รายงานสัมมนา 2

เรื่อง

ผลของ Soy Protein Isolate, Sodium Caseinate และ Blood Plama Protein ต่อการเกิดอิมัลชัน และ ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อิมัลชันเนื้อ

Effect of Soy protein isolate, Sodium caseinate and Blood plasma protein on Meat Emulsion Formation and Texture

โดย

นางสาวเบญจมาพร เจริญศรี B4050827

นางสาวจารุนันท์ รัศมีโรจน์ B4050841

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ. ดร จิรวัฒน์ ยงสวัสดิกุล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายงานนี้ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายงานวิชา 305 482 (สัมมนา2)

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วันที่ 22 มีนาคม 2544

คำนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยได้พัฒนาสู่การผลิตเชิงอุตสาหกรรมมากขึ้น อุตสาหกรรมอาหารเป็นส่วนหนึ่งในอุตสาหกรรมที่มีการขยายอย่างรวดเร็ว จึงมีการสนใจ และมุ่งศึกษาในทางวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีอาหารมากขึ้น ซึ่งการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอาหารจะเกิดขึ้นได้นั้น จำเป็นอย่างยิ่งต้องมีการศึกษา และวิจัย เพื่อก่อให้เกิดการพัฒนาที่ไม่หยุดนิ่ง ดังนั้นในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีอาหาร จึงมีการบรรจุรายวิชาสัมมนา 2 ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเน้นให้นักศึกษาได้ทำการค้นคว้างานวิจัยที่ได้เคยทำมาแล้วมานำเสนอต่อสาธารณะชน ซึ่งมีแนวทางเป็นของนักศึกษาเอง โดยคณะผู้จัดทำได้นำเสนอ " ผลของ Soy protein isolated, Sodium caseinate และ Blood plasma protein ต่อการเกิดอิมัลชั่น และ ลักษณะเนื้อสัมผัสในผลิตภัณฑ์อิมัลชั่น" จุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของ Emulsifying agents ชนิดต่าง ๆ ต่อการเกิดอิมัลชั่น และ การเกิดเจลในผลิตภัณฑ์อิมัลชั่น

ซึ่งคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า รายงานการศึกษาฉบับนี้จะสามารถเป็นแนวทางให้กับท่านผู้อ่านที่มีความสนใจ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ ในอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ได้ในอนาคต หากรายงานฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำยินดีรับฟังความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพื่อที่จะได้นำมาปรับปรุงแก้ไขในโอกาสต่อไป

คณะผู้จัดทำ

กุมภาพันธ์ 2544

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1
กลไกการเกิดอิมัลชัน	2-4
ความหมายของ Emulsifying agents	4
การเติม Soy Protein Isolate ในระบบอิมัลชัน	4-6
การเติม Sodium Caseinate ในระบบอิมัลชัน	6-8
การเติม Blood Plasma Protein ในระบบอิมัลชัน	9-10
สรุป	11
ตอบคำถาม	12
เอกสารอ้างอิง	13

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่1 โครงสร้างของ myosin และ หน่วยย่อย (Subfragment) 3

รูปที่2 ลักษณะการเรียงตัวของกล้ามเนื้อโปรตีนในอิมัลชั่นของไส้กรอก 3

รูปที่ 3 เปอร์เซ็นต์ความเสถียรของแผ่นฟิล์มของอิมัลชันที่สร้างโดย myosin และโปรตีนนม 7

รูปที่ 4 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ไปยังรอยต่อระหว่างเฟสของ Myosin heavy chain (MYHC) ในระบบที่มีการเติม Myosin และในระบบที่มีการเติมMyosin เพิ่มนมโปรตีน 7

รูปที่ 5 การคลายตัวของ Myosin และ นมโปรตีนในสภาวะที่ให้ความร้อน และ ไม่ให้ความร้อน 8

รูปที่ 6 ความเสถียรของอิมัลชัน เมื่อเติม Blood plasma ที่ระดับต่าง ๆ โดยอิมัลชันได้รับความร้อน 75 $^{\circ}$ C เป็นเวลา 30 นาที 9

รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเนื้อสัมผัสของอิมัลชันและอุณหภูมิ 10

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 โปรตีนชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีนถั่วเหลือง 4

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียไขมันและน้ำของ meat batter 5

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

Emulsifying agents เป็นสารที่เติมเข้าไปในระบบอิมัลชัน เพื่อทำให้ส่วนที่มีขั้วและไม่มีขั้วผสมเข้ากันได้ดี นิยมเติมในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เช่น ไส้กรอก เพื่อทำให้เกิดลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี Soy protein isolate(SPI), Sodium caseinate (SC) และ Blood plasma protein (BPP) เป็นโปรตีนที่มีโครงสร้างเปิดตัวได้ง่ายและมีส่วนที่ไม่มีขั้วสูง ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีของ Emulsifier จึงทำการศึกษา Emulsifying agent ทั้ง 3 ชนิดนี้ต่อการเกิดอิมัลชันและการปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อิมัลชัน โดยทำการศึกษาค่าความเสถียรของอิมัลชัน(Emulsion Stability: ES), ค่าความสามารถในเกิดอิมัลชัน (Emulsifying Capacity:EC) และค่าเนื้อสัมผัส พบว่าการเติม SPI ในระบบอิมัลชันจะช่วยเพิ่มค่า ES และ EC , การเติม SC จะช่วยเพิ่มค่า EC แต่ลดค่า ES แต่ถ้าเติมที่ระดับความเข้มข้น 0.38 mg/ml การลดลงของค่า ES จะไม่แตกต่างกับตัวอย่างควบคุม และ BPP จะช่วยเพิ่มค่า ES และค่าเนื้อสัมผัส

