ำหนักต่อปริมาตร) และพบว่าถ้าใช้ถั่วเขียวบดละเอียดขนาด 60 mesh อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการสกัดเป็น 25 องศาเซลเซียส นาน 40 นาที จะได้โปรตีนสูงถึง 70.3% ต่อมา Hang et.al.(1970) ใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.75 โมลาร์ ในการสกัด โดยใช้อัตราส่วนถั่วเขียวบดต่อสารละลายเท่ากับ 5ต่อ200 (น้ำหนักต่อปริมาตร) อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการสกัด 25 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง สามารถแยกโปรตีนได้ 72.25% Thompson (1977) ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโดยใช้สารละลายที่ pH 9.0 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 N อัตราส่วนถั่วเขียวบดละเอียดต่อตัวทำละลายเท่ากับ 1ต่อ15 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที แล้วนำสารละลายโปรตีนที่ได้มาปรับ pH ให้เป็น 4 ด้วยกรดเกลือเข้มข้น 1 N จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีโปรตีนสูงถึง 92%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วุฒิชัย (2526) ได้ปรับปรุงการสกัดโปรตีนและสตาร์ชจากแป้งถั่วเขียวทั้งที่ได้จากการบดแบบแห้งและแบบเปียก สำหรับแบบแห้งเริ่มจากการนำถั่วเขียวบดละเอียดมาสกัดด้วยตัวทำละลายในอัตราส่วน 1ต่อ40 แล้วนำมาเหวี่ยงแยกของแข็งและส่วนที่ไม่ละลายออกโดยการเหวี่ยงด้วยความเร็ว 12,000-13,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที แล้วนำสารละลายโปรตีนที่ได้มาตกตะกอนที่ pH 4 และทำให้แห้งด้วย Freeze dryer ส่วนสตาชที่ได้นำไปตากแดดจนแห้งสนิท แล้วนำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 mesh ส่วนการบดแบบเปียกนั้น ใช้วิธีตีปนถั่วเขียวกับตัวทำละลายด้วยอัตราส่วน 1ต่อ5 แล้วเหวี่ยงแยกส่วนที่ไม่ละลายด้วยความเร็ว 12,000-13,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที แล้วทำเช่นเดียวกับวิธีแบบแห้งต่อไปจนได้โปรตีนสกัดออกมา

<u>การใช้ประโยชน์จากโปรตีนสกัดจากถั่วเขียว</u>

ในปี ค.ศ.1977 Thompson ได้ทดลองผลิตโปรตีนถั่วเขียวสกัด แล้วเสริมในขนมปัง พบว่า สามารถเติมลงไปได้ถึงร้อยละ10 ของส่วนผสมทั้งหมด โดยที่ขนมปังมีปริมาตรเท่าปกติ และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

Rasario (1979) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภท meat-like products พบว่าการใช้ extrusion จะทำให้ผลิตภัณฑ์โปรตีนถั่วเขียวที่ได้ มีเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับเนื้อสัตว์ทั้งในด้านโครงสร้างและลักษณะปรากฏ

Del Rosario Maldo (1982) ได้ทดลองทำน้ำนมถั่วเขียวจากน้ำล้างในกระบวนการผลิตวุ้นเส้นและแป้งซ่าหริ่ม โดยนำแป้งถั่วเขียวมาสกัดกับน้ำ ให้ความร้อน 55, 65 และ 75 องศาเซลเซียส นำโปรตีนที่สกัดได้มาทำเครื่องดื่มโดยการใส่วานิลาลงไปด้วย พบว่า ผู้บริโภคชอบเครื่องดื่มจากโปรตีนถั่วเขียวซึ่งสกัดที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส พร้อมทั้งเติมน้ำตาลและกลิ่นวานิลา 2 มิลลิลิตรต่อปริมาณเครื่องดื่ม 100 กรัม

ในปี 2533 สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิภัณฑ์อาหาร ได้ทำการทดลองผลิตโปรตีนถั่วเขียวสกัด โดยวิธีบดเปียก แล้วนำมาผลิตเป็นโปรตีนเกษตร ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายเนื้อสับต้ม แต่กลิ่นเหม็นเขียวของถั่วเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีนจากกระดูกสัตว์

กระดูกสัตว์มักจะเป็นของเหลือทิ้งในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร

<u>การสกัดโปรตีนจากกระดูก</u> (Chang, 1976)

การสกัดโปรตีนจากกระดูกสัตว์นี้ นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเทคนิคที่ใช้ในการสกัดหลายวิธี เพื่อต้องการให้ได้โปรตีนที่มีคุณภาพสูง, สกัดออกมาได้ปริมาณมาก และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อย โดยใช้สารเคมีต่างๆเป็นตัวสกัดโปรตีนออกมาเช่น ด่างร้อน, ด่างอ่อน, น้ำอุ่น, น้ำเกลือ, กรด, เอนไซม์ และอื่นๆ ซึ่งอาจจะใช้เครื่องจักรกลช่วยด้วย เพื่อให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จากการศึกษาของ Unido (1974) ได้เปรียบเทียบวิธีการสกัดโปรตีนด้วยวิธีต่างๆ พบว่า การใช้ด่างอ่อน (mild alkali) คือ 10% NaOH เป็นตัวสกัดโปรตีน จะสามารถดึงเอาโปรตีนออกมาจากกระดูกได้มากที่สุด

ขั้นตอนการสกัด

1.การปั่น (Crushing) เป็นการปั่นวัตถุดิบให้แหลกละเอียด มีความจำเป็นมากเพราะทำให้สามารถนำเอาโปรตีนออกจากวัตถุดิบได้มากขึ้น สำหรับขั้นตอนนี้ต้องใช้แรงค่อนข้างมาก กระดูกสัตว์มีความแข็งแรงมากควรใช้เครื่อง Berry Meatmaster Junior Mincer ซึ่งมีหลายขนาดตามความแข็งของวัตถุดิบ

