# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

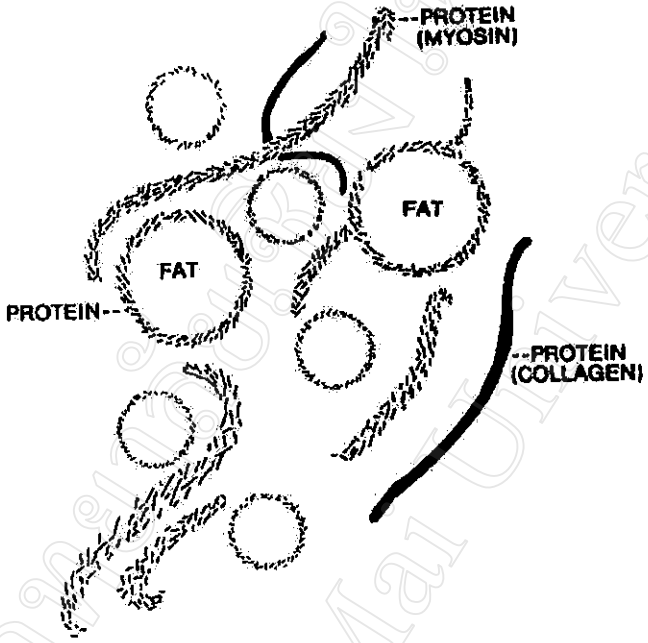
## ผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่น

ปลายอเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้วิธีผลิตแบบ "การเตรียมส่วนผสมแบบอีมัลชั่น" แต่เดิมมีการผลิตโดยใช้หมูเป็นวัตถุดิบในการผลิต ซึ่งมีมานานโดยชาวญวนอพยพที่มาอยู่ในประเทศไทย ปัจจุบันก็มีการผลิตอยู่ทั่วไปในหลาย ๆ จังหวัดที่เรียกว่า "หมูยอ" ดังนั้นการผลิต จึงคล้ายกับการผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่นโดยเปลี่ยนจากเนื้อหมู เนื้อวัว มาเป็นเนื้อปลา (ไพโรจน์, 2544)

อีมัลชั่น (Emulsion) หมายถึง การผสมและอยู่ร่วมกันของของเหลว 2 ชนิดที่ไม่อาจผสมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยของเหลวชนิดหนึ่งกระจายอยู่โดยทั่วไปในส่วนผสมในรูปของหยดเล็กละเอียด (Droplets) ของเหลวที่กล่าวถึงนี้เป็น Dispersed phase ส่วนของเหลวอีกส่วนหนึ่งที่ Dispersed phase กระจายตัวอยู่เรียกว่า Continuous phase ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหยดเล็กละเอียดนั้น ประมาณ 0.1 – 0.5 ไมโครเมตร (สัญชัย, 2543)

ลักษณะการเกิดอีมัลชั่นในผลิตภัณฑ์เนื้อ เป็นประเภท Oil-in-water emulsion โดยมีน้ำทำหน้าที่เป็น Continuous phase มีไขมันเป็น Dispersed phase และมี Myofibrillar protein ซึ่งเป็นโปรตีนในเส้นใยกล้ามเนื้อของเนื้อสัตว์ที่ประกอบด้วย Myosin และ Actin และสามารถละลายได้ในน้ำเกลือที่มีค่า pH และค่า Ionic strength ที่เหมาะสม ทำหน้าที่เป็นตัวประสาน (Emulsifier) ซึ่งช่วยลดแรงตึงผิวระหว่างโมเลกุลของน้ำกับไขมัน ทำให้น้ำกับไขมันอยู่รวมตัวกันเป็นเนื้อเดียวกันได้ทำให้ลักษณะอีมัลชั่น (Emulsion) ที่เกิดขึ้นมีความเสถียร เนื่องจาก Myofibrillar protein มีส่วนที่จับกับน้ำได้ดี (Hydrophilic) และส่วนที่จับกับสารอื่นที่ไม่รวมตัวกับน้ำ (Hydrophobic) เช่น ไขมัน ในระหว่างกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่น ไขมันจะถูกสับลดขนาดจนเป็นไขมันหยดเล็ก ๆ และ Myofibrillar protein โดยเฉพาะโปรตีน Myosin จะจับตัวเป็นตาข่ายหุ้มและล้อมรอบหยดไขมัน (ดาวริน และคณะ, 2539) ส่วนโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันนั้น ไม่สามารถทำหน้าที่ดังกล่าวได้ จึงลอยตัวอยู่ในลักษณะอิสระและไม่มีผลใด ๆ ต่อความเป็นอีมัลชั่น (Emulsion) เลย เมื่อนำส่วนผสมที่ได้ไปผ่านกระบวนการให้ความร้อน

ที่อุณหภูมิ 57 – 68 องศาเซลเซียส โปรตีน myosin ที่อยู่ล้อมรอบหยดไขมันจะเกิดการรวมตัว (Coagulate) รอบ ๆ หุ้มหยดไขมันไว้ ทำให้ได้หยดไขมันเล็ก ๆ ที่กระจายอยู่ทั่วส่วนผสมไม่รวมเป็นหยดไขมันขนาดใหญ่ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่นที่มีลักษณะดี และเป็นอีมัลชั่นที่มีความเสถียร (Pearson and Gillett, 1999)




**ภาพที่** 2.1 : ลักษณะการเกิดอีมัลชั่นของผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่น แสดงโปรตีนละลายและห่อหุ้มอนุภาคของไขมัน
ที่มา : Pearson and Gillett (1999)

**ส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิตปลายอ ลดไขมันผสมเส้นใยอาหารและสมุนไพร**

**ปลาทับทิม**

ปลา *Oreochromis niloticus* Linn. พันธุ์ทับทิม หรือปลาทับทิม ซึ่งเป็นชื่อที่ได้รับพระราชทานจากพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวนั้น ได้รับการปรับปรุงสายพันธุ์จากปลานิลจิตรลดา ที่มกุฎราชกุมารแห่งประเทศญี่ปุ่น ได้ทูลเกล้าฯ ถวายแด่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เมื่อปีพ.ศ. 2508 และปลานิลสายพันธุ์จากอเมริกา อิสราเอล และไต้หวัน โดยนำมาผสมข้ามสายพันธุ์กันเพื่อคัดเลือกลักษณะเด่นของแต่ละสายพันธุ์มาผสมผสานให้เป็นปลาที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจสูง (สุทธิพงษ์, 2544)

ลักษณะเด่นของปลาทับทิม 8 ประการ คือ

1. อัตราเจริญเติบโตเร็วมาก
2. ปริมาณกล้ามเนื้อบริโภคต่อน้ำหนักสูงถึงร้อยละ 40 และมีสันหนามาก
3. ส่วนหัวเล็ก โครงกระดูกเล็กและก้างน้อย
4. เส้นใยกล้ามเนื้อละเอียดแน่นจึงมีรสชาติดี
5. ปราศจากกลิ่นที่เกิดจากไขมันในปลา
6. สามารถเลี้ยงในกระชังความหนาแน่นสูงโดยไม่มีผลเสียต่อปลา ให้ผลผลิตเฉลี่ย 40 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
7. กินอาหารเก่ง ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี และมีความต้านทานต่อโรคสัตว์น้ำต่าง ๆ ได้ดี
8. ผิวมีสีแดงส้มอมชมพู เนื้อทุกส่วนมีสีขาว ทำให้น่ารับประทาน (ชิงชัย, 2542)

นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ Proximate analysis พบว่าปลาทับทิมเป็นปลาที่มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบสูงถึงร้อยละ 19.05 และมีไขมันต่ำเพียงร้อยละ 0.95 (เพิ่มพูน, 2531)

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาส่วนที่บริโภคได้ จะแตกต่างกันตามรูปร่าง ขนาด อายุ และช่วงเวลาของการจับปลาว่าเป็นช่วงก่อนหรือหลังฤดูกาลวางไข่ โดยทั่วไปพบว่าส่วนที่นำมาบริโภคได้คิดเป็นร้อยละ 45 – 50 ของน้ำหนักปลาทั้งตัว (ดาวริน และคณะ, 2539) องค์ประกอบที่สำคัญของเนื้อปลาประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตในรูปของไกลโคเจน (Glycogen) ร้อยละ 1 – 3 โปรตีนร้อยละ 18 – 20 ไขมันร้อยละ 0.1 – 2.2 น้ำร้อยละ 66 - 84 และสารอนินทรีย์ร้อยละ 0.8 – 2.0 (คิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก) นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งของวิตามินที่สำคัญได้แก่ วิตามินบีต่าง ๆ คือ Thiamin ($B_1$), Riboflavin ($B_2$) และ Niacin ($B_6$) อีกด้วย (Amy, 2000)

สำหรับผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่น โปรตีนในเนื้อปลาถือว่าเป็นส่วนสำคัญในการทำให้เกิดลักษณะอีมัลชั่น เพราะโปรตีนในเนื้อปลาทำหน้าที่เป็นตัวประสาน (Emulsifier) องค์ประกอบของโปรตีนในเนื้อปลา ประกอบด้วยโปรตีน 3 ชนิดคือ

1. Sarcoplasmic protein อยู่ใน Muscle plasma ประกอบด้วยโปรตีนที่ละลายน้ำหลายชนิดเรียก Myogen ได้มาโดยวิธีการง่าย ๆ จากการบีบเนื้อปลา หรือสกัดด้วย

สารละลายเกลือ ที่มี Ionic strength ต่ำ ปริมาณของ Sarcoplasmic protein ในเนื้อปลาขึ้นกับชนิดของปลา

2. Myofibrillar protein เป็นโปรตีนที่รวมตัวกันเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อฝอย (Myofibril) มีอยู่ร้อยละ 66 - 77 ของโปรตีนทั้งหมดในเนื้อปลา และมีบทบาทสำคัญในการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อปลา นอกจากนี้ยังมีบทบาทสำคัญในการตกตะกอนและการเกิดเจลเมื่อเนื้อปลาถูกนำไปแปรรูป ปริมาณ Myofibrillar protein ในเนื้อปลาเมื่อคิดเทียบเป็นร้อยละแล้วพบมากกว่าในกล้ามเนื้อของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

Myofibrillar protein ประกอบด้วยโปรตีน 3 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