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทนำ

ผลิตภัณฑ์อิมัลชันนับว่าเป็นอาหารที่นิยมบริโภคอย่างแพร่หลาย ซึ่งมีการผลิตและจำหน่ายเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มากมาย เช่น ไส้กรอก เป็นต้น โดยผู้บริโภคจะให้ความสำคัญในเรื่องสี และรสชาติ นอกจากนี้ลักษณะเนื้อสัมผัสยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ไม่สามารถมองข้ามได้ ดังนั้นผู้ผลิตส่วนใหญ่จึงพยายามหาวิธีการปรับปรุงคุณภาพทางลักษณะเนื้อสัมผัส เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยการเติมสารที่สามารถช่วยในการเกิดอิมัลชัน คือ Emulsifying agent ได้แก่ Soy protein isolate, Sodium caseinate, Whey proteins, Wheat germ proteins, Corn germ proteins และ Plasma proteins แต่ในรายงานฉบับนี้จะทำการศึกษา Emulsifying agentsเพียง 3 ชนิด คือ Soy protein isolate, Sodium caseinate และ Plasma proteins เนื่องจากโปรตีน 3 ชนิดนี้ เป็นโปรตีนที่นิยมเติมลงไปในผลิตภัณฑ์อิมัลชัน นอกจากนี้โครงสร้างของโปรตีนดังกล่าวยังสามารถเปิดตัวได้ง่าย และ มีค่า Surface hydrophobicity สูง ดังนั้นจึงทำการศึกษาว่า Emulsifying agent ทั้ง 3 ชนิด มีผลต่อการเกิดอิมัลชั่น และ การปรับปรุงลักษณะของผลิตภัณฑ์อิมัลชันอย่างไร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กลไกการเกิดอิมัลชั่น

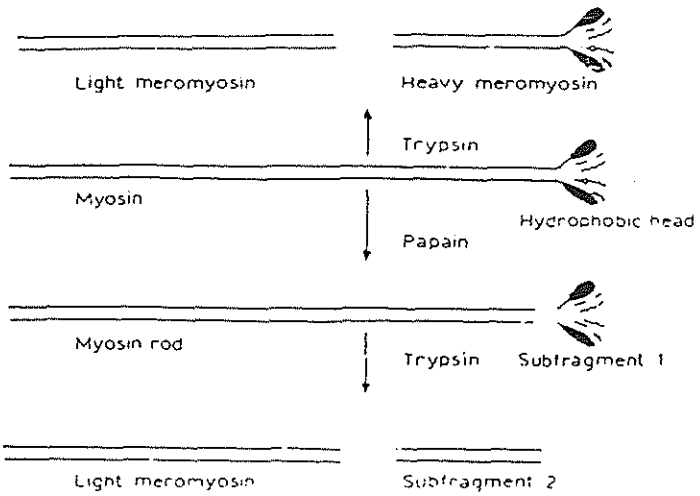
Meat emulsion ประกอบไปด้วย 2 องค์ประกอบหลัก คือ ส่วนที่ไม่มีขั้ว ได้แก่ ส่วนที่เป็นไขมัน หรือเป็นส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic site) ของโปรตีน และ ส่วนที่มีขั้ว ซึ่งได้แก่ ส่วนที่เป็นน้ำ, เกลือ หรือ ส่วนที่ชอบน้ำ (Hydrophilic site) ของโปรตีน โดยโปรตีนซึ่งมีบทบาทสำคัญในการทำให้ 2 องค์ประกอบสามารถรวมตัวกันได้โดยมีเสถียรภาพและไม่เกิดการแยกตัวของไขมัน คือ Myofibrillar proteins ซึ่งเป็นโปรตีนที่ละลายในสารละลายเกลือ มีอยู่ประมาณ 50 % ของโปรตีนกล้ามเนื้อทั้งหมด และประกอบไปด้วย Myosin, Actin, Tropomyosin, Troponin และ ส่วนประกอบย่อยอีกจำนวนมาก (Morrissey et al., 1987) สำหรับความสามารถของ 1 กรัมโปรตีนที่ทำให้น้ำมันปริมาณสูงสุดกระจายตัวอยู่ในสภาพอิมัลชันแบบ oil in water ได้คือ Emulsifying Capacity (EC) (Zayas. 1997) ซึ่งโปรตีน แต่ละชนิดของ Myofibrillar protein จะมีค่า EC ที่แตกต่างกัน โดยที่ myosin จะมีค่า EC สูงที่สุด รองลงมาคือ Actomyosin และ Actin ตามลำดับ (Morrissey et al., 1987) myosin จะมีบทบาทสำคัญมากในการเกิดอิมัลชั่นในผลิตภัณฑ์เนื้อ ซึ่งจะทำหน้าที่ดูดซึมหรือยึดเกาะกับผิวหน้าอนุภาคของไขมัน(Dispersed phase) ไว้ โดยจะเรียงตัวที่รอยต่อระหว่างเฟสกระจาย (Dispersed phase)และเฟสต่อเนื่อง(Continuous phase) ทำให้ลดแรงตึงผิวที่รอยต่อระหว่างเฟสทั้งสอง จึงเสมือนฟิล์มที่เพิ่มความแข็งแรงให้แก่เฟสกระจาย ทำให้อิมัลชั่นที่ความคงตัวมากขึ้น ฟิล์มที่ทำการสร้างขึ้นโดยโปรตีน นี้เรียกว่า " Interfacial Protein Film" โดยมี 3 ขั้นตอนหลักในการสร้างฟิล์มดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การแพร่กระจายตัวของโปรตีนเข้าสู่รอยต่อระหว่างเฟส

การกระจายตัว หรือ การแพร่ของโปรตีนจะเกิดขึ้นได้จะต้องมีการสกัด Myosin ในเนื้อให้ละลายออกมา โดยการเติมเกลือ (NaCl) ในขณะสับผสม ซึ่งเป็นการใช้สารเคมี และ แรงทางกล เพื่อทำให้โปรตีนเกิดการแผ่ตัวออก (unfold)ได้บางส่วน และแพร่กระจายไปสู่รอยต่อระหว่างเฟส ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายตัวของโปรตีน คือ ความเข้มข้นของโปรตีน และ ความสามารถในการละลายของโปรตีน ในการสกัด myosin นั้นควรทำให้ myosin ละลายออกมาในปริมาณ หรือความเข้มข้นที่เพียงพอที่จะห่อหุ้มอนุภาคของไขมันที่กระจายตัวอยู่ในเฟสต่อเนื่อง