2.การสกัด (Extraction) เป็นการใช้สารเคมีเป็นตัวสกัดโปรตีนให้ออกมาอยู่ในตัวทำละลาย ซึ่งต้องศึกษาถึงความเหมาะสมของชนิด ปริมาณ และความเข้มข้นของตัวทำละลายที่ใช้ให้เหมาะสมกับวัตถุดิบที่อุณหภูมิต่างๆด้วย และต้องทำการคนสักระยะเวลาหนึ่ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัด

3.การแยกสารละลาย (Separation) เป็นการแยกสารละลายโปรตีนออกจากวัตถุดิบ อาจทำโดยการปั่นแยกด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงหรือกรองแยกกากออกไป

4.การตกตะกอนโปรตีน (Precipitation of the Protein) เป็นการตกตะกอนโปรตีนจากสารละลายที่แยกได้อาจทำได้โดยการปรับ pH ของสารละลายไปที่ Isoelectric point ของโปรตีน หรือตกตะกอนโดยใช้ความร้อน

5.การแยกตะกอนโปรตีน (Separation of the protein) โปรตีนจะถูกแยกออกมาโดยการปั่นแยก ส่วนมากจะใช้ Basket steel centrifuge ที่มีผ้าใบ (convas) บุอยู่ โปรตีนที่ได้มีลักษณะเป็น cake และมักจะนำมาล้างแล้ว Centrifuge ใหม่อีกครั้งเพื่อเอาสิ่งที่เกาะติดอยู่กับโปรตีน เช่น ตัวทำละลาย และกลิ่นรสที่ไม่ต้องการออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.การทำแห้ง (Drying of product) โปรตีนที่ได้เราสามารถทำให้แห้งโดยการระเหยน้ำออกไปด้วยวิธีต่างๆที่เหมาะสม

วัตถุดิบที่ใช้สกัดโปรตีนบางชนิดมีผลต่อและกลิ่นของ crude protein ทำให้คุณภาพทางด้าน Organoeptic ลดน้อยลง จึงต้องทำให้ผลิตภัณฑ์ปราศจากกลิ่นและรสที่ไม่ต้องการโดยการ Refinning of crude protein อีกครั้งหนึ่ง ก่อนที่จะนำโปรตีนที่ได้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป

โปรตีนจากน้ำต้มกุ้ง

อุตสาหกรรมกุ้งต้มแช่แข็งจัดเป็นอุตสาหกรรมแปรรูปสัตว์น้ำประเภทหนึ่ง ซึ่งทำรายได้ให้แก่ประเทศเป็นอย่างมาก จากปริมาณการผลิตและการส่งออกดังกล่าวส่งผลให้มีของเหลือทิ้งในปริมาณสูงเช่นเดียวกัน เช่น เปลือกกุ้ง หัวกุ้ง รวมไปถึงน้ำที่ใช้ต้มกุ้งในกระบวนการผลิต

น้ำต้มกุ้งสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เนื่องจากยังมีสารอินทรีย์และสารอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการอยู่ในปริมาณสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีนจากเนื้อกุ้งที่อาจละลายปะปนอยู่ในน้ำที่ใช้ต้ม ซึ่งสามารถที่จะนำกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเสท เพื่อเป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร

<u>การย่อยสลายโปรตีน</u> (Protein Hydrolysate)

โปรตีนไฮโดรไลเสท เป็นผลิตผลจากการย่อยสลายโปรตีนให้อยู่ในรูปของกรดอะมิโนและเปปไทด์สายสั้นๆ ซึ่งมีคุณสมบัติในการให้กลิ่นรสที่ดี การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเสทในอุตสาหกรรมทำได้ 3 วิธี คือ การย่อยสลายด้วยกรด การย่อยสลายด้วยด่าง และการย่อยสลายด้วยเอนไซม์โปรติเอส ซึ่งการย่อยสลายนี้เป็นที่นิยมในอุตสาหกรมแปรรูปอาหาร เพราะนอกจากจะสามารถเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตได้แล้ว ยังสามารถตรึงรูปเอนไซม์เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่อีกด้วย จึงเป็นการประหยัดต้นทุนในการผลิต อีกทั้งยังสามารถที่จะควบคุมและปรับปรุงกระบวนการผลิตได้ง่าย (กัณวีร์ และ นันทรัตน์, 2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

1. เศษไก่จากเครื่องถอดกระดูก
2. เกลือ
3. น้ำมันถั่วเหลือง

3.1.2 สารเคมี

1. โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ($NaHCO_3$)
2. คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$)
3. โซเดียมโปแตสเซียมตราเตรท [$COOK(CHOH)_2COONa.4H_2O$]
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ ($NaOH$)
5. กรดแลกติค
6. Bovine Serum Albumin

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge)
2. เครื่องชั่ง
3. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) และคิวเวท
4. ตู้อบ (Hot air oven)
5. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
6. Desiccator
7. Aluminium can
8. ขวดวัดปริมาตร, บีกเกอร์ และหลอดทดลอง
9. เครื่องกวนพร้อมแท่งแม่เหล็ก
10. เครื่องโฮโมจีไนส์
11. Water bath

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนและวิธีการ

1. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดแยกโปรตีนไมโอไฟบริล

1.1 ศึกษาผลของชนิดของตัวกรองที่เหมาะสมต่อการแยกโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันออกจากโปรตีนไมโอไฟบริล

โดยใช้ตัวกรอง 2 ชนิด คือ ผ้าขาวบางกับตาข่ายไนล่อน ในขั้นตอนการกรองแยกโปรตีนสกัด เมื่อใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนเศษเนื้อไก่ต่อสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเท่ากับ 1ต่อ 3 (Yang and Froning, 1992) และมีขั้นตอนการสกัดแยกดังภาพที่ 1 โปรตีนสกัดที่ได้นำมาวิเคราะห์หาปริมาณคอลลาเจน (ดังภาคผนวก ก.)