- Myosin เป็นโปรตีนที่มีรูปร่างไม่สมมาตร ประกอบด้วยส่วนหัวที่มีรูปร่างกลมที่มีปฏิกิริยา ATPase activity และเป็นส่วนที่เกิดพันธะกับ Actin ส่วนหางเป็นเส้นใยโปรตีนที่เป็นโครงสร้างของ $\alpha$-helix myosin เป็นโปรตีนที่เมื่อบดจะเกิดความเหนียว และอุ้มน้ำได้ดี แต่เปลี่ยนแปลงง่ายเมื่อถูกความร้อน ตกตะกอนง่าย ปลาแต่ละชนิดมีปริมาณ Myosin แตกต่างกัน ปลาที่มีเนื้อสีเข้มมีปริมาณ Myosin น้อยกว่าปลาที่มีเนื้อสีอ่อน ปลาที่จับได้ใหม่ ๆ จะมีปริมาณ Myosin สูงที่สุดและลดลงเป็นลำดับเมื่อระยะเวลาผ่านไปพร้อมกับมีการเสียสภาพของโปรตีนด้วยความยืดหยุ่นของเนื้อปลาจะขึ้นกับประมาณ Myosin

- Actin มีหน้าที่ช่วยในการยืดหดตัวของกล้ามเนื้อร่วมกับ Myosin เมื่อรวมกับ Myosin จะได้สารประกอบ Actomyosin ที่ละลายน้ำได้สกัดได้จากส่วนเหลือจากการสกัด Myosin ในรูป Acetonedried powder ซึ่งเมื่อนำไปสกัดด้วยน้ำจะได้ Crude G-actin ซึ่งเป็น Globular type เมื่อผสมกับเกลือจะ Polymerization เป็น F-actin ซึ่ง เป็น Fibrous type เมื่อ Myofibrillar protein ถูกสกัดด้วยสารละลายเกลือจากกล้ามเนื้อปลา Actin และ Myosin จะถูกสกัดออกมาและเกิด Actomyosin ระหว่างการสกัด

- Regulating protein ได้แก่ Tropomysin, Troponin และ Actinin เป็นส่วนประกอบที่ช่วยในการยืดหดตัวของกล้ามเนื้อ มีบทบาทสำคัญมากในการศึกษาชีวเคมีของกล้ามเนื้อ เนื่องจากมีความคงทนต่อความร้อนมากที่สุดและทำให้บริสุทธิ์ง่าย แต่มีบทบาทในด้านการแปรรูปอาหารน้อยเนื่องจากมีปริมาณน้อยมากในกล้ามเนื้อ

3. Stroma protein เป็นโปรตีนที่เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissue) พบน้อยมากในสัตว์น้ำ มีปริมาณร้อยละ 3 ในปลากระดูกแข็ง และปริมาณร้อยละ 10 ในปลากระดูกอ่อน ดังนั้นเนื้อปลาจึงนุ่มย่อยง่าย ไม่เหมือนเนื้อของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม Stroma protein ไม่สามารถสกัดได้ด้วยสารละลายกรดหรือด่าง สารละลายเกลือที่เป็นกลางที่มีความเข้มข้น 0.01 - 0.1 M. แต่ละลายได้ด้วยความร้อน องค์ประกอบของ Stroma protein จะเป็น Collagen หรือ Elastin หรือทั้ง 2 อย่าง ถ้า Connective tissue ประกอบด้วย Collagen จำนวนมากเมื่อนำไปต้มเป็นเวลานาน Collagen จะเปลี่ยนเป็น Gelatin ที่ละลายน้ำได้ในขณะเดียวกัน Connective tissue ส่วนใหญ่ก็จะหายไป (วรางคณา, 2538)

หน้าที่ของเนื้อปลาในการทำผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่น คือ

1. ให้คุณค่าทางอาหาร ทั้งนี้เพราะมีองค์ประกอบของโปรตีนอยู่ถึงร้อยละ 19.05 และเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพสูง เนื่องจากประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายครบถ้วน

2. ให้ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture) เนื่องจากโปรตีนจะจับตัวเป็นก้อน (Coagulate) เมื่อถูกความร้อนเป็นลักษณะกึ่งแข็งและเกร็ง โปรตีนที่ละลายได้จะทำหน้าที่ห่อหุ้มไขมันและตรึงน้ำในส่วนผสมไม่ให้แยกออกจากกันทั้งก่อนและหลังการให้ความร้อน ซึ่งเป็นเนื้อสัมผัสที่สำคัญของผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่น (ผาณิต, 2536)

**ไขมัน (Fat)**

โดยทั่วไปไขมันที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่นจะเป็นมันหมูแข็งจากด้านหลัง (Pork backfat) ไขมันแข็งประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acid) ที่มีจำนวนคาร์บอนอะตอมสูง จึงมีลักษณะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง แตกต่างจากไขมันเปลว (Kidney fat) ซึ่งกรดไขมันอิ่มตัวส่วนใหญ่เป็นประเภทที่มีจำนวน Carbon atom ต่ำ จึงมีลักษณะเหลวกว่า นอกจากนี้ไขมันแข็งยังมีลักษณะเป็นผลึก (Crystal) แบบตาข่าย 3 มิติ เกาะตัวกันด้วยแรงแวนเดอวาวล์ ซึ่งเป็นแรงดึงดูดอ่อน ๆ ดังนั้นการนวดหรือการตี จึงสามารถแยกพันธะออกจากกันได้ง่าย พันธะบางส่วนอาจรวมตัวกันใหม่ได้อีก จึงต้องมี Emulsifier เพื่อจับอนุภาคไขมันเล็ก ๆ ที่ถูกทำให้แยกออกเพื่อไม่ให้กลับมารวมกันอีก ไขมันแข็งจึงมีความเหมาะสมในการใช้ทำผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่นมากกว่าไขมันเปลว เนื่องจากไขมันแข็งมีจุดหลอมเหลวสูง ดังนั้นในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่น ต้องควบคุมให้มีการหลอมเหลวของไขมันในส่วนผสมให้น้อย เพื่อเลี่ยงการเยิ้มหรือซึมออกมาของน้ำมันจากผลิตภัณฑ์ซึ่งถือว่าเป็นตำหนิของผลิตภัณฑ์

โดยทั่วไป ผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่นมักจะใช้ไขมันไม่เกินร้อยละ 30 ของน้ำหนักทั้งหมด (ดาวริน และคณะ, 2539)

หน้าที่ของไขมันในการทำผลิตภัณฑ์ปลายอ มีดังนี้

1. ไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่นทำหน้าที่เป็น Dispersed phase ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเกิดอีมัลชั่น

2. ไขมันช่วยลดความกระด้างในผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสนุ่มชุ่มน้ำ มีรสชาติที่ดีขึ้น

3. ไขมันช่วยลดต้นทุนในการผลิต เนื่องจากมีการลดปริมาณการใช้เนื้อ

4. เป็นแหล่งของพลังงานที่สำคัญ (พิษณุ, 2535)

น้ำ (Water)

น้ำเป็นส่วนผสมที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่น และเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่ง การเพิ่มน้ำมีความสำคัญในการทำผลิตภัณฑ์ให้เกิดลักษณะเป็นสารแขวนลอย (Emulsion) โดยส่วนใหญ่แล้วจะเติมในส่วนผสมในรูปน้ำแข็ง (Ice) โดยส่วนใหญ่สามารถใช้น้ำแข็งได้ในปริมาณสูงถึงร้อยละ 20 – 30

วัตถุประสงค์ของการใส่น้ำแข็งในผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่นมีดังนี้

1. ทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายและกระจายองค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบโดยเฉพาะโปรตีนที่เป็น Emulsifier

2. เป็นตัวกลาง (Continuous phase) ในระบบอีมัลชั่น (Emulsion) ที่ไขมันเป็น Dispersed phase และมีฟิล์มของโปรตีนล้อมรอบอนุภาคไขมันเหล่านั้นให้กระจายอยู่ในตัวกลางอย่างคงตัว

3. ทำให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความนุ่มและมีคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส

4. ช่วยทดแทนการสูญเสียน้ำระหว่างการผลิตและการให้ความร้อน

5. น้ำแข็งจะช่วยควบคุมและรักษาอุณหภูมิของส่วนผสมระหว่างสับผสม ไม่ให้สูงเกิน 15 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาความคงตัวของ Emulsion (ลักขณา, 2533 ; Pearson and Gillett, 1999)

**เกลือแกง** (Salt)

เกลือแกงเป็นเครื่องปรุงพื้นฐานที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่น โดยทั่วไปแล้วมีการใช้เกลือประมาณร้อยละ 1 – 3 เพื่อเสริมรสชาติของผลิตภัณฑ์ ปริมาณเกลือร้อยละ 3 โดยน้ำหนักจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียวที่สุด เพราะจะทำให้ความเข้มข้นของเกลือในเนื้อมีปริมาณมากพอที่จะทำให้ Myosin ละลายได้ดีที่สุด แต่ถ้าใช้เกลือปริมาณสูงเกินไปจะเกิด Salting out คือ โปรตีนตกตะกอนออกมา เพราะเกลือไปแย่งน้ำซึ่งละลายโปรตีนอยู่มาละลายตัวเอง ทำให้โปรตีนไม่ละลายในน้ำเกลือและไม่เกิดอีมัลชั่น

เกลือที่ใช้ในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ปลายอ ใช้เพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ดังนี้

1. เกลือช่วยให้เกิดรสชาติ (Taste) หรือช่วยเพิ่ม Basic taste characteristic นอกจากเกลือให้รสเค็มแล้ว ยังพบว่าเกลือยังช่วยลดความเปรี้ยวของกรดและเพิ่มความหวานของน้ำตาลได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังช่วยปรับปรุงกลิ่นรสของเนื้อปลาและส่วนผสมอื่น ๆ ให้ดีขึ้น

2. ช่วยในการละลายและสกัดเอาโปรตีน Myofibrilla protein ได้แก่โปรตีน Actin และ Myosin ออกจากเนื้อปลา ซึ่งโปรตีนเหล่านี้จะมีบทบาทที่สำคัญในการห่อหุ้มไขมันและตรึงน้ำ ทำให้เกิดลักษณะเนื้อสัมผัสแก่ผลิตภัณฑ์