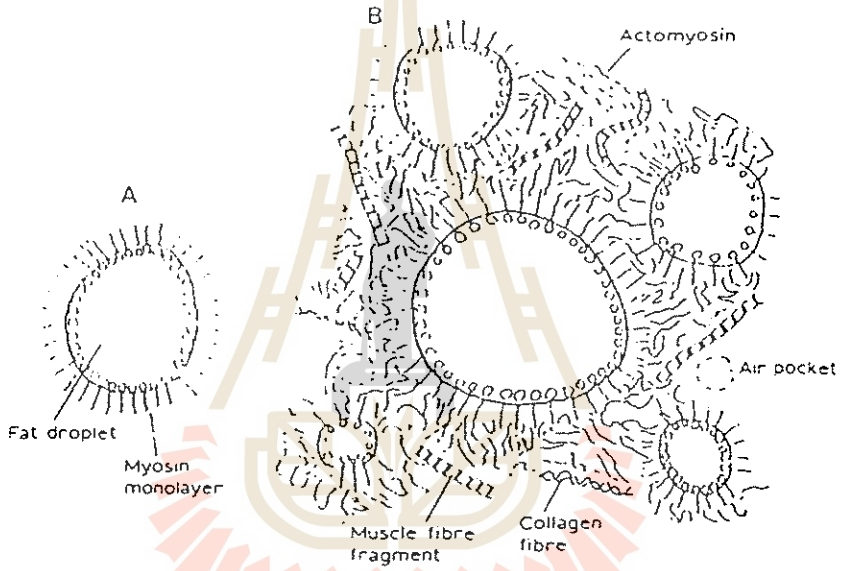
ขั้นตอนที่ 2 การดูดซับโปรตีนบริเวณรอยต่อระหว่างเฟสกระจายและเฟสต่อเนื่อง

หลังจากที่โปรตีนเกิดการแพร่กระจายเข้าสู่รอยต่อระหว่างเฟสแล้ว โปรตีนจะถูกดูดซับอย่างรวดเร็วที่บริเวณ interface โดย Myosin จะหันส่วนที่มีขั้ว และ มีประจุ หรือส่วนที่ชอบน้ำ (Hydrophobicity) คือ Light meromyosin เข้าหา Aqueous phase และ จะหันส่วนที่ไม่มีขั้ว หรือส่วนที่ไม่ชอบน้ำ(Hydrophobicity) คือ Heavy meromyosin ซึ่งประกอบด้วยส่วน Globular head และ ส่วนต้นของสายแอลฟา-ฮีลิกซ์ (รูปที่1)เข้าหาส่วนที่เป็น Lipid phase ดังแสดงในรูปที่2 โปรตีนที่ไม่มีขั้วหรือ Hydrophobicity นี้จะมีศักยภาพมากกว่า โปรตีนที่มีขั้ว หรือ Hydrophilic ที่จะดูดซับบริเวณรอยต่อระหว่างเฟส



รูปที่1 โครงสร้างของ myosin และ หน่วยย่อย (Subfragment)

ที่มา: Hudson,1987



รูปที่2 ลักษณะการเรียงตัวของกล้ามเนื้อโปรตีนในอิมัลชั่นของไส้กรอก

A . แสดงอนุภาคของเม็ดไขมันซึ่งถูกรอบล้อมด้วย myosin monolayer โดยส่วนทีเป็น hydrophobic heads หันเข้าไปหาส่วนที่เป็น Lipid phase

B. แสดง Actomyosin ที่เกิดขึ้นในบริเวณ multilayer ปะปนกับองค์ประกอบอื่นของกล้ามเนื้อ

ที่มา: Morrissey et al.,1987

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างฟิล์มที่เกิดจากการคลายตัวอย่างสมบูรณ์ของโปรตีนและการหันขั้วของโปรตีนบริเวณรอยต่อระหว่างเฟส

หลังจากที่โปรตีนดูดซับบริเวณรอยต่อแล้ว โปรตีนจะยังคงคลายตัว เนื่องจากได้รับแรงกลจากการสับผสม การคลายตัวนี้จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของโมเลกุลโปรตีนเช่นความเสถียรภาพของโมเลกุล และความเข้มข้นของโปรตีนที่ถูกดูดซับบริเวณรอยต่อ ซึ่งการคลายตัวของโปรตีนนี้จะทำให้มีส่วนที่ไม่ชอบน้ำเพิ่มขึ้น และทำให้เกิดการสูญเสียโครงสร้างตติยภูมิและทุติยภูมิบางส่วน

หลังจากสูญเสียสภาพโครงร่างดังเดิมแล้วโปรตีนจะเกิดการจัดเรียงตัวใหม่ เป็นฟิล์มล้อมรอบหยดไขมัน การสร้างฟิล์มที่ดีควรมีชั้นของฟิล์มเพียงชั้นเดียว(Monolayer) เนื่องจากการมีฟิล์มที่หนาหรือมีหลายชั้น(Multilayer) มากเกินไป จะทำให้มีแรงกระทำระหว่างโปรตีนสูง ทำให้โปรตีนมีแนวโน้มที่จะเกาะรวมตัวกัน เป็นผลให้สูญเสียความยืดหยุ่น ลดความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water-holding capacity) และเกิดการฉีกขาดของแผ่นฟิล์ม ดังนั้นควรทำให้มีความเข้มข้นโปรตีนบริเวณรอยต่อที่เหมาะสม เพราะถ้ามีความเข้มข้นของโปรตีนต่ำ จะไม่เพียงพอในการสร้าง monolayer แต่ถ้ามีความเข้มข้นสูงเกิน จะทำให้เกิด multilayer ที่ทำให้เกิดลักษณะที่ไม่ดีดังข้างต้น ดังนั้นในการผลิตผลิตภัณฑ์อิมัลชัน ถ้าหากความเข้มข้นของโปรตีนในเนื้อสัตว์ไม่เพียงพอจะทำให้เกิดการแยกตัวของอิมัลชัน จึงควรเติม Emulsifying agent เพื่อเพิ่มความเสถียรของอิมัลชันและปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