1.2 ศึกษาการใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ที่ความเข้มข้น 0.25, 0.50 และ 0.75 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สกัดเศษเนื้อไก่ที่ได้จากเครื่องถอดกระดูก โดยใช้อัตราส่วนเศษเนื้อไก่ต่อสารละลายด่างเท่ากับ 1ต่อ 3 และใช้ตัวกรองที่เหมาะสมจากข้อ 1.1 ขั้นตอนการสกัดแยกแสดงดังภาพที่ 2

1.3 ศึกษาการใช้อัตราส่วนของเศษเนื้อไก่ต่อสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ที่ใช้สกัดแยกเท่ากับ 1ต่อ 2, 1ต่อ 3 และ 1ต่อ 4 ตามลำดับ โดยใช้ความเข้มข้นของสารละลายด่างที่เหมาะสมจากข้อ 1.2 และใช้ตัวกรองที่เหมาะสมจากข้อ 1.1 ขั้นตอนการสกัดแยกแสดงดังภาพที่ 2

โปรตีนไมโอไฟบริลที่สกัดได้จากการทดลองในข้อ 1 นำมาศึกษาดังนี้

ก. วัดค่า pH

ข. หา yield ของโปรตีนสกัด

ค. หาความชื้น

ง. วิเคราะห์หาโปรตีนทั้งหมดโดยวิธีไบยูเร็ท(Gornall และคณะ,1949)

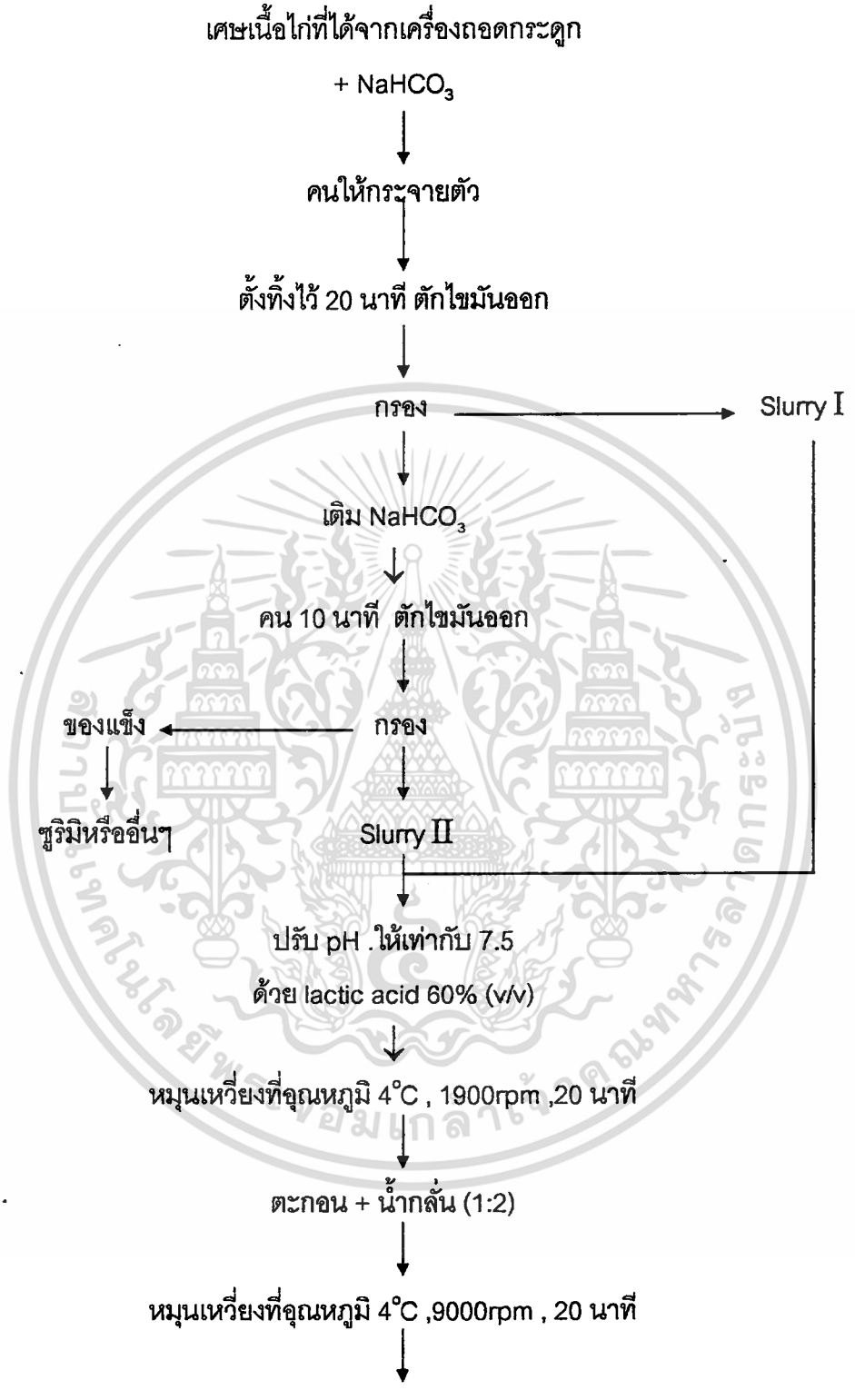
2. ศึกษาสมบัติของโปรตีนไมโอไฟบริลที่ได้

ทำการสกัดแยกโปรตีนไมโอไฟบริลจากเศษเนื้อไก่ที่ได้จากเครื่องถอดกระดูกปริมาณ 1 กิโลกรัม โดยใช้สภาวะที่เหมาะสมจากข้อ 1 จะได้โปรตีนสกัดในปริมาณที่มากพอ เพื่อนำไปศึกษาสมบัติในแง่

ก. ความสามารถช่วยการเกิดอิมัลชัน (Emulsion activity)

ข. สมบัติการเกิดเจล (Gelation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

↓

ตะกอน + NaCl 0.2% (1:3)

↓

หมุนเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 4°C ,9000rpm , 20 นาที