3. ช่วยรักษาความชุ่มฉ่ำ (Juiciness) ของเนื้อ ทั้งนี้เนื่องจากการเกิด Complex network ของ Actin และ Myosin ที่เกลือสกัดออกมา ดังนั้นภายหลังจากการต้ม (Cooking) จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความชุ่มฉ่ำและยืดหยุ่น นอกจากนี้เกลือยังสามารถจับกับน้ำอิสระเอาไว้ทำให้น้ำดังกล่าวไม่สูญเสียไประหว่างการทำให้สุก (Su *et al.*, 2000)

4. ใช้เป็น Preservative เนื่องจากเกลือทำให้ Osmotic pressure ของส่วนผสมสูงขึ้งทำให้ภายในเซลของจุลินทรีย์แพร่ออกมา เซลของจุลินทรีย์จึงเกิดการสูญเสียน้ำ (Dehydration) ดังนั้นเกลือจึงมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ชะลอการเน่าเสีย (Spoilage) ของอาหารได้ และทำให้อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ยาวขึ้น

5. การเติมเกลือจะช่วยลดอัตราการละลายของออกซิเจน จึงช่วยลดการเกิด Oxidation ของไขมันจึงสามารถป้องกันการเกิดกลิ่นหืน (ดาวริน และคณะ, 2539 ; Pearson and Gillett , 1999)

**สารประกอบฟอสเฟต (Sodium Tripolyphosphate, STPP)**

สารประกอบฟอสเฟตที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่นเป็นสารกลุ่มประเภท Sequestrant ซึ่งสารประกอบฟอสเฟตสามารถใช้ได้หลายกลุ่มด้วยกัน เช่น Sodium tripolyphosphate, Sodium hexametaphosphate และ Tetrasodium pyrophosphate เป็นต้น การใช้สารประกอบฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาช่วยลดการเกิดเจริญเติบโตของเชื้อ *Bacillus pantothenticus* ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเสื่อมเสียของไส้กรอกปลา (Softening spoilage) (Georg, 1965)

สารประกอบฟอสเฟตถือว่าเป็นส่วนผสมที่สำคัญมาก เพราะช่วยในการปรับปรุงคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ ดังต่อไปนี้

1. ช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (Water-holding capacity, WHC) โดยที่สารประกอบฟอสเฟตจะทำปฏิกิริยากับ Organic polyelectrolyte ได้แก่โปรตีนที่ยังไม่เปลี่ยนสภาพ เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน Protein-phosphate-salt complexes ทำให้โมเลกุลของโปรตีนประสานกันเป็นตาข่าย (Network) จึงมีความสามารถในการอุ้มน้ำหรือกันไม่ให้น้ำซึมออกมาได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่สูญเสียน้ำหนักมากเกินไปเมื่อทำให้สุก (Cooked) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงนุ่ม ชุ่มน้ำ และมีลักษณะน่ารับประทาน นอกจากนี้ยังป้องกันการสูญเสียน้ำ เนื่องจากการละลายของเนื้อที่แช่แข็ง การใช้สารพวก Polyphosphate ใส่ในผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่นนอกจากจะช่วยในด้านการละลายของโปรตีนแล้ว พวก Pyrophosphate และ Tripolyphosphate ยังช่วยลดการเจริญของเชื้อ *Bacillus pantothenticus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการเสียแบบ Softening ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาได้อีกด้วย

2. เพิ่มรสชาติให้กับผลิตภัณฑ์ เนื่องจากสารประกอบฟอสเฟตทำให้โมเลกุลของเนื้อประสานกันเป็นตาข่าย สามารถกันไม่ให้เลือดและของเหลวในเนื้อแยกตัวออกมา ผลิตภัณฑ์จึงมีรสชาติดีขึ้น

3. ช่วยให้เนื้อนุ่ม เนื่องจากในขณะที่เนื้อเกิด Rigor mortis กล้ามเนื้อ (Muscle fiber) จะหดสั้นเข้าเนื่องจาก Contractile muscleprotein เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่คงตัวมาก (Actomyosin) ทำให้เนื้อมีลักษณะเหนียว การเติมสารพวกฟอสเฟตจะทำให้ Actomyosin แยกออกเป็น Actin และ Myosin ซึ่งทำให้เนื้อนุ่ม นอกจากนี้ยังพบว่าสารพวกฟอสเฟตเมื่อรวมกับ Magnesium ion ในเนื้อจะช่วยให้ Muscle fiber ยืดตัวออก

4. ช่วยป้องกันหรือลดการเกิด Oxidation ของ Unsaturated fatty acid ในผลิตภัณฑ์ ทำให้ไม่มีกลิ่นเหม็นหืน (Rancidity) (Kuo-Wei and Shu-Ni, 2002) ทั้งนี้เนื่องจากสารพวกฟอสเฟตจะรวมตัวกับอิออนของโลหะ เช่น Ca, Mg, Fe และ Cu (Complex formation) เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน ซึ่งอิออนของโลหะจะเร่งการเกิดปฏิกิริยา Oxidation ของไขมัน ดังนั้นสารพวกฟอสเฟตจึงช่วยป้องกันการเกิด Oxidation และกลิ่นหืนได้

5. เพิ่มความสามารถของเกลือในการสกัดโปรตีนออกมาได้ดีขึ้น ทำให้ความสามารถในการห่อหุ้มไขมันและตรึงน้ำไว้ในส่วนผสม ได้ลักษณะอีมัลชั่นที่มีความเสถียร

พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 อนุญาตให้ใช้สารประกอบฟอสเฟตทุกชนิดได้ไม่เกิน 3,000 มก./กก. (ศิวาพร, 2529 ; ดาวริน และคณะ, 2539 ; Pearson and Gillett, 1999)

**สารเคมีกันเสีย** (Potassium sorbate)

เนื่องจากผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่นเป็นอาหารที่มีการเน่าเสียง่าย จึงได้มีการใช้สารกันเสียเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา โดยเฉพาะ Potassium sorbate นิยมนำมาใช้มาก เนื่องจากเป็นสารประกอบที่ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และที่สำคัญคือ ไม่ทำให้กลิ่นและรสของอาหารเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถถูก Metabolized ได้แบบเดียวกับกรดไขมันที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ฉะนั้นอันตรายที่จะได้รับจากวัตถุกันเสียชนิดนี้จึงค่อนข้างน้อย

ปฏิกิริยาการยับยั้งจุลินทรีย์ของกรดซอร์บิคหรือเกลือซอร์เบท ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของอาหาร เช่น ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ ปริมาณเชื้อเริ่มต้น สารเคมีเจือปนที่ใช้อุณหภูมิการเก็บรักษา ปริมาณก๊าซในอากาศ และชนิดของภาชนะบรรจุ ปัจจัยหลักที่มีผลต่อคุณสมบัติการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของซอร์เบท คือ ความเป็นกรด-ด่าง เนื่องจากประสิทธิภาพการยับยั้งจุลินทรีย์จะสูงเมื่ออยู่ในสภาพที่ไม่แตกตัว กล่าวคือความเป็นกรด-ด่างน้อยกว่า หรือเท่ากับ 6.5 โดยที่สภาพไม่แตกตัวมีประสิทธิภาพดีกว่าในสภาพแตกตัว 10 – 100 เท่า และจากการทดลองแสดงให้เห็นว่ากรดซอร์บิค และเกลือซอร์เบท สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและทำลายจุลินทรีย์พวกยีสต์และราได้ดีกว่าพวกแบคทีเรีย นอกจากนี้การเติมเกลือและน้ำตาลจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของวัตถุกันเสียชนิดนี้ (Joseph and Anthony, 1995)

วิธีการใช้วัตถุกันเสียชนิดนี้ในอาหาร อาจทำได้โดยการใส่ลงไปโดยตรงในอาหารหรือพ่นบริเวณผิวรอบนอกของผลิตภัณฑ์ หรือเอาผลิตภัณฑ์แช่ในสารละลายของวัตถุกันเสียชนิดนี้ หรือจะใช้เคลือบผิวภาชนะบรรจุ เช่น เคลือบกระดาษที่ใช้ห่อผลิตภัณฑ์อาหาร เป็นต้น โดยทั่วไปนิยมใช้วัตถุกันเสียชนิดนี้ในรูปของเกลือมากกว่ากรดเนื่องจากละลายได้ดีกว่า

สำหรับปริมาณที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารนั้น ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 อนุญาตให้ใช้ Sorbic acid หรือ Calcium sorbate หรือ Potassium sorbate หรือ Sodium sorbate ได้ในปริมาณสูงสุดไม่เกิน 2,000 มก./กก. โดยอาจจะใช้เพียงอย่างเดียวหรือรวมกับ Benzoate หรือใช้ร่วมกับ Paraben ก็ได้ (ศิวาพร, 2529)

**น้ำตาล** (Sugar)

สามารถใช้น้ำตาลเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่นได้หลายแบบ เช่น น้ำตาลซูโครส Corn syrup น้ำตาลเดกซ์โทรส และอนุพันธ์ของน้ำตาล เช่น Sorbitol เป็นต้น แต่นิยมใช้น้ำตาลซูโครสมากกว่า เพราะจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสามารถใช้น้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตสได้ โดยส่วนใหญ่ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ไม่เกินร้อยละ 2 ของน้ำหนักเนื้อ

วัตถุประสงค์ของการใช้น้ำตาลคือ

1. เพิ่มรสชาติให้กับผลิตภัณฑ์ และช่วยปรับสมดุลของรสเค็มให้กับผลิตภัณฑ์
2. ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้
3. ทำให้ผลิตภัณฑ์อ่อนนุ่ม ไม่กระด้าง โดยป้องกันการสูญเสียความชื้น
4. น้ำตาลทำปฏิกิริยากับ Amino acid protein ในระหว่างการทำให้สุกแล้วเกิด Browning product ซึ่งจะให้รสชาติแก่เนื้อ ( คนึงนิจ และ วนิดา, 2535 ; Pearson and Gillett, 1999 )

**ผงชูรส** (Monosodium-L-glutamate, MSG)

ผงชูรส (MSG) เป็นเกลือโซเดียมของกลูตาเมต ซึ่งประกอบด้วย กลูตาเมต น้ำ และโซเดียม จัดเป็นสารประเภทวัตถุปรุงแต่งรสอาหาร ใช้ในส่วนผสมเพียงเล็กน้อยเพื่อปรับปรุงรสชาติ โดยจะช่วยลดความขม ลดกลิ่นคาว และช่วยเสริมรสที่มีอยู่ตามธรรมชาติให้เด่นชัดขึ้น

ในผลิตภัณฑ์อาหาร (สุภัทร์, 2545) อย่างไรก็ดีสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราส่วนของโปรตีนสูงนั้น ผงชูรสช่วยเพิ่มกลิ่นรสน้อยมาก แต่จะช่วยปรับปรุงกลิ่นรสได้ดีสำหรับ ผลิตภัณฑ์ที่ถูกจำกัดปริมาณโปรตีนในส่วนผสม (Pearson and Gillett, 1999) ผงชูรสถูกใช้เป็นสารเพิ่มกลิ่นรสในอาหารด้วยความนิยมมานาน แม้ว่าจะมีข้อโต้แย้งถึงอันตรายในการบริโภคว่าก่อให้เกิดการแพ้ในลักษณะต่าง ๆ อย่างไรก็ดีมีข้อแนะนำในการบริโภคไม่ให้เกินวันละ 120 มก. ต่อน้ำหนักตัว 1 กก.