ความหมายของ Emulsifying agent

Emulsifying agent เป็นสารที่เติมเข้าไปในระบบ Emulsion เพื่อทำให้ส่วนที่มีขั้วและไม่มีขั้วผสมเข้าด้วยกันได้ดี เป็นสารที่ดูดซึมหรือยึดเกาะกับผิวหน้าของ dispersed substance และช่วยลดแรงตึงผิวระหว่างหยดของไขมัน ทำให้หยดไขมันเล็ก ๆ เหล่านั้นไม่ดึงกลับมารวมกัน ลักษณะโครงสร้าง molecule ของ Emulsifying agent ประกอบไปด้วยปลายที่มีขั้ว (Polar end) ที่ละลายได้ดีในน้ำ และปลายที่ไม่มีขั้ว (nonpolar end) ที่ละลายได้ดีในไขมัน โดยการที่มีปลายข้างหนึ่งละลายในน้ำมันและอีกข้างหนึ่งละลายในน้ำจึงทำให้อิมัลชัน มีความคงตัวอยู่ได้

1. การเติม Soy protein isolated ในระบบอิมัลชัน

โปรตีนถั่วเหลืองส่วนใหญ่ คือ โกลบูลิน (Glubulin) ซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 85-89 ของโปรตีนทั้งหมด โปรตีนโกลบูลินสามารถแบ่งออกเป็น4 ชนิดตามขนาดของโมเลกุลโดยอาศัยหลักการตกตะกอน (Sedimentation velocity) ได้เป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้ คือ 2S, 7S, 11S และ 15S

ตารางที่ 1 โปรตีนชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีนถั่วเหลือง

ส่วน	ปริมาณ(%)	โปรตีน	ขนาด (Da)
2S	8-22	Trypsin inhibitor	8,000-21,000
		Cytochrome C	
7S	35-37	Hemaglutinins	110,000
		Lipoxygenases	102,000
		β -Amylase	67,000
		7S Globulin	180,000 – 210,000
11S	31- 52	11S Globulin	350,000
15S	5 – 11	-	600,000

ที่มา : จิรวัฒน์ (2541)

Soy protein isolate มีปริมาณโปรตีนประมาณ 85-90% โปรตีนที่มีความสำคัญต่อคุณสมบัติในการเกิดอิมัลชันและเจล คือ โปรตีนในส่วน 7S globulin(Conglycinin) และ 11S globulin (glycinin)

ผลของ Soy Protein isolated ต่อการเกิดอิมัลชั่น

จากผลการทดลองของ Lin and Mei (2000) ได้ทำการศึกษาผลของการเติม Soy protein isolate ลงไปในผลิตภัณฑ์อิมัลชันเนื้อพบว่า เมื่อนำตัวอย่างควบคุม (ไม่มีการเติม emulsifying agent) และ meat batter ที่เติม Soy protein isolate (SPI) มาศึกษาค่าความเสถียรภาพของอิมัลชัน (Emulsion Stability: ES) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถของหยดไขมันที่สามารถกระจายอยู่ในอิมัลชั่นได้โดยปราศจากการรวมตัวกัน หรือ เกิดการแยกชั้นของหยดไขมัน จากการทดลองของ Lin และ Mei (2000) พบว่า การเติม SPI 1.23 % (น้ำหนัก) ในการผลิตผลิตภัณฑ์อิมัลชันจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียไขมันน้อยกว่าตัวอย่างควบคุม อย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.05$ ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งเปอร์เซ็นต์การสูญเสียไขมันจะบ่งบอกถึงความมีเสถียรภาพของอิมัลชั่น แสดงว่าการเติม SPI ให้กับ meat batter จะทำให้อิมัลชันมีความเสถียรมากกว่าตัวอย่างควบคุม เนื่องมาจาก meat batter ที่มีการเติม SPIจะทำให้ระบบอิมัลชันมีความเข้มข้นของโปรตีนที่รอยต่อระหว่างเฟสมากขึ้น ซึ่งโปรตีนของ SPI ที่เพิ่มขึ้นนี้ จะช่วยทำให้ชั้นของฟิล์มโปรตีนบริเวณรอยต่อระหว่างเฟสมีความแข็งแรง และเสถียรมากจึงมีความสามารถในการหุ้มและล้อมรอบหยดไขมันที่กระจายอยู่ในอิมัลชันได้ดีกว่าตัวอย่างควบคุม จึงมีการสูญเสียน้ำมันน้อยกว่า

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียไขมันและน้ำของ meat batter

	Treatment	
	Control	SPI
Fat loss (%)	$0.34^{a} \pm 0.13$	$0.21^{b} \pm 0.06$
Water loss (%)	$0.46^{a} \pm 0.19$	$0.28^{b} \pm 0.10$

$^{a, b}$ Means of 3 replication (n = 9). Means(± SD) within the same row bearing unlike superscripts are different ($P < 0.05$)

ที่มา : Lin และ Mei (2000)