↓

โปรตีนไมโอไฟบริล

ภาพที่ 2 การสกัดแยกโปรตีนไมโอไฟบริลจากเศษเนื้อไก่ที่ได้จากเครื่องถอดกระดูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดแยกโปรตีนไมโอไฟบริล

4.1.1 การศึกษาชนิดของตัวกรองที่เหมาะสมต่อการแยกโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันออกจากโปรตีนไมโอไฟบริล แสดงผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลของการใช้ผ้าขาวบางและตาข่ายไนล่อน ต่อการแยกโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันออกจากโปรตีนไมโอไฟบริล

ชนิดของตัวกรอง	โปรตีนไมโอไฟบริล		
	ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)	น้ำหนักแห้ง (%)	ปริมาณคอลลาเจน (%โปรตีน/น้ำหนักแห้ง)
ผ้าขาวบาง	7.26	10.71[a]	6.72[a]
ตาข่ายไนล่อน	7.32	11.04[a]	8.40[b]

[a,b] ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 2 พบว่า

โปรตีนสกัดที่ได้จากการใช้ผ้าขาวบางเป็นตัวกรองมีปริมาณคอลลาเจนเหลืออยู่ 6.72 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าโปรตีนสกัดที่ได้จากการใช้ตาข่ายไนล่อนเป็นตัวกรอง และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq .05$)

ปริมาณโปรตีนสกัดคิดเป็นน้ำหนักแห้ง ที่ได้จากการใช้ตัวกรองทั้งสองชนิด มีค่าเป็น 10.71 และ 11.04 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq .05$)

โปรตีนจากเศษเนื้อไก่มีปริมาณคอลลาเจนอยู่ ทั้งนี้เนื่องจากในการแยกเศษเนื้อเหล่านี้ออกจากโครงกระดูกไก่ ด้วยเครื่องแยกเศษเนื้อออกจากกระดูก จะมีโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันจากโครงร่างถูกอัดรีดออกมาด้วยในปริมาณมาก (Froning,1976) การสกัดแยกโปรตีนไมโอไฟบริล ไปใช้ประโยชน์ในแง่ของการใช้เป็นตัวช่วยทำให้เกิดอิมัลชันที่ดี และมีความสามารถในการอุ้มน้ำที่ดี พบว่าถ้ามีโปรตีนคอลลาเจนมากจะทำให้คุณสมบัติทั้งสองประการนี้ลดลง (Yang and Froning, 1992) ดังนั้นในการสกัดแยกจึงเลือกใช้ตัวกรองที่มีความสามารถในการแยกโปรตีนคอลลาเจนออกได้ดี เพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การศึกษาการใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้น 0.25 , 0.50 และ 0.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สกัดเศษเนื้อไก่ที่ได้จากเครื่องถอดกระดูก โดยใช้อัตราส่วนเศษเนื้อไก่ต่อสารละลายด่าง เท่ากับ 1ต่อ 3 โดยใช้ผ้าขาวบางในการกรอง แสดงผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลของการใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในอัตราส่วนเศษเนื้อไก่ต่อสารละลายด่างเท่ากับ 1ต่อ 3 โดยใช้ผ้าขาวบางในการกรองที่มีผลต่อปริมาณโปรตีนไมโอไฟบริลที่สกัดแยกได้

ความเข้มข้นของโซเดียมไบคาร์บอเนต (%)	โปรตีนไมโอไฟบริล		
	ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)	น้ำหนักแห้ง (%)	โปรตีน (%)
0.25	7.40	10.11[a]	86.24[a]
0.50	7.64	10.41[a]	88.80[a]
0.75	7.67	11.08[a]	82.30[a]

[a,b] ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 3 พบว่า

โปรตีนไมโอไฟบริลที่สกัดแยกได้จากน้ำล้างเศษเนื้อไก่ที่ใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในอัตราส่วนเศษเนื้อไก่ต่อสารละลายด่างเท่ากับ 1 ต่อ 3 มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งอยู่ในช่วง 10.11 ถึง 11.08 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีนอยู่ในช่วง 82.30 ถึง 88.80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งที่การใช้ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตทั้งสามระดับมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P \leq .05$) ดังนั้นจึงเลือกใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่มีระดับความเข้มข้นต่ำสุด คือ 0.25 เปอร์เซ็นต์ เพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

เนื่องจากเศษเนื้อไก่ที่ต้องการนำไปใช้ทดแทนวัตถุดิบหลักบางส่วนในผลิตภัณฑ์ เช่น ไส้กรอก จะต้องมีคุณสมบัติคือ มีสีอ่อน และไขมันต่ำ ทำให้มีการศึกษาถึงการล้างเศษเนื้อไก่ด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อความสามารถในการลดปริมาณไขมันและลดความเข้มของสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองของ Dawson และคณะ (1988) พบว่าการใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ที่ช่วง pH 8.5 จะทำให้เศษเนื้อไก่มีไขมันต่ำลง และสีจางลง เมื่อนำไปใช้เติมใส่ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ทำให้สามารถใช้ได้ในปริมาณมากขึ้น จึงช่วยลดต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์

4.1.3การศึกษาการใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตในการสกัดเศษเนื้อไก่ที่ได้จากเครื่องถอดกระดูก ที่ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วนเนื้อไก่ต่อสารละลายด่าง เท่ากับ 1 ต่อ2 , 1ต่อ3 และ 1ต่อ4 ตามลำดับโดยใช้ผ้าขาวบางในการกรอง แสดงผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลของการใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วนเศษเนื้อไก่ต่อสารละลายด่างต่าง ๆ โดยใช้ผ้าขาวบางในการกรอง ที่มีผลต่อปริมาณโปรตีนไมโอไฟบริลที่สกัดแยกได้

อัตราส่วนของ เศษเนื้อไก่ : $NaHCO_3$	โปรตีนไมโอไฟบริล		
	ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)	น้ำหนักแห้ง (%)	โปรตีน (%)
1:2	7.19	13.71[a]	77.98[a]
1:3	7.49	11.95[b]	79.35[a]
1:4	7.62	10.13[c]	85.53[a]