ผงชูรสที่ใช้ควรมีเกลือโซเดียมบริสุทธิ์ของกรดกลูตามิคถึงร้อยละ 99 และได้จากโปรตีนจากพืช เช่น จากถั่วเหลือง ข้าวสาลี ข้าวโพด และ Sugar beet ได้จากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสด้วยกรดหรือด่าง แล้วแยกกรดกลูตามิคออกเพื่อไปทำให้บริสุทธิ์ (ลักขณา, 2533)

**พริกไทย** (Pepper)

พริกไทยมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Piper nigrum* Linn.

พริกไทยเป็นเครื่องเทศที่ใช้เพิ่มกลิ่น ดับกลิ่นคาวของเนื้อ และให้รสชาติเผ็ดร้อน มักใช้กับไส้กรอก ตับบด ผลิตภัณฑ์เนื้อต่าง ๆ อาหารหมักดอง ซอสมะเขือเทศ เป็นต้น ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทาน เพิ่มคุณลักษณะทางด้านรสชาติ นอกจากนี้ยังสามารถกระตุ้นปุ่มรับรสที่ลิ้นซึ่งยังผลให้กระเพาะอาหารหลั่งน้ำย่อยเพิ่มขึ้น

พริกไทยนอกจากจะช่วยเพิ่มรสชาติให้กับอาหารแล้ว พริกไทยยังมีคุณประโยชน์ทางด้านยาหลายด้านด้วยกันคือ ระงับอาการปวดท้อง แก้ไข้มาลาเรีย แก้อหิวาตกโรค แก้อาการชัก ใช้เป็นยาธาตุและยาขับลม เพราะสามารถขับเหงื่อ ขับลม และขับปัสสาวะได้ เป็นต้น (รุ่งรัตน์, 2540)

**สมุนไพร**

**เลมอนบาล์ม** (Lemon Balm)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Melissa Officinalis*

ด้านอาหารนิยมใช้บาล์มสกัดและน้ำมันในเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ และเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ ของหวานที่ทำจากผลิตภัณฑ์นมแช่แข็ง ลูกอม ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เจลาตินและพุดดิ้ง ปริมาณสูงสุดที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อยู่ในระดับ ร้อยละ 0.5 นอกจากนี้ยังใช้เป็น

อาหารเพื่อสุขภาพและชาสมุนไพร โดยใช้ในรูปของสมุนไพรผงโดยการตัดและร่อนด้วยตะแกรง สกัดให้อยู่ในรูปของเหลวและผงเพื่อใช้เป็นยานอนหลับอย่างอ่อน

ส่วนสารสกัดจากบาล์มด้วยน้ำร้อนจะมีคุณสมบัติในการยับยั้งไวรัส ต่อต้านโรคนิวคาสเซิล (Newcastle disease), คางทูม, งูสวัด และไวรัสอื่น ๆ สำหรับสารสกัดจากบาล์มที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งจะมีคุณสมบัติเป็น Antithyrotropic และ Antigonadotropic activity และน้ำมันบาล์มมีผลในการยับยั้งการทำงานของแบคทีเรีย โดยเฉพาะ *Myobacterium phlei* และ *Streptococcus hemolytica* ได้ดีเท่ากับการมีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อรา ใช้เป็นยาแก้หวัดและยาแก้อาการชักกระตุก (Keville, 1991)

**เสจ** (Sage)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Salvia officinalis*

เสจมีคุณสมบัติเป็นสารแอนตี้ออกซิแดนท์ที่มีประสิทธิภาพ และยังมีคุณสมบัติในการใช้เป็นสารยับยั้งแบคทีเรีย โดยใช้เติมลงในผลิตภัณฑ์เนื้อ โดยเฉพาะไส้กรอก เพราะไม่เพียงแต่จะใช้เพื่อเสริมกลิ่นรสแล้วยังช่วยในการถนอมอาหารอีกด้วย นอกจากนี้เสจยังนิยมใช้ในการทำแพนเค้ก ชาวอเมริกันนิยมทำขนมปังโดยใช้เสจเป็นส่วนผสมและใช้โรยลงบนเนย เสจยังช่วยเพิ่มกลิ่นรสของไวน์และน้ำส้ม นอกจากนี้ยังนิยมใช้เป็นตัวเพิ่มกลิ่นรสให้กับไส้ขนมต่าง ๆ ด้วย

ทางด้านการแพทย์พบว่า ใบมีคุณสมบัติในการรักษาไข้หวัดใหญ่ ปัจจุบันมีการนำเสจใช้เป็นน้ำยากลั้วคอเพื่อรักษาโรคคออักเสบและต่อมทอลซิลอักเสบและใช้เป็นน้ำยาบ้วนปากหรือใช้รักษาแผลในปาก ลดการติดเชื้อและลดปริมาณเหงื่อ นอกจากนี้น้ำชาที่ผลิตจากเสจจะช่วยลดปริมาณน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวานโดยเฉพาะเมื่อดื่มขณะท้องว่าง (Keville, 1991)

**กะเพรา** (Holy basil)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Ocimum sanctum* Linn.

กะเพราเป็นพืชสมุนไพรที่ใช้ในการปรุงอาหาร เพื่อดับกลิ่นคาว และปรุงแต่งกลิ่นรสของอาหาร นอกจากนี้กะเพรายังมีคุณสมบัติต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. เป็นยาแก้โรคท้องขึ้น ท้องอืดเฟ้อ ขับลม ขับเสมหะ บำรุงธาตุ

2. ยาเพิ่มน้ำนมในสตรีหลังคลอด ขับน้ำนม
3. ยารักษากลากเกลื้อน โรคผิวหนัง รักษาหูด
4. บรรเทาอาการไข้เรื้อรัง
5. แก้ปวดฟัน
6. ใช้ไล่หรือฆ่ายุง ไล่แมลงวันทอง
7. ใช้ประกอบอาหารเพื่อดับกลิ่นคาว และช่วยแต่งกลิ่นอาหารให้อาหารมีกลิ่นหอม

น้ำมันที่สกัดได้จากกะเพรามีฤทธิ์ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และฆ่าแมลง สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อวัณโรค *Mycobacterium tuberculosis* และ *Micrococcus pyogenes* ในหลอดทดลองได้ (รุ่งรัตน์, 2540)

**เส้นใยอาหาร (Fiber)**

เส้นใยอาหาร เป็นสารประกอบประเภท Carbohydrate ที่ไม่สามารถย่อยสลายด้วยเอนไซม์ที่มีอยู่ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ เนื่องจากเอนไซม์ไม่สามารถย่อยสลายพันธะไกลโคซิดิค (Glycosidic bond) ในโมเลกุลของสารประกอบเหล่านี้ได้

เส้นใยอาหารที่พบในพืช แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. Soluble dietary fiber คือกลุ่มใยอาหารที่ละลายน้ำได้ ได้แก่ Pectin และ Gum ใยอาหารกลุ่มนี้เมื่อละลายน้ำแล้ว จะเพิ่มความข้นหนืดให้กับอาหาร ทำให้มีความรู้สึกอิ่มนาน

2. Insoluble dietary fiber คือกลุ่มใยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้ ได้แก่ Cellulose, Lignin, Hemicellulose พบมากในผักและเมล็ดธัญพืชต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรำข้าว ใยอาหารกลุ่มนี้จะมีหน้าที่เป็นตัวเพิ่มมวลอุจจาระ และลดระยะเวลาที่กากอาหารอยู่ในลำไส้

ประโยชน์ของเส้นใยอาหารต่อระบบสรีรวิทยาของร่างกาย คือ

1. ลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด เฉพาะเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ ได้แก่ เพคติน, Psyllium กัมชนิดต่าง ๆ เช่น Guar gum หรือ Bean gum การบริโภคเส้นใยอาหารที่เป็นแหล่งของใยอาหารที่ละลายน้ำได้ เช่น รำข้าวโอ๊ต หรือบาร์เลย์ ถั่ว และผัก ซึ่งมีผลลดระดับ

คอเลสเตอรอลในเลือดได้สูงถึงร้อยละ 25 แต่เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำไม่สามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้

2. การบริโภคเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำจะลดระดับน้ำตาลและอินซูลินในเลือดหลังการบริโภคอาหาร

3. ช่วยทำให้ลำไส้ใหญ่ทำหน้าที่ได้ดีขึ้น เนื่องจากอาหารที่มีเส้นใยอาหารมีผลทำให้ลำไส้ใหญ่ลด Transit time เพิ่มน้ำหนักอุจจาระ และระบายบ่อยขึ้น ช่วยเจือจางปริมาณสารพิษในลำไส้ใหญ่ และทำให้การเตรียมสารสำหรับถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่เป็นไปโดยปกติ

4. ช่วยป้องกันมะเร็งในลำไส้และการเกิดถุงตันที่ลำไส้ใหญ่ เนื่องจากการบริโภคเส้นใยอาหารน้อย ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในระบบย่อยอาหาร ลดการรวมตัวของกรดน้ำดี เพิ่มเวลาของอาหารที่ตกค้างในลำไส้ใหญ่ ลดน้ำหนักและปริมาณอุจจาระ ตลอดจนลดความถี่ของการขับถ่ายอุจจาระ จุลินทรีย์จะถูกกระตุ้นโดยอาหารที่มีเส้นใยอาหารต่ำ ทำให้เกิดการรวมตัวของสารก่อมะเร็ง จุลินทรีย์เหล่านี้อาจจะช่วยป้องกัน หรือทำลายสารก่อมะเร็งได้ถ้ามีเส้นใยอาหารอยู่มากพอในอาหาร