นอกจากนี้ Lin และ Mei (2000) ยังทำการศึกษาหาค่า Emulsion Capacity (EC) ซึ่งหมายถึงปริมาณน้ำมันสูงสุดที่เกิดเป็นอิมัลชันประเภท oil in water ได้โดยโปรตีน 100 mg จากผลการทดลองพบว่า meat batter ที่เติม SPI จะสามารถเติมน้ำมันลงในอิมัลชันได้ 1592 ±30 ml ซึ่งมากกว่า meat batterของตัวอย่างควบคุม(1449±88 ml) อย่างมีนัยสำคัญที่ ($P<0.05$) ในขณะที่มีโปรตีน 100 mgในอิมัลชันเท่ากัน เนื่องจาก SPI เป็นโปรตีนที่สามารถถูกดูดซับได้อย่างรวดเร็วที่บริเวณรอยต่อ

ระหว่างเฟส ทำให้สามารถสร้างฟิล์มที่มีความหนา และ มีความสามารถในการห่อหุ้มหยดไขมันจึงเกิดการเป็นอิมัลชันที่ได้ดีกว่าตัวอย่างควบคุม

2. การเติม Sodium caseinate ให้กับระบบอิมัลชัน

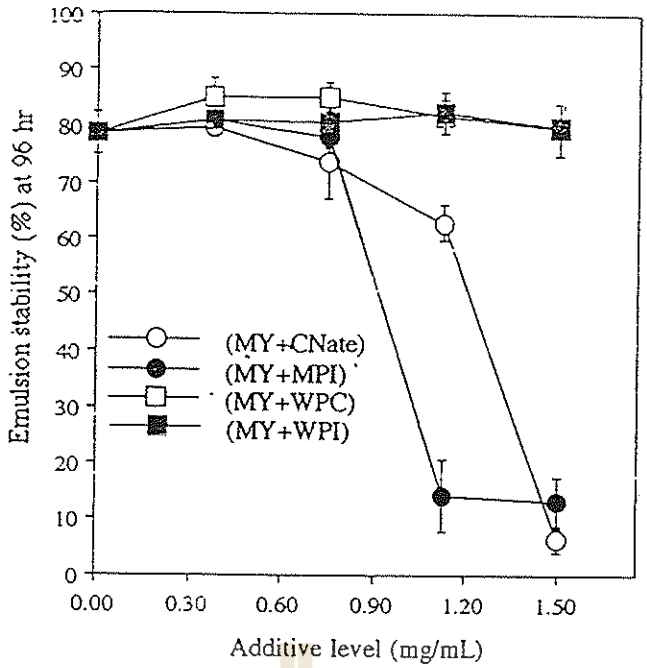
โปรตีนจากน้ำนมสามารถแบ่งออก 2 องค์ประกอบหลัก คือ เคซีน (Casein) และ เวย์โปรตีน (Whey Protein) เคซีนเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของโปรตีนนม คือมีประมาณร้อยละ 80 เคซีนประกอบไปด้วยโปรตีนชนิดต่าง ๆ คือ α_{s1}- casein , α_{s2}- casein, β- casein และ γ - casein สำหรับโปรตีนส่วนที่เหลือที่ยังคงอยู่สารละลายหลังจากตกตะกอนเคซีน คือ เวย์โปรตีน ซึ่งประกอบด้วยโปรตีนหลัก คือ β- lactoglobulin และ α - lactalbumin เมื่อนำ Casein มาผลิตเป็น Sodium caseinate มีโปรตีนประมาณ 88-90 % (Caric, 1994)

ผลของ Sodium caseinate ต่อการเกิดอิมัลชั่น

Imm และ Regenstein (1997) ได้ทำการศึกษาการเสริมโปรตีนจากนม เช่น Sodium-caseinate (CNate), Milk protein isolate (MPI), Whey protein concentrate (WPC) และ Whey protein isolate (WHI) เพื่อร่วมกับ myosin(MY) ที่มีความเข้มข้น 1.5 mg/ml ในการเกิดอิมัลชัน ในการทดลองนี้ มีการเพิ่มโปรตีนแต่ละชนิด 4 ระดับความเข้มข้นคือ 0.38, 0.75, 1.13 และ 1.50 mg/ml โดยการเสริมโปรตีนนมจะมีผลต่อค่าความเสถียรของอิมัลชัน(Emulsion Stability:ES) ซึ่งขึ้นอยู่กับการเคลื่อนที่ไปยังรอยต่อระหว่างเฟสของ Myosin heavy chain (MYHC) และการคลายตัวได้ของโปรตีน

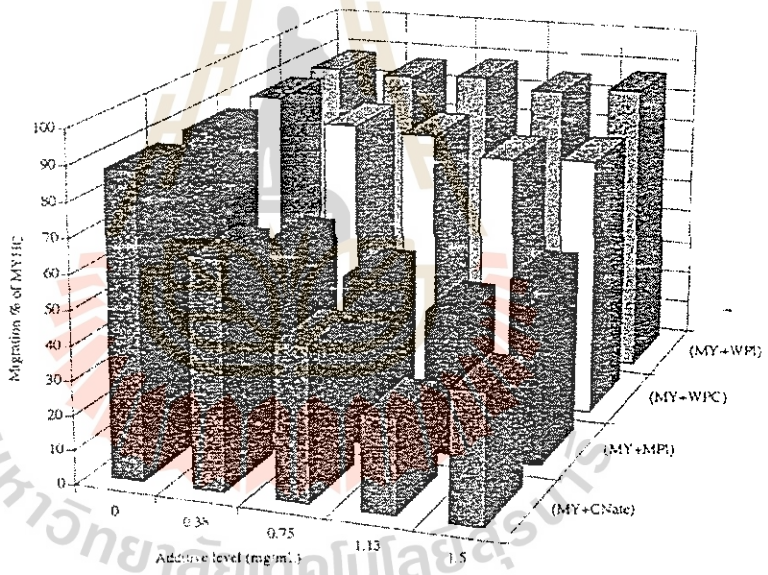
การศึกษา Emulsion Stability (ES) และ การเคลื่อนที่ไปยังรอยต่อระหว่างเฟสของ Myosin heavy chain (MYHC)