[a,b,c] ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 4พบว่า

การใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ ที่อัตราส่วน 1ต่อ2, 1ต่อ3 และ 1ต่อ4 ทั้งสามระดับนั้น มีปริมาณโปรตีนอยู่ 77.98 ถึง 85.93 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq .05$) แต่เมื่อเทียบเป็นร้อยละของน้ำหนักโปรตีนแห้งพบว่า การใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่อัตราส่วนเนื้อไก่ต่อสารละลายด่าง เท่ากับ 1 ต่อ2 จะให้ปริมาณโปรตีนสกัดมากถึง 13.71 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq .05$) ดังนั้นจึงเลือกใช้อัตราส่วนของเศษเนื้อไก่ต่อสารละลายด่างที่อัตราส่วน 1ต่อ2 ในการสกัดแยกเศษเนื้อไก่ที่ได้จากเครื่องถอดกระดูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96743

4.2 การศึกษาสมบัติของโปรตีนไมโอไฟบริล

4.2.1 การศึกษาความสามารถช่วยการเกิดอิมัลชันของโปรตีนไมโอไฟบริล แสดงผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงค่าความสามารถช่วยการเกิดอิมัลชันของโปรตีนไมโอไฟบริล เปรียบเทียบกับโปรตีนมาตรฐาน (Bovine serum albumin)

ชนิดของโปรตีน	ความสามารถช่วยการเกิดอิมัลชัน (%)
MPI_1	91.98
BSA_2	53.62

MPI_1 = Myofibrillar Protein Isolate

BSA_2 = Bovine Serum Albumin

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า

โปรตีน MPI มีค่าความสามารถช่วยการเกิดอิมัลชันได้ดีกว่าโปรตีน BSA คือ มีค่าเป็น 91.98 และ 53.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าโปรตีนที่สกัดได้เป็นโปรตีนที่ที่มีคุณภาพต่างกัน ความสามารถช่วยการเกิดอิมัลชันที่ดีอาจเป็นเพราะค่า pH ของโปรตีนที่ได้ ซึ่งพบว่ามีค่า pH เท่ากับ 7.19

Damodaran (1994) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของโปรตีนที่ใช้ในอาหารในด้านการเป็นอีมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) ของโปรตีน β-lactoglobulin พบว่าโปรตีน β-lactoglobulin ที่ pH มากกว่า 7 จะมีความสามารถช่วยการเกิดอิมัลชันมากกว่าที่ pH เท่ากับ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การศึกษาสมบัติการเกิดเจลของโปรตีนไมโอไฟบริลที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน แสดงผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการตรวจสอบระดับความเข้มข้นต่ำสุดของโปรตีนสกัด ที่เกิดเจลโดยไม่มีของเหลวแยกตัวออกมา

ความเข้มข้นของโปรตีน (%)	การเกิดเจล	ลักษณะของเจลที่เกิดขึ้น
2	ไม่เกิดเจล	-
4	เกิดเจล	เรียบ , เนียน ไม่มีของเหลวแยกตัวออกมา
6	เกิดเจล	เรียบ , เนียน มีฟองอากาศ ไม่มีของเหลวแยกตัวออกมา
8	เกิดเจล	เรียบ , เนียน มีฟองอากาศเล็กน้อย ไม่มีของเหลวแยกตัวออกมา
10	เกิดเจล	เรียบ , เนียน ไม่มีของเหลวแยกตัวออกมา
12	เกิดเจล	เรียบ , เนียน, แน่น ไม่มีของเหลวตัวแยกออกมา

เนื่องจากการเกิดเจล เกิดจากการจับตัวกันของโมเลกุลเกิดเป็นโครงสร้างขึ้นมา เมื่อผ่านการให้ความร้อน ซึ่งจะต้องมากกว่าความร้อนที่จะทำให้โปรตีนเสียสภาพไป (>100°C) และยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องอีกคือ pH และ Ionic strength

Navam and Gregory (1994) กล่าวว่า โปรตีนถั่วเหลือง, Ovalbumin และ Gelatin ที่ความเข้มข้น 8%, 3% และ 0.6% ตามลำดับเป็นระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถเกิดเจลได้โดยไม่มีของเหลวแยกตัวออกมา

จากการทดลองพบว่าโปรตีนไมโอไฟบริลที่สกัดแยกได้ที่ความเข้มข้น 4% เป็นระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถเกิดเจลได้โดยไม่มีของเหลวแยกตัวออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์

ในการสกัดแยกโปรตีนไมโอไฟบริลจากน้ำล้างเศษเนื้อไก่ที่ได้จากเครื่องถอดกระดูก พบว่า การศึกษาชนิดของตัวกรอง ได้แก่ ผ้าขาวบาง และตาข่ายไนล่อน ซึ่งมีผลต่อปริมาณคอลลาเจนในผลิตภัณฑ์โปรตีนสกัด คือ ปริมาณคอลลาเจนมีผลทำให้ความสามารถในการเกิดอีมัลชันและความสามารถในการอุ้มน้ำลดน้อยลง จากการทดลองพบว่า การใช้ผ้าขาวบางเป็นตัวกรองมีปริมาณคอลลาเจนในผลิตภัณฑ์โปรตีนสกัดน้อยกว่าการใช้ตาข่ายไนล่อน

การศึกษาความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตในการสกัดที่ระดับความเข้มข้น 0.25, 0.50 และ0.75 เปอร์เซ็นต์ พบว่าความเข้มข้นของสารละลายด่างที่ใช้ไม่มีผลต่อร้อยละของน้ำหนักแห้ง และร้อยละของโปรตีน ($P \leq .05$) ในผลิตภัณฑ์โปรตีนสกัดที่ได้