5. ช่วยป้องกันโรคอ้วน เนื่องจากเส้นใยอาหารทำให้เกิด Bulky ในกระเพาะอาหาร จึงมีที่ว่างในกระเพาะอาหารน้อยลงที่จะบริโภคอาหารตามปกติ เพราะเส้นใยอาหารจะเข้าไปพองในกระเพาะอาหารจึงรับประทานอาหารได้น้อยลง เป็นเหตุให้น้ำหนักตัวลดลง

6. ลดการนำไปใช้ประโยชน์ของสารอาหาร เนื่องจากเส้นใยอาหารสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์จากตับอ่อนที่ใช้ย่อยคาร์โบไฮเดรท ไขมัน และโปรตีน (วัญเพ็ญ, 2541)

**สาหร่ายทะเล** (Seaweed)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Enteromorpha prolifera*

สาหร่ายทะเลเป็นพืชที่คนเรารู้จักนำเอามารับประทานเป็นอาหารมาช้านานนับได้ถึงสองพันปีแล้ว ทั้งนี้เพราะมีรสชาติอันแปลกพิเศษชวนรับประทาน และแตกต่างไปจากพืชชนิดอื่น รสชาติพิเศษนี้เกิดจาก สารกรดกลูตามิค (Glutamic acid) ที่มีอยู่ในสาหร่ายทะเล นอกจากนี้สาหร่ายทะเลยังมีสรรพคุณทางยารักษาโรค ดังนี้คือ

1. สาหร่ายทะเลเป็นอาหารที่ปราศจากแคลอรี่ เพราะสาหร่ายมีส่วนประกอบสำคัญคือ คาร์โบไฮเดรต กรดอัลจินิค (Alginic acid) และแมนนิทอล (Mannitol) ส่วนโปรตีนและ ไขมันแทบจะไม่มีเลย ดังนั้นเมื่อสาหร่ายทะเลถูกเผาผลาญในร่างกาย มันจะถูก

เปลี่ยนแปลงให้กลายเป็นพลังงานความร้อนที่น้อยมาก จนกล่าวได้ว่าเป็นอาหารที่ปราศจากแคลอรี่นั่นเอง

2. สาหร่ายทะเลมีองค์ประกอบของเกลือแร่สูง โดยเฉพาะ เหล็ก แคลเซียม และไอโอดีน เพราะน้ำทะเลเป็นแหล่งของเกลือแร่ที่อุดมสมบูรณ์ ทำให้สาหร่ายเป็นแหล่งสะสมของเกลือแร่ที่สมบูรณ์ด้วย

3. สาหร่ายทะเลเป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร (Fiber) เพราะประมาณร้อยละ 40 – 60 ของเนื้อสาหร่ายทะเลนั้น เป็นสารพวกเส้นใยที่ร่างกายของคนเราไม่สามารถย่อยเป็นอาหารได้ ซึ่งเส้นใยอาหารเหล่านี้จะช่วยกระตุ้นให้ลำไส้มีการเคลื่อนไหวบีบตัวได้ดี จึงช่วยให้อุจจาระได้เป็นปกติ

4. ปริมาณ 1 ใน 4 ของส่วนประกอบในสาหร่ายทะเลนั้นเป็น กรดอัลจินิค (Alginic acid) สารนี้เป็นสารเส้นใยชนิดหนึ่งมันสามารถกำจัดสารกัมมันตภาพรังสีได้ โดยเฉพาะสตรอนเทียม (Strontium-Sr) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งชนิดหนึ่ง และกรดอัลจินิคที่มีอยู่ในสาหร่ายทะเลจะช่วยกระตุ้นให้ลำไส้มีการบีบตัวเคลื่อนไหวเพิ่มมากขึ้น ทำให้สารก่อมะเร็งทั้งหลายไม่สามารถที่จะเกาะติดอยู่กับผนังลำไส้แล้วถูกขจัดออกไปพร้อมกับอุจจาระ นอกจากนี้สาหร่ายทะเลมีสารฟูโคดิออน (Fucodion) ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ต่อต้านโรคมะเร็ง (ชุมพล, 2535)

**แครอท (Carrot)**

ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Daucus carota*, Linn.

แครอทเป็นพืชล้มลุก ปลูกง่ายและสามารถปลูกได้ทั่วไปในแถบที่มีอากาศค่อนข้างเย็น ใบมีลักษณะเป็นฝอยจึงเรียกว่าผักชีหัว หัวแครอทมีลักษณะเรียวยาว สีส้มทั้งผิวและเนื้อ ใช้บริโภคเป็นผักสด และนำมาปรุงเป็นอาหารได้หลายชนิด ใช้เป็นเครื่องประกอบในอาหาร เช่น สลัดผัก ยำ ผัดผัก หรือเป็นเครื่องแนม เครื่องเคียง หรือนำมาปั่นเป็นเครื่องดื่มน้ำผัก ในแครอทมีสารตั้งต้นของวิตามินเอ คือเบตาแคโรทีน ($\beta$-carotene) สูง ซึ่งมีสีส้ม เมื่อบริโภคเข้าไปแล้วร่างกายจะเปลี่ยนเป็นวิตามินเอ เบต้าแคโรทีนนอกจากเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้แล้ว ยังทำหน้าที่เป็นสารแอนติออกซิแดนท์ (Antioxidant) ให้แก่ร่างกาย สีส้มที่ได้จากหัวแครอทคั้นสามารถใช้เป็นสีแต่งอาหาร ในแครอทยังประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหย นอกจากนั้นยังสามารถใช้ประโยชน์ทางยา กล่าวคือมีฤทธิ์ขับพยาธิไส้เดือน ช่วยขับปัสสาวะเนื่องจากมีเกลือโปแตสเซียมในปริมาณสูง ช่วยย่อยอาหารทำให้ระบบย่อยอาหารเป็นปกติ (โครงการหนูรักผักสีเขียว, 2540)

**เห็ดหอม** (Black-mushroom)

ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Lentinus edodes* (Berk.) Sing

เห็ดหอมเป็นที่รู้จักกันแพร่หลายทั่วโลกมานานหลายศตวรรษแล้ว ปัจจุบันมีการปลูกมากในประเทศญี่ปุ่น ไต้หวันและสาธารณรัฐประชาชนจีน ได้มีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในเห็ดหอมกันมาก พบว่าเห็ดหอมเป็นเห็ดที่มีประโยชน์มากทั้งในด้านอาหารและยา ส่วนใหญ่ใช้เห็ดหอมในการปรุงแต่งกลิ่นรสของอาหาร เพราะเห็ดหอมมีทั้งกลิ่นหอมและรสหวาน เนื่องจากองค์ประกอบในรูปโปรตีนและน้ำตาลหลายชนิด แม้ว่าเห็ดหอมจะเป็นเห็ดที่มีโปรตีนต่ำกว่าเห็ดอื่น ๆ แต่ก็มีมากกว่าพืชผักหลายชนิด ยกเว้นพืชประเภทถั่ว เห็ดหอมมีกรดอะมิโนอยู่ถึง 21 ชนิด กรดอะมิโนที่มีมากที่สุดคือ กรดกลูตามิค ซึ่งเป็นสารที่สำคัญต่อรสชาติของเห็ดหอม สารประเภท น้ำตาลที่มีในเห็ดหอม ได้แก่ ทรีฮาโลส (Trehalose) ดี-แมนนิทอล (D-Mannitol) ดี-อะราบิทอล (D-Arabitol) และกลูโคส (Glucose) นอกจากโปรตีนและน้ำตาลชนิดต่าง ๆ แล้ว ยังมีกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดมาลิก ฟูมาริก ไพโรกลูตามิค และกรดซิตริค เป็นต้น เห็ดหอมเป็นเห็ดชนิดเดียวที่มีวิตามินดี และดี 2 อยู่สูงมาก สามารถช่วยบำรุงกระดูก เห็ดหอม 100 กรัม มีปริมาณวิตามินดีถึง 76.9 มิลลิกรัม จึงเหมาะอย่างยิ่งสำหรับผู้เป็นโรคเกี่ยวกับไต นอกจากนั้นเห็ดหอมยังมีธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัสและเหล็ก ช่วยเสริมสร้างกระดูกให้แข็งแรง จึงจัดได้ว่าเห็ดหอมมีคุณค่าทางอาหารสูง (พรรณี, 2526)

นอกจากนี้เห็ดหอมมีสารพิเศษที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายที่สำคัญ 3 ชนิด คือ

1. สารเลนติแนน (Lentinan) เป็นสารที่ช่วยลดคอเลสเตอรอลในเลือด
2. สารอีริทาดีนิน (Eritadenin) เป็นสารที่ต่อต้านเซลเนื้องอก (มะเร็ง) โดยเฉพาะมะเร็งในกระเพาะอาหาร
3. สารเอซีทูพี (Ac 2 p) เป็นสารที่ต่อต้านเชื้อไวรัสที่ทำให้เกิดโรคหวัด หัด และโปลิโอ (บรรณ, 2533)

**สารทดแทนไขมัน** (Fat replacer)

ในผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่นนั้น มีไขมันเป็นตัวเสริมให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มน้ำ มีเนื้อสัมผัสที่ดี ดังนั้นในกรณีที่จะทำการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่นที่มีไขมันต่ำหรือลดไขมัน เนื้อสัมผัสที่ได้อาจมีความแห้งกระด้างไม่เป็นที่ยอมรับ ดังนั้นจึงน่าจะต้องมีการเติม

สารทดแทนไขมัน เพื่อช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อไขมันต่ำหรือลดไขมัน เพื่อให้มีเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับ

คุณสมบัติของสารทดแทนไขมัน

1. ให้ลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสคล้ายไขมัน (Fat like characteristic) ได้แก่ ความนุ่มเนื้อ (Tenderness) ความยืดหยุ่น (Springness) และความชุ่มเนื้อ (Juiceness) แก่ผลิตภัณฑ์