เมื่อพิจารณากราฟในรูปที่ 3 พบว่าการเพิ่ม CNate ที่ระดับความเข้มข้น 0.38 mg/ml จะไม่มีผลต่อค่า ES แต่เมื่อมีการเติมในระดับที่มากขึ้นเป็น 0.75 mg/ml จะทำให้ค่า ES ลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ ($P < 0.02$) ในขณะที่โปรตีนนมชนิดอื่น ๆ เช่น WPC และ WPI ยังคงรักษาเสถียรภาพของอิมัลชันได้ สาเหตุดังกล่าวสันนิษฐานได้ว่าเนื่องจากเคซีนเป็นโปรตีนที่สามารถดูดซับหรือยึดเกาะที่รอยต่อระหว่างเฟสได้อย่างรวดเร็ว และมีความสามารถสูงในกระจายตัวและสร้างแผ่นฟิล์มบางล้อมรอบหยดไขมัน เกิดการแย่งดูดซับหรือขัดขวางการเคลื่อนที่ของ Myosin heavy chain (MYHC) ไปยังรอยต่อระหว่างเฟส (ซึ่งวัดโดยวิธี SDS- PAGE โดยใช้ Acrylamide ความเข้มข้น 12 % ในการสร้างแผ่นเจล และ ใช้วิธี Densitometry ในการวัดความหนาของแถบโปรตีนบนแผ่นเจล) เป็นเหตุให้ myosin ไม่สามารถสร้างฟิล์มหนา ที่ให้ความเสถียรของอิมัลชันได้ ค่า ES ที่ได้จึงลดลง จากรูปที่ 4 จะเห็นว่าที่ระดับความเข้มข้นของโปรตีน CNate สูง จะทำให้มีเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ไปยังรอยต่อระหว่างเฟสของ MYHC ลดลง



รูปที่ 3 เปอร์เซ็นต์ความเสถียรของแผ่นฟิล์มของอิมัลชันที่สร้างโดย myosin และโปรตีนนม

ที่มา : Imm และ Regenstein(1997)

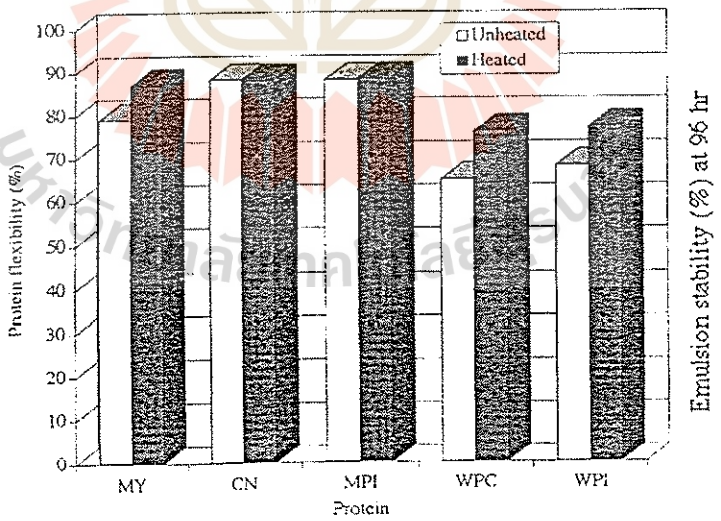


รูปที่ 4 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ไปยังรอยต่อระหว่างเฟสของ Myosin heavy chain (MYHC) ในระบบที่มีการเติม Myosin และในระบบที่มีการเติมMyosin เพิ่มนมโปรตีน

ที่มา : Imm และ Regenstein(1997)

การคลายตัวของโปรตีน (Protein Flexibity)

การคลายตัวของโปรตีนเป็นคุณสมบัติที่สำคัญมากในการเกิดอิมัลชัน ซึ่งขึ้นอยู่กับโครงสร้างของโปรตีนชนิด ๆ นั้น หากโครงสร้างโปรตีนมีเสถียรภาพสูงจะไม่สามารถเปิดตัวออกได้ง่าย ทำให้ไม่เกิดการแผ่ตัวออกที่รอยต่อระหว่างเฟสกระจายและเฟสต่อเนื่อง ซึ่งไม่มีคุณสมบัติการเป็น Emulsifying agent ที่ดี (Zayas, 1897) Imm และ Regenstein(1997) ทำการศึกษาการคลายตัวของโปรตีนโดยการวัดปริมาณโปรตีนที่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ Trypsin ที่ 20 นาที ต่อ 60 นาที โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ พบว่า CNate เป็น Emulsifying agent ที่มีความสามารถสูงในการคลายตัว ทั้งภายใต้สภาวะที่ไม่ให้ความร้อนและให้ความร้อน ในขณะที่ myosin ต้องการความร้อนเพื่อช่วยในการคลายตัวดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งในการสับผสมให้เกิดอิมัลชันในเนื้อ ต้องทำการควบคุมอุณหภูมิภายในอิมัลชันให้อยู่ในช่วง 12-16 $^{\circ}$ C ดังนั้นโปรตีน myosin จากเนื้อสัตว์ซึ่งจำเป็นต้องใช้ความร้อนในการคลายตัว จึงมีโปรตีนที่คลายตัวล้อมรอบหยดไขมันไม่เพียงพอ ซึ่งอาจมีหยดไขมันบางส่วนกลับมารวมตัวกัน ทำให้เสียสภาพการเป็นอิมัลชันที่สมบูรณ์ได้ ส่วนการเติม Sodium caseinate แม้จะเป็นสาเหตุให้มีค่าความเสถียรของอิมัลชันต่ำ เนื่องจากไปแย่งดูดซับ หรือ ขัดขวางการเคลื่อนที่ของ Myosin heavy chain ไปยังรอยต่อระหว่างเฟสดังที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่คุณสมบัติการคลายตัวที่ดีของ Sodium caseinate นี้ จะเป็นการเพิ่มส่วนที่เป็น Hydrophobicity ซึ่งจะไปล้อมรอบหยดไขมันเป็นการส่งเสริมการเกิดอิมัลชัน การเติม Sodium caseinate ควรเติมในระดับที่มีความเข้มข้นต่ำ เช่น 0.38 mg/ml จะสามารถคงความเสถียรของอิมัลชันไว้ได้