การศึกษาอัตราส่วนของเศษเนื้อไก่ต่อสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ใช้ในการสกัดที่อัตราส่วน 1ต่อ2, 1ต่อ3 และ 1ต่อ4 พบว่าอัตราส่วนเศษเนื้อไก่ต่อสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ใช้ ไม่มีผลต่อร้อยละของโปรตีน แต่มีผลต่อร้อยละของน้ำหนักแห้ง ($P \leq .05$) ของผลิตภัณฑ์โปรตีนสกัดที่ได้

ดังนั้นสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเศษเนื้อไก่ที่ได้จากเครื่องถอดกระดูก คือ การใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตในการสกัดแยกที่ระดับความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนของเศษเนื้อไก่ต่อสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต เท่ากับ 1ต่อ2 โดยใช้ผ้าขาวบางเป็นตัวกรอง

การศึกษาสมบัติโปรตีนไมโอไฟบริลที่สกัดแยกได้โดยใช้ภาวะที่เหมาะสม พบว่ามีความสามารถช่วยการเกิดอีมัลชันได้ถึง 91.98 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีนสกัดที่ความเข้มข้นร้อยละ 4 เป็นระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถเกิดเจลได้โดยไม่มีของเหลวแยกตัวออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15465

ข้อเสนอแนะ

1.โปรตีนสกัดที่ได้ควรนำไปทำให้อยู่ในรูปโปรตีนแห้งเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งมีผลต่อสี และกลิ่นของผลิตภัณฑ์ อีกทั้งยังสะดวกต่อการนำไปใช้ และการเก็บรักษาแต่ถ้าต้องการเก็บในรูปของโปรตีนเปียกควรเติมสารป้องกันการเกิดออกซิเดชัน (antioxidant) และสารป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็ง (cryoprotectant)

2.ควรมีการนำโปรตีนไมโอไฟบริลที่สกัดได้ไปพัฒนาใช้ในผลิตภัณฑ์ เช่น ลูกชิ้น และไส้กรอก เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตระดับอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารอ้างอิง

กัณวีร์ รัตนาชัยพงษ์ และนันทรัตน์ สมบัติ. 2537. การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเสทจากน้ำต้มกุ้งเพื่อเป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 69น.

ชัชชัย ตั้งธรรม และ รัชดาภรณ์ พิริยเลิศศักดิ์. 2535. การศึกษาการผลิตลูกชิ้นหมูโดยการทดแทนเนื้อหมูบางส่วนด้วย Deboned meat. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 115น.

พรเพ็ญ ปัญจปิยกุล. 2535. ผลกระทบของเครื่องมือผสมแบบต่างๆ ที่มีต่อคุณภาพของซูริมิและคามาโบโกะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 135น.

วรนุช มหสรรค์. 2529.การใช้โปรตีนที่สกัดจากกระดูกไก่ในการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์จากไก่. สัมมนาปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 21น.

วรนุช สุวนิชย์. 2532. การพัฒนาและประเมินคุณภาพเบอร์เกอร์ไก่เสริมแป้งถั่วลิสง. สัมมนาปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 54น.

วรพิน ชัยประสม. 2531. การปรับปรุงสมบัติการใช้ประโยชน์ของโปรตีนถั่วเหลืองและถั่วเขียว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิจิตรา ฤทธิ์ชัย. 2523. การสกัดโปรตีนจากกระดูก. สัมมนาปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 35น.

วิลัศนา โพธิ์ศรี. 2537. การผลิตซูริมิไก่จากเศษไก่ที่ได้จากเครื่องถอดกระดูก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิวัฒน์ หวังเจริญ และสุรีย์รัตน์ วีระวัฒนากร. 2532. การผลิตโปรตีนถั่วเขียวสกัดเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์บางชนิด. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 54น.

วิไล สนธิเพิ่มพูน. 2539. การวางแผนการทดลอง. เอกสารประกอบการสอน. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.(โรเนียว).

วุฒิชัย นาครักษา. 2526. การศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และฟิสิกส์ของพันธุ์ถั่วเขียวที่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุวรรณ เกษตรสุวรรณ. 2529. ไข่และไก่เนื้อ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.382น.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis.15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

Damodaran,S. 1994. Structure – Function Relationship of Food Proteins, pp. 26-31. In S.H. Navam and R.Z. Gregory. Protein Functionality in Food Systems. Marcel Dekker, Inc. New York.

Djang,S.S.T., H.A.Lillevek and C.D.Ball. 1953. Factor Affecting Solubilization of the Nitrogenous Constituents of the Mungbean, Phaseolus aureus. Cereal Chemistry. 30(3):230-235.

Fronning, G.W..1976. Mechanically - Deboned Poultry meat. Food Technology 30(9) :50-63.

Gornall, A.G., C.J.Bardawill, and M.M.David. 1949. Determination of serum protein by means of the biuret reaction. J.Biol.Chem. 177:751-766.

Hang,Y.D., K.H.Steinkraus and L.R.Hackler. 1970. Comparative Studies on the Nitrogen Solubility of Mungbeans Red beans and Kidney beans. J.Food Sci. 35(3):313-320.

Rosario,R.R. del et al. 1979. Textured Vegetable Proteins. First Symposium on the NSDB-ASEAN Protein Project. University of Phillipines at Los Banos, Laguna, Phillipines.

Thompson,L.U. 1977. Preparation and Evaluation of Mungbean Protein Isolated. J.Food Sci. 42(1):202-206.