2. เป็นสารที่ให้ความหนืด (Thickening agent) และเพิ่มน้ำหนัก (Bulking agent) คุณสมบัติละลายน้ำและพองให้คุณลักษณะเหมือนครีมลื่น ๆ จึงสามารถใช้เลียนแบบไขมันได้ ความหนืดและลักษณะเจลของสารประกอบ Hydrocolloids ให้คุณสมบัติอีมัลชั่น (Emulsifying) ความคงตัว (Stability) และการห่อหุ้ม (Encapsulating)

3. เป็นสารที่ให้พลังงานต่ำกว่าไขมัน (คาร์โบไฮเดรตหรือโปรตีน 1 กรัม ให้พลังงาน 4 kcal แต่ไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 9 kcal) ดังนั้นจึงสามารถนำมาใช้เป็นสารลดพลังงานบางส่วนในผลิตภัณฑ์ได้

**คาร์ราจีแนน** (Carrageenan)

คาร์ราจีแนนเป็นสารประกอบประเภท Hydrocolloid ที่สกัดได้จากสาหร่ายสีแดง คือ *Chrondrus crispus* และ *Gigartina stellata* ด้วยสารละลายด่างเจือจาง โดยมีคุณสมบัติในการละลายหรือกระจายตัวในน้ำร้อนหรือน้ำเย็นได้ ทำให้ได้สารที่มีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไป เช่น ช่วยให้สารมีลักษณะข้นหนืด (Thickening agent) ทำให้เกิดเจลขึ้นได้ รักษาความคงตัว (Stability) ช่วยให้น้ำกับน้ำมันเข้ากันดี (Emulsifier) รวมทั้งเป็นสารช่วยในการจับน้ำ (Water binder) หรือทำให้เกิดสารแขวนลอยได้ดีอีกด้วย (Nussinovitch, 1997) ซึ่งคุณสมบัติต่าง ๆ เหล่านี้จะแตกต่างกันตามสูตรโครงสร้าง ซึ่งสามารถแบ่งคาร์ราจีแนนได้เป็น 3 ชนิดคือ

1. แคปปา-คาร์ราจีแนน (Kappa-carrageenan) ประกอบด้วย 3,6 –anhydro-D-galactose(3,6-AG) ร้อยละ 34 และมี Ester sulfate ร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก ทำให้คาร์ราจีแนนชนิดนี้มีคุณสมบัติในการเกิดเจลที่มีความแข็งเปราะและแตกง่าย สามารถเกิด

การไหลของส่วนที่เป็นของเหลว (Syneresis) นอกจากนี้แล้วยังเป็นเจลที่เกิดคืนตัวได้ (Reversible) เมื่อได้รับความร้อน

2. ไอโอตา-คาร์ราจีแนน (Iota-carrageenan) ประกอบด้วย 3,6-AG และ ester sulfate ร้อยละ 32 โดยน้ำหนัก ให้คุณสมบัติเจลแบบอ่อน ๆ แต่เกิด Syneresis ยาก และเป็นเจลที่เกิด Reversible ได้เมื่อได้รับความร้อน

3. แลมดา-คาร์ราจีแนน (Lambda-carrageenan) ประกอบด้วย Ester sulfate ร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก แต่ไม่มี 3,6-AG ดังนั้นคาร์ราจีแนนชนิดนี้จะไม่เกิดเจล

ดังนั้นในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่นจึงไม่นิยมใช้ แลมดา-คาร์ราจีแนน เป็นสารทดแทนไขมัน เนื่องจากไม่มีคุณสมบัติในการเกิดเจล จึงมักจะใช้เป็นสารให้ความข้นหนืด (Thickener) ในอาหาร ส่วนใหญ่ใช้แคปปา-คาร์ราจีแนน (Kappa-carrageenan) กับไอโอตา-คาร์ราจีแนน (Iota-carrageenan) ในผลิตภัณฑ์เนื้อไขมันต่ำหรือลดไขมันและการผสมคาร์ราจีแนนชนิดแคปปากับไอโอตาเข้าด้วยกัน จะทำให้มีสมบัติในการเกิดเจลได้ดีขึ้น และเจลที่ได้จะมีความยืดหยุ่นและเกิด syneresis น้อยลง (นิธิยา, 2543 ; ดาวรินและคณะ, 2539)

ผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่นเมื่อได้รับความร้อน 50 – 80 องศาเซลเซียส ทำให้คาร์ราจีแนนละลาย และจะเกิดเจลเมื่อผลิตภัณฑ์เย็นที่อุณหภูมิ 50 – 60 องศาเซลเซียส นอกจากนี้คาร์ราจีแนนสามารถเกิดปฏิกิริยากับโปรตีน จับตัวกับน้ำ (Bind water) เพิ่มคุณสมบัติง่ายต่อการหั่นเป็นชิ้น (Sliceability) เพิ่มความนุ่มให้กับผลิตภัณฑ์ (Tenderness) และให้กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการใช้คาร์ราจีแนนในผลิตภัณฑ์เนื้อไขมันต่ำหรือลดไขมันสามารถให้ลักษณะคล้ายไขมันได้ (Fat like characteristic) โดยทั่วไปจะใช้คาร์ราจีแนนในปริมาณต่ำเพียงร้อยละ 0.1 – 0.5 ของอัตราส่วนเนื้อ (Pearson and Gillett, 1999)

**โปรตีนถั่วเหลือง** (Soy protein)

โปรตีนถั่วเหลืองจัดได้ว่าเป็นแหล่งโปรตีนที่สมบูรณ์ สามารถแบ่งโปรตีนถั่วเหลืองได้ 3 ประเภท ตามปริมาณโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบ ดังนี้คือ

1. แป้งถั่วเหลือง (Soy flour) แป้งถั่วเหลืองมีสีเหลืองนวล มีรสเหมือนถั่วเหลืองที่คั่วแล้ว มีคุณสมบัติในการดูดความชื้นและจับกับไขมันได้ดี มีองค์ประกอบของโปรตีนประมาณร้อยละ 50 ไขมันประมาณร้อยละ 20 (Macrae *et al.*, 1993)

2. โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น (Soy protein concentrates) เป็นรูปแบบของโปรตีนจากถั่วเหลืองที่เป็นผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมันจากถั่วเหลือง และผ่านกระบวนการกำจัดส่วนของน้ำตาลและเกลือแร่ออก เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของโปรตีน ช่วยแก้ปัญหาการเกิดก๊าซในกระเพาะอาหาร อีกทั้งยังช่วยปรับปรุงรสชาติได้ (Tuley, 1996) ประกอบด้วยโปรตีนประมาณร้อยละ 70 (Macrae *et al.*, 1993)

3. โปรตีนถั่วเหลืองสกัด (Soy protein isolates) มีองค์ประกอบของโปรตีนประมาณร้อยละ 90 เป็นโปรตีนที่มีความบริสุทธิ์สูง เพราะสกัดแยกไขมัน และคาร์โบไฮเดรตออกแล้ว นอกจากนี้ยังไม่มีกลิ่นถั่วเหลืองเลย (Macrae *et al.*, 1993)

โปรตีนถั่วเหลืองนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบในผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ เนื่องจากโปรตีนถั่วเหลืองให้คุณสมบัติในการเกิดเจล (Gelation) ช่วยในการจับกับน้ำ (Water binding) ดูดซึมไขมัน (Fat absorption) และจับกับกลิ่นรส (Flavor binding) (Srinivasan and Alain, 1997) สำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อลดไขมันหรือไขมันต่ำ ใช้โปรตีนถั่วเหลืองเพื่อช่วยในการจับกับโมเลกุลของน้ำ และในขณะเดียวกันช่วยเพิ่มความเสถียรของอีมัลชั่นทำหน้าที่เป็นตัวประสาน (Emulsifier) ด้วย ส่วนใหญ่ในผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่นจะใช้โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น และโปรตีนถั่วเหลืองสกัด เพื่อเลียนแบบคุณสมบัติของไขมัน มีข้อดีคือไม่มีกลิ่นถั่วเหลือง โดยส่วนใหญ่จะใช้ไม่เกินร้อยละ 3 ของน้ำหนักเนื้อ

คุณสมบัติของโปรตีนถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่น

1. ละลายได้ทั้งในน้ำและในไขมันและไม่ตกตะกอนเมื่อได้รับความร้อน จึงทำหน้าที่เป็นตัวประสาน (Emulsifier) สำหรับผลิตภัณฑ์เนื้ออีมัลชั่นได้

2. เป็นการเพิ่มปริมาณโปรตีน

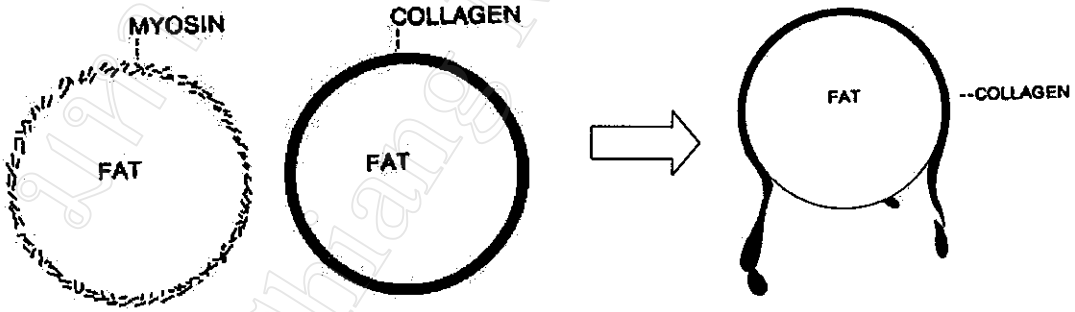
3. ช่วยเพิ่มความสามารถในการจับตัวกันกับโมเลกุลน้ำ ซึ่งเป็นการเพิ่ม Cooking yield

4. ช่วยทำให้เกิดเจล ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีด้านความนุ่มเนื้อ ความแน่นเนื้อ ความฉ่ำน้ำ เป็นต้น (Chin *et al*, 2000 ; Pearson and Gillett, 1999)

นอกจากการใช้โปรตีนถั่วเหลืองเพื่อเป็นสารทดแทนไขมันแล้ว โปรตีนถั่วเหลืองยังมีประโยชน์ด้านสุขภาพคือ ช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ โรคกระดูกพรุน โรคมะเร็งบางชนิด เป็นต้น โดยที่โปรตีนถั่วเหลืองสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลทั้งหมดในเลือด และช่วยลดระดับ Low-density lipoprotein cholesterol (LDL-cholesterol) ได้ ซึ่งคอเลสเตอรอลเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ (Potter, 2000)

**ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอีมัลชั่น**

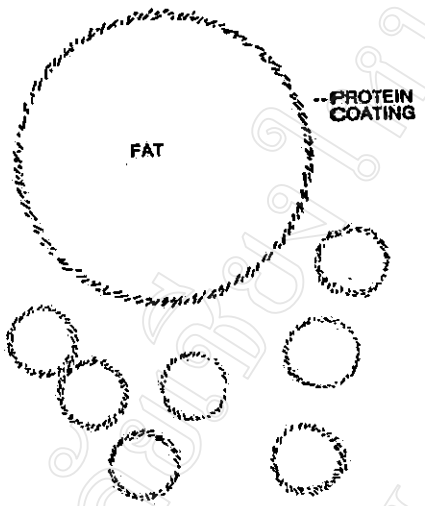
1. ความไม่สมดุลของเนื้อ (Short meat) เป็นสภาพที่เกิดขึ้นขณะเตรียมอีมัลชั่น ทั้งนี้เนื่องมาจากมีปริมาณไมโอซินไม่เพียงพอ หรือมีคอลลาเจนมากเกินไป ทำให้เมื่อเตรียมอีมัลชั่นแล้ว จึงมีปริมาณไมโอซินไม่เพียงพอที่จะหุ้มเม็ดไขมัน (ดังรูป 2.2) เม็ดไขมันบางเม็ดถูกหุ้มด้วยไมโอซิน บางเม็ดถูกหุ้มด้วยคอลลาเจน เมื่อนำไปให้ความร้อนคอลลาเจนมีจุดหดตัวและเปลี่ยนเป็นเจลาตินอย่างรวดเร็ว จึงไหลออกจากผิวที่หุ้มเม็ดไขมันแต่ไมโอซินเมื่อได้รับความร้อนจะตกตะกอนและหุ้มเม็ดไขมันเอาไว้ สิ่งเหล่านี้จะปรากฏให้เห็นเป็นคราบน้ำมัน (Fat cap) เกาะตามผิวผลิตภัณฑ์และภายในผลิตภัณฑ์จะเกิดเป็นโพรงเจลลี่




**ภาพที่ 2.2** ลักษณะอีมัลชั่นที่เกิดจากความไม่สมดุลของเนื้อ
ที่มา : Pearson and Gillett (1999)

2. การสับนวดนานเกินไป (Over chopping) ส่งผลให้เม็ดไขมันถูกตัดแบ่งเป็นเม็ดเล็ก ๆ ไขมันมีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กลงและผิวหน้าของเม็ดไขมันเพิ่มขึ้น ดังภาพที่ 2.3 จนกระทั่งผิวของไขมันมีความมันสดใสมาก ทำให้สารละลายโปรตีนไม่สามารถหุ้มไว้ได้ เม็ดไขมันจะมีผิวหน้าที่ถูกหุ้มด้วยโปรตีน บางส่วนไม่มีโปรตีนหุ้มไว้ ส่วนที่ไม่มีโปรตีนหุ้มจะทำให้ไขมันไหลออก

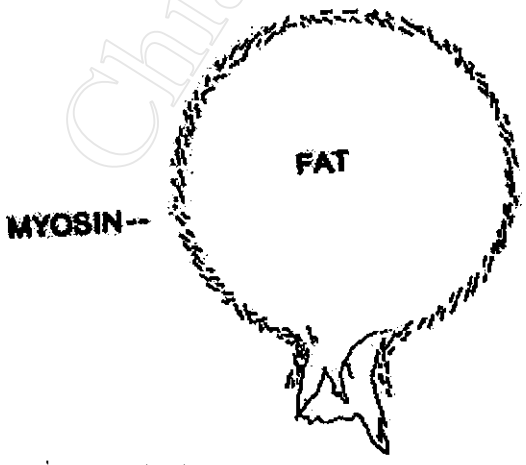
(Greasing out) ได้ อีมัลชั่นไม่เกาะตัว เมื่อผลิตภัณฑ์สุกจะเห็นไขมันเกาะเป็นจุด ๆ ไม่สามารถรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน




**ภาพที่** 2.3 ลักษณะอีมัลชั่นที่เกิดจากการสับนวดมากเกินไป

ที่มา : Pearson and Gillett (1999)

3. อุณหภูมิสูงเกินไป (Heat Breakdown) โดยการให้อุณหภูมิสูงเกินไป และให้ด้วยความเร็วสูง ส่งผลให้โปรตีนไมโอซินที่ห่อหุ้มเม็ดไขมันนั้นเกิดการหดตัวก่อนที่เม็ดไขมันจะพองตัวและเกิดเป็นเจลที่คงตัว ดังนั้นฟิล์มโปรตีนไมโอซินที่ห่อหุ้มเม็ดไขมันจึงเกิดการแตกตัวเมื่อโปรตีนไมโอซินหดตัว ส่งผลให้เม็ดไขมันเกิดการไหลออกจากฟิล์มโปรตีนไมโอซินเกิดเป็นคราบไขมันเกาะตามผิวผลิตภัณฑ์ (Fat cap) หรือเกิดเป็นโพรงเจลลี่ (Gelatin pocket)




**ภาพที่** 2.4 ลักษณะอีมัลชั่นที่เกิดจากการให้ความร้อนสูงเกินไป

ที่มา : Pearson and Gillett (1999)

**งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

ดาวริน และคณะ (2539) ศึกษาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาที่มีไขมันต่ำโดยการใช้เนื้อปลาเป็นวัตถุดิบร่วมกับการใช้สารทดแทนไขมัน ในขั้นแรกศึกษาเลือกชนิดปลาที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบโดยพิจารณาจากปริมาณ Myofibrillar protein และราคาของปลา 3 ชนิด คือ ปลาน้ำดอกไม้ ปลาทรายแดง และปลาหางเหลือง ศึกษาปริมาณไขมัน 3 ระดับ คือร้อยละ 7, 10 และ 13 และปริมาณคาร์ราจีแนนและอัลจิเนต 3 ระดับคือร้อยละ 0.3, 0.5 และ 0.7 โดยทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านความชุ่มน้ำ ความแน่นเนื้อ และความชอบโดยรวม ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าปลาทรายแดงมีปริมาณ Myofibrillar protein และราคาที่เหมาะสมต่อการนำมาเป็นวัตถุดิบในการทำไส้กรอกปลา นอกจากนี้ พบว่าสูตรที่มีคาร์ราจีแนนร้อยละ 0.5 และไขมันร้อยละ 10 และสูตรที่มีอัลจิเนตร้อยละ 0.7 และไขมันร้อยละ 13 มีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด แต่เมื่อเทียบทั้ง 2 สูตรพบว่า สูตรที่ใช้คาร์ราจีแนนจะเป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภคมากกว่า และมีปริมาณไขมันต่ำกว่าสูตรที่ใช้อัลจิเนต

Paula *et al.* (1999) ศึกษาปริมาณการใช้คาร์ราจีแนนร่วมกับ Whey protein และแป้งมันสำปะหลัง ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูไขมันต่ำ ซึ่งศึกษาคาร์ราจีแนนร้อยละ 0 – 3, Whey protein (ความเข้มข้นเจลร้อยละ 35) ปริมาณร้อยละ 0 – 12 และแป้งมันสำปะหลังปริมาณร้อยละ 0 – 3 โดยวางแผนการทดลองแบบ Response surface จากการศึกษาพบว่าการใช้เจลของ Whey protein คาร์ราจีแนน และแป้งมันสำปะหลัง ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้การสูญเสียน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ (Cook loss) และทำให้ความเข้มของกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์และการยอมรับโดยรวมลดลง โดยปริมาณการใช้ที่เหมาะสมคือ การใช้เจล Whey protein (ความเข้มข้นเจลร้อยละ 35) ปริมาณร้อยละ 8, คาร์ราจีแนนร้อยละ 1.5 และแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 3 จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูไขมันต่ำ มีคุณภาพไม่แตกต่างกับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูที่ใช้ไขมันเต็มสูตรร้อยละ 20 และผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูไขมันต่ำนี้มีปริมาณไขมันน้อยกว่าร้อยละ 3

ปราณิศา และคณะ (2543) ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาและอายุการเก็บรักษา โดยทำการทดลองพัฒนาสูตรไส้กรอกปลาโดยใช้เนื้อปลาดุกอุยเทศ และซูริมิ ในอัตราส่วนเนื้อปลาต่อซูริมิ 100:0, 80:20, 60:40 และ 20:80 โดยน้ำหนัก และเติมไขมันหมูร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักเนื้อปลาและซูริมิ ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

พบว่า การใช้อัตราส่วนเนื้อปลาต่อซูริมิ 40:60 และไขมันหมูร้อยละ 10 ได้คะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบสูงสุด การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของไส้กรอกปลาโดยเติมน้ำมันปลาร้อยละ 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 หรือเติมแคลเซียมฟอสเฟต หรือแคลเซียมแลคเตต ร้อยละ 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 ของน้ำหนักเนื้อปลาและซูริมิ พบว่าไส้กรอกที่เติมน้ำมันปลาร้อยละ 3 หรือเติมแคลเซียมฟอสเฟตหรือแคลเซียมแลคเตตร้อยละ 0.5 ยังได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบ ไม่พบจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในผลิตภัณฑ์ การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ 4 – 6 องศาเซลเซียส โดยบรรจุในถุงพลาสติกซึ่งเป็นฟิล์มรีดร่วมของ PA/LDPE ภายใต้บรรยากาศปกติ สุญญากาศ หรือสภาพปรับบรรยากาศไนโตรเจนร้อยละ 100 ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง(pH) ค่าวอเตอร์แอคติวิตี (Aw) และคะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบแสดงว่าการเก็บรักษาในสภาพปรับบรรยากาศให้ผลดีที่สุด และผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อย 12 วัน

Chin *et al.* (1999) ศึกษาการใช้ Soy protein isolate และผงบุกผสม ในผลิตภัณฑ์ bologna ไขมันต่ำ โดยมีไขมันน้อยกว่าร้อยละ 2 ทำการศึกษาผงบุกผสม 2 ชนิดคือ ผงบุกผสมสตาร์ช และผงบุกผสมสตาร์ชกับคาร์ราจีแนน ปริมาณการใช้ร้อยละ 0.5 และ 1 ของเนื้อ จากการทดลองพบว่าผงบุกผสมทั้ง 2 ชนิดไม่มีผลต่อคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส แต่พบว่าปริมาณการใช้ที่ระดับร้อยละ 0.5 ของผงบุกผสมทั้ง 2 ชนิด ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็ง (Hardness) และมีของเหลวไหลออกจากผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาภายใต้สภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส มากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้ผงบุกผสมปริมาณร้อยละ 1 นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่าควรเลือกใช้ผงบุกผสมสตาร์ชและคาร์ราจีแนน เพราะจะช่วยเพิ่มน้ำหนัก (Cooking yield) เพิ่มการดูดซับน้ำของผลิตภัณฑ์ (Water holding capacity) และยังช่วยลดการสูญเสียของเหลวระหว่างการเก็บรักษา แต่จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็ง (hardness) มากกว่าการใช้ผงบุกผสม สตาร์ชเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาการใช้ Soy protein isolate แทนเนื้อที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ระดับร้อยละ 0, 2.2 และ 4.4 จากการทดลองพบว่าปริมาณการใช้ Soy protein isolate ทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้น (Yellowness) แต่ค่าสีแดง (Redness) และความนุ่มของผลิตภัณฑ์ลดลง (Softness) นอกจากนี้พบว่าไม่ควรใช้ Soy protein isolate มากกว่าร้อยละ 2 เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไขมันเต็มสูตร

Pietrasik and Duda (2000) ศึกษาผลการใช้โปรตีนถั่วเหลืองร่วมกับคาร์ราจีแนน อัตราส่วน 3:1 ในปริมาณร้อยละ 0 – 3 และใช้ไขมันเป็นองค์ประกอบร้อยละ 20 – 40 ในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมู จากการทดลองพบว่า ปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ลดลง ทั้งนี้เพราะน้ำจะมาแทนที่ไขมันในผลิตภัณฑ์ไขมันต่ำ ด้านการสูญเสียน้ำหนักพบว่าการใช้โปรตีนถั่วเหลืองและคาร์ราจีแนนจะช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุกได้ โดยโปรตีนถั่วเหลืองกับคาร์ราจีแนนร้อยละ 3 ในผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันมากกว่าร้อยละ 30 เกิดการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด ผลการศึกษาพบว่าปริมาณไขมันที่ลดลง จะทำให้ไส้กรอกมีความแข็ง (Hardness) Cooking yield และความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ลดลง และปริมาณไขมันที่ใช้มีผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์คือ ค่าความสว่าง (L) และค่าสีเหลือง (b*) เท่านั้น

Lin and Mei (2000) ทำการศึกษาการใช้ไอโอตา-คาร์ราจีแนน โซเดียมอัลจิเนต และโปรตีนถั่วเหลืองสกัด ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไขมันต่ำที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบร้อยละ 15 และศึกษาอุณหภูมิในการให้ความร้อนภายในผลิตภัณฑ์ เปรียบเทียบคุณภาพด้านเคมีกายภาพกับผลิตภัณฑ์ควบคุมที่ใช้ไขมันเต็มสูตร จากการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไอโอตา-คาร์ราจีแนน โซเดียมอัลจิเนต และโปรตีนถั่วเหลืองสกัดนั้นมีค่าการสูญเสียน้ำต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ควบคุม นั่นแสดงให้เห็นว่าสารทดแทนไขมันที่ใช้ช่วยเพิ่มความคงตัวของลักษณะอีมัลชั่น นอกจากนี้ยังพบอีกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้ โซเดียมอัลจิเนต นั้นมีค่าการกักเก็บน้ำ (Water-holding capacity) สูงกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ ที่อุณหภูมิในการให้ความร้อนสุดท้ายเป็น 76.7 และ 82.2 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจากเจลของโซเดียมอัลจิเนตมีคุณสมบัติทนต่อความร้อน

Porcella *et al.* (2001) ศึกษาผลการใช้ Soy protein isolate ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกพื้นเมือง Chorizor ประเทศอาร์เจนตินา ระหว่างเก็บรักษาแบบสุญญากาศ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วมักมีปัญหาด้านการสูญเสียน้ำหนัก โดยการทดลองทำการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ไม่ได้เติม Soy protein isolate กับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่เติม Soy protein isolate ปริมาณร้อยละ 2.5 โดยผลการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ไม่ได้เติม Soy protein isolate จะเกิดการสูญเสียน้ำหนักลงเรื่อย ๆ เร็วกว่าผลิตภัณฑ์ที่เติม Soy protein isolate ทั้งนี้เพราะ Soy protein isolate จะช่วยดูดซับน้ำไว้ในผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่เติม Soy protein isolate จะมีปริมาณโปรตีนมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติม Soy protein isolate โดยสรุปผลิตภัณฑ์ไส้กรอกพื้นเมือง

Chorizor สามารถเก็บได้นานถึง 14 วัน โดยไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านกลิ่น รสชาติ และความฉ่ำน้ำของผลิตภัณฑ์และไม่สูญเสียน้ำหนัก ภายใต้การเก็บที่อุณหภูมิ 4 – 7 องศาเซลเซียส ในถุงสุญญากาศ

Yang *et al.* (2001) ศึกษาการใช้สารทดแทนไขมันและสารเชื่อม 8 ชนิดได้แก่ แคปปา-คาร์รานีแนน โปรตีนถั่วเหลืองสกัด starch กลูเตนข้าวสาลี CarraFATเจล โปรตีนกล้ามเนื้อสกัด แป้งบุก และโปรตีนจากนม และศึกษาปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงเฟอเตอร์ร้อยละ 22 และไขมันต่ำร้อยละ 10 จากการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัด starch และโปรตีนกล้ามเนื้อสกัดมีคุณภาพด้านประสาทสัมผัสกับด้านเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไขมันเต็มสูตร แต่ผลิตภัณฑ์ที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดเกิดการสูญเสียน้ำหนักสูง แต่ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แคปปา-คาร์รานีแนน และกลูเตนข้าวสาลีมีคุณภาพแตกต่างกับผลิตภัณฑ์ไขมันสูง ในขณะเดียวกันผลิตภัณฑ์ที่ใช้ CarraFAT เจล แป้งบุก และโปรตีนจากนม ไม่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค โดยพิจารณาจากคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์มีค่าต่ำมาก โดยสรุปการยอมรับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ไขมันต่ำนั้น ผู้บริโภคจะพิจารณาที่ความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ ความฉ่ำน้ำ กลิ่นรสเครื่องเทศ และกลิ่นแปลกปลอมในผลิตภัณฑ์

Marta *et al.* (2001) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบผลิตภัณฑ์กับคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์แบบดั้งเดิมกับแบบไขมันต่ำ โดยทำการศึกษาผลของการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ 3 ชนิดคือ คาร์ราจีแนน Carboxymethylcellulose และเพคตินจากแอปเปิ้ล ร่วมกับการลดไขมันในผลิตภัณฑ์โดยศึกษาปริมาณการใช้ไขมันที่ร้อยละ 10 และ 15 นอกจากนี้ทุกสิ่งทดลองยังใช้โปรตีนถั่วเหลืองร่วมกับ starch ผสมด้วย ดังนั้นสามารถวางแผนการทดลองเพื่อศึกษาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ไขมันต่ำได้ 3 สิ่งทดลองคือ (1) ใส่ไขมันร้อยละ 15 ร่วมกับการใช้คาร์ราจีแนนร้อยละ 0.5 (2) ใส่ไขมันร้อยละ 10 ร่วมกับการใช้คาร์ราจีแนนร้อยละ 0.5 และเพคตินร้อยละ 0.4 และ (3) ใส่ไขมันร้อยละ 10 ร่วมกับการใช้คาร์ราจีแนนร้อยละ 0.5 และ Carboxymethylcellulose ร้อยละ 0.1 ทั้ง 3 สิ่งทดลองทำการเปรียบเทียบคุณภาพกับผลิตภัณฑ์ทั่วไปตามท้องตลาด 18 ชนิด จากการทดลองพบว่าการใช้คาร์ราจีแนนร่วมกับไฮโดรคอลลอยด์ชนิดอื่น ๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้คาร์ราจีแนนเพียงชนิดเดียว นอกจากนี้แล้วยังช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถ

ลดไขมันได้มากขึ้นดังนี้คือ ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันเป็นส่วนประกอบร้อยละ 10 และใช้คาร์ราจีแนนร่วมกับ Carboxymethylcellulose หรือเพคติน โดยผลิตภัณฑ์มีคุณภาพด้านต่าง ๆ ไม่แตกต่างกับผลิตภัณฑ์เทียบเคียงตามท้องตลาด

Garcia *et al.* (2002) ศึกษาการใช้ธัญพืชและใยอาหารจากผลไม้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักไขมันต่ำ โดยเลือกใช้ธัญพืช 2 ชนิด คือ ข้าวสาลีและข้าวโอ๊ต และใยอาหารจากผลไม้ 3 ชนิด คือ พีช แอปเปิล และส้ม ปริมาณร้อยละ 1.5 และ 3 นอกจากนี้ยังศึกษาปริมาณไขมันที่ใช้คือร้อยละ 6 และ 10 ของเนื้อ ทุกสิ่งทดลองเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ไขมันเต็มสูตรซึ่งมีปริมาณไขมันร้อยละ 25 และไม่เติมธัญพืชและใยอาหารจากผลไม้ จากการทดลองพบว่าการใช้เส้นใยอาหารร้อยละ 3 จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะที่ไม่ต้องการคือ เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีความแข็ง (Hardness) เนื่องจากเนื้อในของผลิตภัณฑ์มีความยึดติดกันแน่นมาก (Cohesiveness) โดยสูตรการทดลองที่เหมาะสมคือ การใช้เส้นใยอาหารปริมาณร้อยละ 1.5 โดยเฉพาะเส้นใยอาหารจากส้ม โดยใช้ไขมันปริมาณร้อยละ 10 จะได้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคที่ไม่แตกต่างกับผลิตภัณฑ์ไขมันเต็มสูตรแบบไม่เติมเส้นใย