รูปที่ 5 การคลายตัวของ Myosin และ นมโปรตีนในสภาวะที่ให้ความร้อน และ ไม่ให้ความร้อน. MY: myosin, CNate: sodium caseinate, MPI: milk protein isolate, WPC: whey protein concentrate. WPI: whey protein concentrate

ที่มา: Imm และ Regenstein(1997)

3. Blood plasma protein

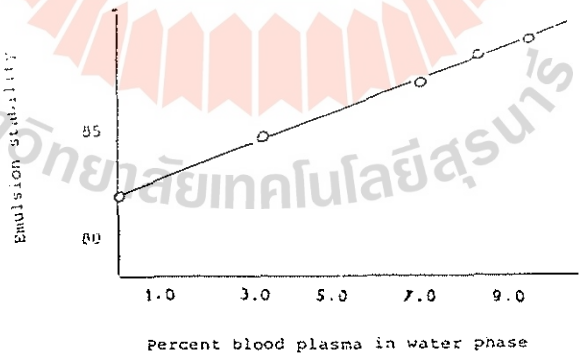
เลือดสามารถแบ่งตามการตกตะกอนได้เป็น 2 องค์ประกอบใหญ่ คือ น้ำเลือด (Blood Plasma) มีอยู่ประมาณ 60-70 % ของเลือดทั้งหมด และ เม็ดเลือดแดง (Red blood cell) มีอยู่ประมาณ 30 –40 % ของเลือดทั้งหมด สำหรับโปรตีนในน้ำเลือด (Plasma Protein) ประกอบไปด้วย Albumin 50 %,(α,β และ γ) Giobuiin 23-37% และ Fibrinogen 17-23 % เมื่อนำมาผลิตเป็น Dried Plasma Protein จะมีโปรตีนทั้งหมดประมาณ 70-96 % (Hanson และ Ockerman, 1988)

ผลของ Blood plasma protein ต่อการเกิดอิมัลชัน

Poulsen (1978) ได้ทำการศึกษาผลของการเติม Blood Plasma protein ต่อความเสถียรของอิมัลชันและลักษณะเนื้อสัมผัสอิมัลชันเนื้อ

ความเสถียรของอิมัลชัน

จากการศึกษาผลของการเติม Blood plasma protein ต่อค่าความเสถียรของอิมัลชัน (ES) โดยจะมีการเติม Blood plasma proteinในช่วงปริมาณ 0-9 % ในอิมัลชันเนื้อ ซึ่งแต่ละตัวอย่างจะได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 75 ° C เป็นเวลา 30 นาที พบว่าค่า ES จะเพิ่มขึ้นเมื่อเติม Blood plasma protein ในปริมาณที่มากขึ้น และอิมัลชันที่ไม่มีการเติม Blood plasma protein จะมีค่า ES ต่ำที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 6 เมื่อ Blood plasma proteinที่ละลาย และ กระจายตัวอยู่บริเวณรอยต่อระหว่างเฟสได้รับความร้อนที่ 75° C จะเกิดการคลายตัวของโครงสร้างโปรตีน และสร้างฟิล์มห่อหุ้มหยดไขมันเอาไว้ จึงทำให้อิมัลชันมีความเสถียรมากขึ้น

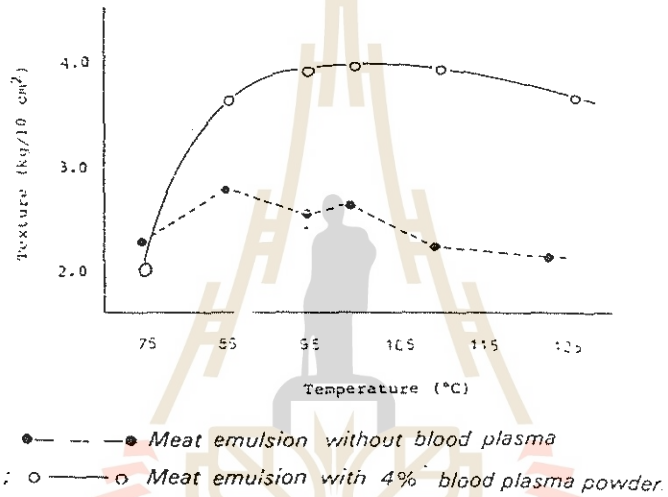


รูปที่ 6 ความเสถียรของอิมัลชัน เมื่อเติม Blood plasma protein ที่ระดับต่าง ๆ โดยอิมัลชันได้รับความร้อน75 ° C เป็นเวลา 30 นาที

ที่มา : Poulsen (1978)

ลักษณะเนื้อสัมผัสอิมัลชันเนื้อ

Poulsen (1978) ได้ทำการศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อิมัลชันเนื้อ เปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างควบคุมที่ไม่มีการเติม Blood plasma protein และอิมัลชันที่มีการเติม Blood plasma protein 4 % ในช่วงอุณหภูมิ 75-125 $^{\circ}$ C พบว่าที่อุณหภูมิที่สูงกว่า 75°C ตัวอย่างควบคุมจะมีค่าเนื้อสัมผัสคือค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) ต่ำกว่าตัวอย่างที่มีการเติม Blood plasma protein 4 % เช่น ที่อุณหภูมิ 95° C จะทำให้มีค่าเนื้อสัมผัสของตัวอย่างที่มีการเติม Blood plasma protein 4 % สูงกว่าตัวอย่างควบคุมถึง 1.5 เท่า ดังแสดงในรูปที่ 7 เนื่องจากที่อุณหภูมิ 95 $^{\circ}$C ทำให้ Blood plasma protein เกิดการคลายตัวอย่างสมบูรณ์ และสร้างฟิล์มที่เสถียรล้อมรอบหยดไขมัน ซึ่งทำให้ได้ค่าความแน่นเนื้อ หรือค่าแรงต่อพื้นที่หน้าตัด(kg/ 10 cm^{2})สูงขึ้น