Yang, T.S. and G.W. Fronning. 1992. Change in Myofibrillar Protein and Collagen Content of Mechanically Deboned Chicken Meat Due to Washing and Screening. Poultry Science. 71:1221-1227.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
วิธีตรวจสอบและวิเคราะห์ทางเคมี

1.การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC,1990)

อุปกรณ์

1.ตู้อบ (Hot air oven)

2.Desiccator

3.Aluminium can

4.Tong

5.เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1.อบ Aluminium can พร้อมฝาที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง

2.นำใส่ Desiccator ทิ้งให้เย็น 30 นาที

3.ชั่งน้ำหนัก Aluminium can พร้อมฝา (สมมติให้เป็น x กรัม)

4.ชั่งตัวอย่างใส่ใน Aluminium can ประมาณ 2 กรัม (สมมติให้เป็น y กรัม)

5.อบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

6.ทิ้งให้เย็นใน Desiccator ชั่งน้ำหนักจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ (สมมติให้เป็น z กรัม)

$$\text{ความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไป}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

$$= \frac{y - z}{y - x} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธีไบยูเร็ท (Gornall et al., 1949)

2.1 สารเคมี

น้ำยาไบยูเร็ท (Biuret reagent)

-ละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$) จำนวน 1.5 กรัม และโซเดียมโปแตสเซียมตราเตรท [$COOK(CHOH)_2COONa.4H_2O$] 6 กรัม ในน้ำกลั่น 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH, ความเข้มข้นร้อยละ 10) จำนวน 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร ขณะเติมกวนตลอดเวลา แล้วปรับปริมาตรเป็น 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ด้วยน้ำกลั่น (เก็บให้พ้นแสงโดยการหุ้มด้วยกระดาษฟอยล์)

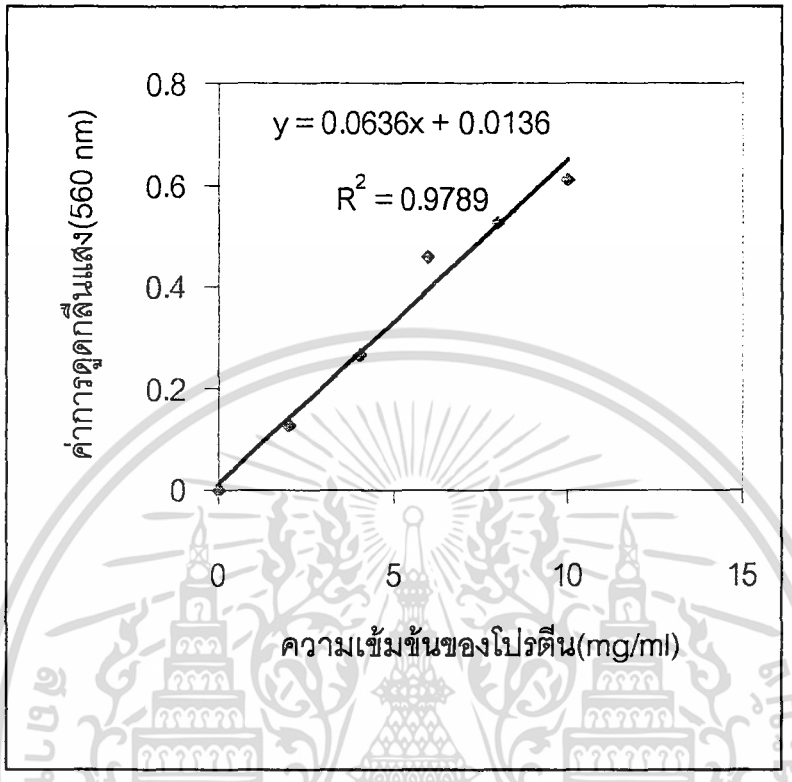
2.2 กราฟมาตรฐานของโปรตีนมาตรฐาน

เตรียมสารละลายโปรตีนมาตรฐานโดยใช้ bovine serum albumin ละลายในน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16 และ 20 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ปิเปตใส่ในหลอดทดสอบปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมสารละลายไบยูเร็ท 4 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที แล้วนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ช่วงความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร เขียนกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของโปรตีนของสารละลายโปรตีนมาตรฐาน (ภาพผนวกที่ 1)

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในตัวอย่าง

ดูดสารละลายตัวอย่างที่มีโปรตีนอยู่ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในหลอดทดลองที่แห้งและสะอาด จำนวน 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมสารละลายไบยูเร็ท 4 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ช่วงความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็นแบลงค์ ค่าการดูดกลืนแสงที่ได้นำไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารละลายโปรตีน สามารถคำนวณปริมาณโปรตีนที่มีอยู่ในสารละลายตัวอย่างได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>ภาพผนวกที่ 1</u> ภาพแสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายโปรตีน Bovine serum albumin

ตัวอย่างการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน

สารละลายโปรตีนวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 560 นาโนเมตร ได้ 0.451

จากสมการแทนค่าการดูดกลืนแสง (y) =0.451

y = 0.636x+0.0136

ดังนั้น x = (0.451-0.0136)/0.0636

= 0.688

หมายความว่า สารละลายโปรตีน 1 มิลลิลิตร มีโปรตีน 0.688 มิลลิกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์ปริมาณคอลลาเจน

จากคุณสมบัติของคอลลาเจน เมื่อให้อุณหภูมิสูงถึง 80°C คอลลาเจนจะถูกไฮโดรไลส์เป็นเจลาตินซึ่งละลายน้ำได้ จึงสามารถวิเคราะห์หาปริมาณคอลลาเจนได้โดย นำโปรตีนไมโอไฟบริลที่ได้จากการทดลองที่ 1.1 มาสกัดแยกเอาไมโอซินออกมาด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 3.3% นำไปแยกโดยเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 1900 rpm อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที แล้วนำส่วนที่เป็นของแข็งไปต้มที่อุณหภูมิประมาณ 80°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนด้วยวิธีไบยูเร็ท

4.การทดสอบสมบัติการใช้ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์โปรตีน

4.1 <u>ความสามารถช่วยการเกิดอีมัลชัน</u>

ทดสอบตามวิธีของ Yasumatsu และคณะ (1972) โดยชั่งผลิตภัณฑ์โปรตีนสกัดแห้ง 7 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 600 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร กวนด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้าจนกระทั่งละลายหมด แล้วจึงเติมน้ำมันถั่วเหลืองจำนวน 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องโฮโมจิไนส์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ (Ultra turras) ที่ความเร็วของเครื่อง เป็นเวลา 1 นาทีอีมัลชันที่ได้นำมาเทใส่หลอดหมุนเหวี่ยงขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร 4 หลอด แล้วนำไปเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 1,300 รอบต่อนาที นาน 5 นาที วัดความสูงของส่วนที่เป็นอีมัลชัน แล้วคำนวณค่าความสามารถช่วยการเกิดอีมัลชันตามสูตร

$$\text{ความสามารถช่วยการอีมัลชัน, ร้อยละ} = \frac{\text{ความสูงของส่วนที่เป็นอีมัลชัน}}{\text{ความสูงของของเหลวทั้งหมดในหลอดหมุนเหวี่ยง}} \times 100$$

4.2 <u>สมบัติการเกิดเจล</u>

ทดสอบการเกิดเจล ตามวิธีของ Coffman และ Garcia (1977) โดยเตรียมสารละลายของผลิตภัณฑ์โปรตีนแห้งในน้ำให้มีความเข้มข้นร้อยละ 2 ถึง 16 โดยประมาณ ปิเปตใส่หลอดทดลองหลอดละ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำไปต้มในน้ำเดือด 1 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นทันที จากนั้นนำไปแช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตรวจสอบระดับความเข้มข้นต่ำสุดของผลิตภัณฑ์โปรตีนที่เกิดเจลได้โดยไม่มีของเหลวแยกตัวออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการคำนวณและในตาราง มีดังนี้คือ

SOV	=	Source of Variation
df	=	degree of freedom
SS	=	Sum of Sqrare
MS	=	Mean Square
*	=	มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
NS	=	มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของร้อยละน้ำหนักแห้ง ของโปรตีนไมโอไฟบริล เปรียบเทียบระหว่าง 2 ตัวกรอง คือ ผ้าขาวบาง กับ ตาข่ายไนล่อน ในการทดลองที่ 1.1 ด้วยแผนการทดลอง CRD (Completely Randomized Design)

SOV.	df	SS	MS	F-cal	F.05
Treatment	1	0.22	0.22^{NS}	1.69	5.59
Error	6	0.79	0.13		
Total	7	1.01			

ตารางภาคผนวกที่ 2 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของร้อยละของคอลลาเจน จากโปรตีนไมโอไฟบริล เปรียบเทียบระหว่าง 2 ตัวกรอง คือ ผ้าขาวบาง กับ ตาข่ายไนล่อน ในการทดลองที่ 1.1 ด้วยแผนการทดลอง CRD (Completely Randomized Design)

SOV.	df	SS	MS	F-cal	F.05
Treatment	1	2.82	2.82^{*}	70.5	18.51
Error	2	0.08	0.04		
Total	3	2.90			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของร้อยละน้ำหนักแห้ง ของโปรตีนไมโอไฟบริล เปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ 0.25, 0.50, 0.75 เปอร์เซ็นต์ ในการทดลองที่ 1.2 ด้วยแผนการทดลอง CRD (Completely Randomized Design)

SOV.	df	SS	MS	F-cal	$F_{.05}$
Treatment	2	1.98	0.99^{NS}	0.72	4.26
Error	9	12.43	1.38		
Total	11	14.41			

ตารางภาคผนวกที่ 4 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณโปรตีน (เปอร์เซ็นต์) ของโปรตีนไมโอไฟบริล เปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ 0.25, 0.50, 0.75 เปอร์เซ็นต์ ในการทดลองที่ 1.2 ด้วยแผนการทดลอง CRD (Completely Randomized Design)

SOV.	df	SS	MS	F-cal	$F_{.05}$
Treatment	2	42.94	21.47^{NS}	0.46	9.55
Error	3	140.08	46.69		
Total	5	183.02			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของร้อยละน้ำหนักแห้งของ โปรตีนไมโอไฟบริลที่ได้ เปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วนเศษเนื้อไก่ต่อสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ที่ 1 ต่อ2, 1ต่อ3, และ 1ต่อ4 ในการทดลองที่ 1.3 ด้วยแผนการทดลอง CRD (Completely Randomized Design)

SOV.	Df	SS	MS	F-cal	$F_{.05}$
Treatment	2	25.52	12.76^{NS}	12.76	4.26
Error	9	8.96	1.00		
Total	11	34.48			

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละน้ำหนักแห้งของโปรตีนไมโอไฟบริล จากการทดลองที่ 1.3 ด้วยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple range test)

อันดับที่	1	2	3
อัตราส่วน(ก)	T_1	T_2	T_3
ค่าเฉลี่ย	13.70a	11.92b	10.13c

a,b,c อักษรที่เหมือนกันตามแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq .05$)

หมายเหตุ(ก)

T_1 หมายถึงการใช้อัตราส่วนเศษเนื้อไก่ต่อสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเท่ากับ 1ต่อ2

T_2 หมายถึงการใช้อัตราส่วนเศษเนื้อไก่ต่อสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเท่ากับ 1ต่อ3

T_3 หมายถึงการใช้อัตราส่วนเศษเนื้อไก่ต่อสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเท่ากับ 1ต่อ4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณโปรตีน (เปอร์เซ็นต์) จากโปรตีนไมโอไฟบริลที่ได้ เปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วนเศษเนื้อไก่ต่อสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ที่ 1ต่อ2, 1ต่อ3, และ 1ต่อ4 ในการทดลองที่ 1.3 ด้วยแผนการทดลอง CRD (Completely Randomized Design)

SOV.	Df	SS	MS	F-cal	F.05
Treatment	2	68.80	32.40^{NS}	0.99	9.55
Error	3	97.97	32.66		
Total	5	162.77			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวนพรัตน์ อังประภาพรชัย เกิดเมื่อวันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2519 จังหวัดนครสวรรค์ สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนนครสวรรค์ พ.ศ. 2537 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2541

นางสาวพัชริน ศิริมงคลรัตน์ เกิดเมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2519 จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ พ.ศ.2537 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้