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเนื้อสัมผัสของอิมัลชันและอุณหภูมิ

ที่มา : Poulsen (1978)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สรุป

ในการปรับปรุงคุณภาพลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อิมัลชัน โดย Emulsifying agents ทั้ง 3 ชนิด คือ Soy Protein Isolated (SPI), Sodium caseinate(SC) และ Bovine Plasma Protein (BPP) พบว่า Soy Protein Isolated จะช่วยเพิ่มค่าความสามารถในการเกิดอิมัลชัน (EC) และ ค่าความเสถียรของคิมัลชัน (ES) ส่วน Sodium Caseinate จะมีการคลายตัวที่ดี และช่วยส่งเสริมการเกิดอิมัลชัน แต่ถ้ามีการเติมในระดับความเข้มข้นที่สูงกว่า 0.38 mg/ml จะทำให้ความเสถียรของอิมัลชันลดลง สำหรับการเติม Plasma โปรตีนลงในระบบอิมัลชัน จะช่วยเพิ่มความเสถียรให้แก่อิมัลชัน ทำให้ได้ค่าความแน่นเนื้อ (kg/cm^2) สูงขึ้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำถาม

1. เพราะเหตุใดการเคลื่อนที่ของ Myosin heavy chain ไปยังรอยต่อระหว่างเฟสจึงลดลงเมื่อมีการเติม Sodium casienate มากขึ้น?

ตอบ เนื่องจาก Sodium casienate เป็นโปรตีนที่มีโครงสร้างขนาดเล็ก และสามารถดูดซับหรือยึดเกาะที่รอยต่อระหว่างเฟสได้อย่างรวดเร็ว เกิดการแย่งดูดซับหรือขัดขวางการเคลื่อนที่ของ Myosin heavy chain (MYHC) ไปยังรอยต่อระหว่างเฟส ดังนั้นการเติม Sodium casienate จะทำให้มีความเข้มข้นของ Myosin heavy chain (MYHC) ที่รอยต่อระหว่างเฟสน้อยลง เป็นเหตุให้ myosin ไม่สามารถสร้างฟิล์มหนา ที่ให้ความเสถียรของอิมัลชันได้

2. เพราะเหตุใด แนวโน้มของค่าความเสถียรของอิมัลชันที่เติม Whey protein จึงไม่ลดลงเหมือนการเติม Sodium casienate?

ตอบ เนื่องจาก Whey protein เป็นโปรตีนที่มีโครงสร้างขนาดใหญ่ จึงไม่ไปแย่งดูดซับของ Myosin heavy chain (MYHC) ที่รอยต่อระหว่างเฟส นอกจากนี้ Whey protein ยังสร้างฟิล์มที่หนา และยืดหยุ่น ทำให้ค่าความเสถียรของอิมัลชันไม่ลดลงเหมือนการเติม Sodium casienate

3. ถ้า Myosin ช่วยให้มีอิมัลชันที่เสถียรแล้ว จะต้องเติม Emulsifying agents เพื่ออะไร?

ตอบ ในการผลิตอิมัลชันเนื้อ จะมีการทำให้เกิดอิมัลชันที่อุณหภูมิต่ำ (12-16 $^{\circ}$ C) ดังนั้นโปรตีน Myosin ซึ่งจะคลายตัวเมื่อได้รับความร้อน จึงคลายตัวได้น้อย ทำให้ความเข้มข้นของโปรตีนที่รอยต่อระหว่างเฟสไม่เพียงพอที่จะห่อหุ้มหยดไขมันให้กระจายตัวอยู่ในระบบอิมัลชันได้ ดังนั้นจึงต้องมีการเติม Emulsifying agents ที่มีโครงสร้างที่สามารถคลายตัวได้ง่าย เช่น Soy protein isolate และ Sodium caseinate เป็นต้น เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของโปรตีนที่รอยต่อระหว่างเฟส ทำให้มีโปรตีนเพียงพอที่จะรอบล้อมหยดไขมันให้กระจายตัวอยู่ในระบบอิมัลชัน ซึ่งช่วยให้เกิดอิมัลชันที่ดีและได้อิมัลชันที่มีความเสถียร

เอกสารอ้างอิง

จิรวัฒน์ ยงสวัสดิกุล. 2541. *เอกสารประกอบการสอนวิชาเคมีอาหาร*. ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา. นครราชสีมา.

Branen.A. .Davidson, P., and Salminen. 1982. *Food Additives*.Marcel Dekker Inc. New York.

Caric, M. 1994. *Concentrated and Dried Dairy Products*. VCH Publisher, Inc. New York.

Cofrades, S., Guerra, M.A., Carballo, J., Fernandez-Martin, F., and Jimenez Colmenero, F.,2000. Plasma Protein and Soy Fiber Content Effect on Bologna Sausage Properties as Influenced by Fat level. J. Food Sci65 : 281.

Hanson, C.L., and Ockerman, H.W.1988. *Animal by – product processing*. VCH Publisher, Inc. New York.

Hudson, B.J.F.1987. *Development in Food Protein-5*. Elsevier Applied Science publishers Ltd. New York.

Imm, J. Y. and Regenstein, J.M. 1997. Interaction of Commercial Dairy Proteins and Chicken Breast Myosin in an Emulsion System. J. Food Sci62:967-971.

Lin, K.W. and Mei, M.Y. 2000. Influences of Gums, Soy Protein Isolate, and Heating Temperatures on Reduced-Fat Meat Batters in a Model System. J. Food Sci.65:48-52.

Wismer-Pedersen J. 1979. Utilization of animal blood in meat products. Food Technol. 32(2):76-80.

Zayas, F.J. 1997. *Functionality of Proteins in Food*. Springer.Berlin.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี