บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

ผลิตภัณฑ์ไส้กรอก

ไส้กรอก (sausage) เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อที่เตรียมได้จากการบดเนื้อสัตว์ กับเกลือ แล้วผสมเครื่องเทศ เครื่องปรุงรสต่าง ๆ บรรจุในถุงลักษณะกลมยาว หรือบรรจุไส้ (Henrickson, 1979) ไส้กรอกแต่ละชนิด มีความแตกต่างไปตามลักษณะของเครื่องปรุง ชนิดของเนื้อสัตว์ ความหยาบละเอียดของเนื้อบด โดยได้มีผู้แบ่งไส้กรอกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้หลายระบบด้วยกัน ถ้าแบ่งตามลักษณะของเนื้อไส้กรอก (Kramlich, 1978) จะแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ

1. ไส้กรอกชนิดบดหยาบ (coarse-ground sausage) เป็นไส้กรอกที่มีลักษณะเนื้อแยกจากกันอย่างเห็นได้ชัด ได้จากการนำเนื้อสัตว์มาหมักก่อนหรือไม่หมักก็ได้ นำมาบดเป็นชิ้นขนาด 6-8 มิลลิเมตร แล้วผสมไขมัน และเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส บรรจุไส้ เก็บที่อุณหภูมิต่ำ เมื่อจะบริโภคจึงทำให้สุก หรืออาจลดปริมาณน้ำ โดยการตากแดดหรืออบแห้ง เก็บไว้บริโภค

2. ไส้กรอกชนิดบดละเอียดเป็นอิมัลชั่น (emulsion-type sausage) เป็นไส้กรอกที่ได้จากการนำเนื้อสัตว์มาหมัก หรือไม่หมักก็ได้ จากนั้นนำมาบดผสมกับ เกลือ น้ำแข็ง เครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส และไขมัน ให้ละเอียดเป็นอิมัลชั่น บรรจุไส้ ต้มให้สุก และอาจจะรมควันหรือไม่ก็ได้

อิมัลชั่น (emulsion) ประกอบด้วยของเหลวชนิดหนึ่ง กระจายตัวอยู่ในของเหลวอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งรวมตัวกันไม่ได้ โดยลักษณะของอิมัลชั่นในไส้กรอกเป็นแบบ oil-in-water emulsion มีน้ำทำหน้าที่เป็น continuous phase และไขมันเป็น discontinuous phase โดยที่โปรตีนของเนื้อสัตว์ คือ myofibrillar proteins ซึ่งประกอบไปด้วย actin และ myosin เป็นโปรตีนที่ละลายได้ใน สารละลายเกลือ (salt-soluble

protein) จะทำหน้าที่เป็น emulsifier เนื่องจากมีส่วนที่จับกับน้ำ (hydrophilic) และ ส่วนที่จับกับสารอื่นที่ไม่รวมตัวกับน้ำ เช่น ไขมัน (hydrophobic) อยู่ในโมเลกุลเดียวกันทำให้อิมัลชั่นมีความคงทน และเมื่อผ่านการให้ความร้อน โปรตีนจะ coagulate อยู่รอบ ๆ อนุภาคของไขมัน ทำให้ได้โครงสร้างของไส้กรอกที่มีลักษณะดี ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งแสดงอิมัลชั่นของไส้กรอก โดยเมื่อเนื้อสัตว์ถูกบดละเอียด โปรตีนในเนื้อสัตว์จะถูกสกัดละลายออกมา myofibrillar proteins โดยเฉพาะ myosin จะจับตัวเป็นตาข่ายหุ้มเม็ดไขมันไว้ (Pearson and Tauber,1984)

รูปที่ 1 ลักษณะของอิมัลชั่นในไส้กรอก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนประกอบโดยทั่วไปของไส้กรอก

1. เนื้อสัตว์ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของไส้กรอกทุกชนิด ซึ่งมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไปใช้ส่วนของกล้ามเนื้อลาย ซึ่งพบว่า คุณภาพเนื้อสัตว์จะแตกต่างกันไปตามอัตราส่วนระหว่าง ความชื้นต่อโปรตีน ไขมันต่อเนื้อแดง ตลอดจนปริมาณของเม็ดสีในเนื้อสัตว์ ซึ่งความแตกต่างเหล่านี้ทำให้สมบัติการเป็น binder ของเนื้อสัตว์แต่ละส่วนแตกต่างกัน โดย binder จะหมายถึง การเป็นตัวกลางที่ทำหน้าที่ในการช่วยให้น้ำที่เติมเข้าไปในส่วนผสม หรือที่มีอยู่แล้วถูกจับไว้ และอีกความหมายหนึ่ง ก็คือ ความสามารถของเนื้อที่จะประสานเป็นก้อนเดียวกัน ซึ่งความสามารถในการยึดเกาะ (bind) นี้จะมีผลมาจากโปรตีนในเนื้อสัตว์ เช่น myofibrillar proteins เป็นสำคัญ ดังนั้นโปรตีนในเนื้อสัตว์ จึงมีผลต่อคุณภาพของไส้กรอก โดยขึ้นกับ ปริมาณของโปรตีนที่ละลายได้ของเนื้อสัตว์ และความสามารถของโปรตีนในการเป็น emulsifier ซึ่งมีผลต่อการสร้างอิมัลชั่นในไส้กรอกชนิดอิมัลชั่น ซึ่งเราสามารถแบ่งเนื้อสัตว์ตามคุณภาพการเป็น binder ได้เป็น high binders ได้แก่ ส่วนของกล้ามเนื้อโครงร่าง medium binders ได้แก่ เนื้อส่วนหัว และแก้ม และ low binders ได้แก่ เนื้อส่วนที่มีไขมันมาก และส่วนกล้ามเนื้อเรียบ (ชัยณรงค์ ดันธพนิต,2529)

2. ไขมัน ทำหน้าที่เป็น discontinuous phase ในอิมัลชั่น และเป็นตัวการสำคัญในการเกิดอิมัลชั่น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่ม ความชุ่มน้ำ และกลิ่นรสดี (Swift,1954)

3. ความชื้น เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดในการผลิตไส้กรอก ซึ่งส่วนใหญ่ความชื้นได้จากการเติมน้ำแข็งในระหว่างการผลิต จุดประสงค์ของการใส่น้ำแข็ง เพื่อช่วยลดอุณหภูมิ เนื่องจากในระหว่างการสับละเอียดและสร้างอิมัลชั่นนั้น จะมีการเสียดสีระหว่างใบมีดกับส่วนผสม อยู่ตลอดเวลา ในอัตราความเร็วสูง ดังนั้นอุณหภูมิของส่วนผสมจึงร้อนขึ้นกว่าเดิม และการที่อุณหภูมิสูงขึ้นนี้ ก็เป็นประโยชน์ในแง่ที่ จะช่วยทำให้โปรตีนของเนื้อ ถูกปลดปล่อยออกมานอกเส้นใยกล้ามเนื้อได้มากขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นสูงเกินไป (มากกว่า 16 °C) จะทำให้ myofibrillar protein เกิดการ denature โปรตีนจึงหดตัวและหมดความสามารถในการเป็น emulsifier ที่จะเชื่อมติดระหว่างไขมันและน้ำไว้ได้ จึงทำให้อิมัลชั่นแตกตัว และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ไขมันหยดเล็ก ๆ จะไหลเข้ามารวมตัวกัน เป็น

หยดไขมันขนาดใหญ่ แยกตัวออกมาจากส่วนผสม ดังนั้นจึงมีการเติมน้ำแข็งเข้าไปในระหว่างการผสม เพื่อทำหน้าที่ลดอุณหภูมิในส่วนผสมลง และป้องกันการแตกตัวของอิมัลชั่น (ชัยณรงค์ คันธพนิต,2529 ; Evan, 1960)

4. เกลือบริโภค เป็นส่วนประกอบสำคัญในการผลิตไส้กรอก โดยมีหน้าที่เป็นตัวให้รสชาติและช่วยสกัดโปรตีนในกล้ามเนื้อ เพื่อทำหน้าที่ประสานให้ไขมันและน้ำไม่แยกจากกัน ช่วยยืดอายุของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ โดยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

5. สารให้ความหวาน ช่วยในการเพิ่มรสชาติ ทำให้สีคงทน โดยทั่วไปจะใช้น้ำตาล กลูโคส เด็กซโตรส แลคโตส ซูโครส และคอร์นไซรัป

6. เครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส

- เครื่องเทศ จะให้กลิ่นหอมเฉพาะของผลิตภัณฑ์ และบางชนิดมีสารช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ด้วย เช่น พริกไทย ดอกจันทน์ หอม กระเทียม ฯลฯ
- ผงชูรส (mono-sodium glutamate)

7. ไนเตรทและไนไตร์ท ใช้ในการหมักเนื้อเพื่อให้เนื้อมีสีสดขึ้น และช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิด โดยอาจใช้ในรูปไนไตรท์ และ/หรือ ไนเตรทโดยตรง เช่น โปแตสเซียมไนเตรท โซเดียมไนไตร์ท เป็นต้น (Price and Schweigert,1971) หรืออาจใช้ในรูปผงเพรค (praque powder) ซึ่งเป็นชื่อทางการค้า ประกอบด้วย โซเดียมหรือโปแตสเซียมไนไตร์ท เกลือ และfiller อื่น ๆ ในการใช้จะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคด้วย ซึ่งตามประกาศ กระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 84 (พ.ศ. 2527) เรื่อง วัตถุเจือปนในอาหาร อนุญาตให้ใช้ในปริมาณจำกัดได้ ไม่เกิน 125 ส่วนในล้านส่วน

8. สารพวกฟอสเฟต มีสมบัติทำให้โมเลกุลของเนื้อจับกันเป็นตาข่าย ป้องกันไม่ให้เลือดและน้ำเกลือซึมออกจากอิมัลชั่น ซึ่งทำให้ไม่สูญเสียน้ำหนักมากเกินไป เมื่อผ่านกระบวนการให้ความร้อน นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ ทำให้เนื้อนุ่มและรสชาติดี (Pearson and Tauber,1984)

9. ไส้ที่ใช้สำหรับบรรจุไส้กรอก แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- ไส้แท้ (natural casing) ได้จากลำไส้เล็กของสัตว์ต่าง ๆ เช่น หมู วัว และ แกะ เป็นต้น
- ไส้เทียม (artificial casing) มี 2 ชนิด ชนิดบริโภคไม่ได้ผลิตจากใยฝ้าย ใช้ทำพวกไส้กรอกเวียนนา และชนิดที่บริโภคได้ ทำจากคอลลาเจน ซึ่งเป็นโปรตีนที่ได้จากเนื้อสัตว์ส่วน เอ็น หนัง กระดูก ฯลฯ นิยมใช้กับไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ (Evan, 1960)

10. สารอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เนื้อสัตว์ เติมลงไปเพื่อเป็น binders extenders fillers และ emulsifiers ซึ่งจะช่วยในด้าน เพิ่มน้ำหนักภายหลังการหุงต้ม ปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส ปรับปรุงรสชาติ ลดต้นทุนในการผลิต สารเหล่านี้เช่น แป้งจากธัญพืช แป้งถั่วเหลือง โปรตีนถั่วเหลือง และเคซีเนท เป็นต้น(Kramlich,Pearson and Tauber, 1980)

11. ควัน ได้จากการเผาไหม้อย่างช้า ๆ ของขี้เลื่อยที่ได้จากไม้เนื้อแข็งที่ไม่มียางหรืออาจจะใช้กาบมะพร้าวหรือชานอ้อยก็ได้ ซึ่งควันไฟจะช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ช่วยยืดระยะเวลาการเหม็นหืนของไขมันและทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติดีขึ้น ในปัจจุบันได้มีผู้ประยุกต์ใช้ liquid smoke ด้วย (Lawrie,1975 ; Price and Schwiegert,1971)

<u>การแทนที่ไขมันด้วยน้ำในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชั่น</u>

ความอ่อนนุ่มและความชุ่มน้ำ ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชั่น จะสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณไขมันและความชื้น ดังนั้นในการรักษาสมดุลของความอ่อนนุ่มและความชุ่มน้ำ ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญที่ผู้บริโภคพิจารณา สามารถที่จะใช้ไขมันและความชื้นแทนที่ซึ่งกันและกันได้ ดังนั้นขีดจำกัดของความชื้นในผลิตภัณฑ์ประเภทไส้กรอกอิมัลชั่นในปัจจุบัน จึงขึ้นกับการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์สุดท้าย (end-product) (Ahmed, 1990) โดยหนทางที่ง่ายที่สุดในการลดปริมาณพลังงานในไส้กรอกอิมัลชั่น คือการลดปริมาณไขมันโดยการแทนที่ด้วยน้ำ

ปี ค.ศ.1984 Uram, Carpenter, และ Reagan ได้ทดลองเติมน้ำในไส้กรอกอิมัลชั่น ในระดับต่าง ๆ (0 10 และ 20 %) พบว่า ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่ได้ (product

yield) จะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณน้ำที่เติมเพิ่มขึ้น และการเติมน้ำในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชั่น จะช่วยปรับปรุงการยอมรับ ทางประสาทสัมผัสในด้านของความอ่อนนุ่ม และความชุ่มน้ำ และยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการผลิตไส้กรอกอิมัลชั่นด้วย

ปี ค.ศ. 1990 Ahmed และคณะ ทดลองทำไส้กรอกหมูไขมันต่ำโดยการแทนที่ไขมันด้วยน้ำ โดยแปรปริมาณไขมัน 3 ระดับ คือ 15 25 และ 35 % และเติมน้ำ 2 ระดับ คือ 3 และ 13 % พบว่า การเปลี่ยนแปลงปริมาณของไขมันและน้ำที่เติม จะมีผลต่อการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก (cooking loss) โดยการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก จะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณน้ำที่เติมเพิ่มขึ้น และถ้ามีการเพิ่มปริมาณน้ำที่เติมมาก ๆ โดยไม่มีการลดปริมาณไขมันจากสูตรไส้กรอกปกติเลย จะให้ผลทั้งในด้านเนื้อสัมผัส และประสาทสัมผัสที่ไม่เป็นที่น่าพอใจ แต่ถ้าเพิ่มปริมาณของน้ำที่เติม และลดปริมาณของไขมันในไส้กรอกให้มีความสมดุลกัน(เติมน้ำเข้าไปแทนที่ไขมันในส่วนที่ลดลง) จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัส และลักษณะทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับ โดยสามารถลดปริมาณไขมันได้เหลือเพียง 15 %

ในปีเดียวกันนี้ Claus และคณะ พบว่า ไส้กรอกอิมัลชั่นชนิดโบโลน่าที่มีปริมาณไขมันต่ำและปริมาณน้ำที่เติมสูง จะมีค่าทางเนื้อสัมผัสต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันสูง และเนื่องจากความสามารถในการจับกับน้ำ (water binding) เป็นปัจจัยที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้น้ำเข้าไปแทนที่ไขมัน แต่พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันต่ำและปริมาณน้ำที่เติมสูง มีความสามารถในการจับกับน้ำได้ต่ำจึงมีการพัฒนาโดยการใช้ การนวด (massaging) เพื่อช่วยเพิ่มการจับตัวกัน (binding) ของชิ้นเนื้อ และปรับปรุงการเก็บรักษาความชื้น (moisture retention) เนื่องจากการนวดจะช่วยทำให้โปรตีนในเนื้อที่มีสมบัติการเป็น binder ถูกสกัดออกมามากขึ้น โดยวิธีการนวดที่ดีที่สุด คือนำน้ำทั้งหมดที่ต้องเติมในสูตรมานวดกับส่วนของเนื้อสัตว์ ให้เข้ากันก่อนที่จะเติมไขมันลงไปในกระบวนการผลิต จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพดีขึ้น

<u>การแทนที่ไขมันด้วยคาราจีแนนกัม ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์</u>

กัมเป็นสารโพลิเมอร์ของแชคคาไรด์ชนิดหนึ่ง ที่สามารถละลาย หรือกระจายตัวในน้ำร้อนหรือน้ำเย็น แล้วให้สารละลายที่มีลักษณะข้นหนืด และ/หรือ สามารถทำให้เกิด

เจลขึ้นได้ (Glicksman, 1962) สมบัติของกัมแต่ละชนิด จะแตกต่างกันไปตามสูตรโครงสร้าง โดยกัมจะเป็น สารให้ความข้นหนืด (thickening agent) สารรักษาความคงตัว (stabilizer) สารช่วยทำให้น้ำและน้ำมันเข้ากันดี (emulsifier) สารช่วยในการจับน้ำ (water binder) และช่วยทำให้สารแขวนลอยได้ดีอีกด้วย (ทนง ภัครัชพันธุ์, 2534) กัมที่นำมาใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ได้ดีคือ คาราจีแนนกัม (carrageenan gum)

คาราจีแนนกัม เป็นกัมที่ได้มาจากสาหร่ายทะเลแดง จัดอยู่ในประเภท anionic polyelectrolytes เนื่องจากมีกลุ่มของ half-ester sulfate ($R-O-SO_3^-$) อยู่ใน sulfated linear polysaccharides นอกจากนี้ประจุโดยธรรมชาติของหน่วยน้ำตาล และ การจัดเรียงโครงสร้างภายใน macromolecule ทำให้คาราจีแนนกัมมีปฏิกริยาทางเคมีได้มาก รวมทั้งสมบัติทางกายภาพด้วย เช่น การเกิดเจล สูตรโครงสร้างที่แท้จริง ของคาราจีแนนกัม ยังไม่มีผู้ใดทราบแน่ชัด แต่โดยทั่วไปจะพบว่าโครงสร้างของคาราจีแนนกัมจะเป็น linear polysaccharides ที่สร้างขึ้นจากหน่วยของ 1,3-linked β-D-galactopyranosyl และ 1,4-linked α-D-galactopyranosyl (Davidson, 1980) แบ่งเป็น 3 ชนิดคือ แคปปา (kappa) แลมดา (lamda) และไอโอตา (iota) (Davidson,1980)

คาราจีแนนกัมเป็นกัมที่ละลายน้ำได้ และการละลายจะดีขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โดยทั่วไปจะใช้อุณหภูมิ 50-80 °C และคาราจีแนนกัมชนิดแคปปา และ ไอโอตา สามารถเกิดเจลได้เมื่อทำสารละลายที่ร้อนให้เย็นลง ซึ่งอุณหภูมิในการเกิดเจลประมาณ 45-55°C และเจลจะค่อนข้างคงตัว ในช่วง ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่ำ (ศิวาพร ศิวเวชช, 2529) นอกจากนี้คาราจีแนนกัมยังสามารถทำปฏิกริยาได้อย่างดีกับโปรตีนบางชนิด โดยเฉพาะเคซีน (casein) ซึ่งเป็นโปรตีนในนม และมีการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เพื่อให้เนื้อจับกันได้ดี โดยคาราจีแนนกัมจะเกิด ion-ion interactions ระหว่างหมู่ sulfate ของคาราจีแนนกัมและกลุ่มประจุของโปรตีน (Davidson, 1980)

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 84 อนุญาตให้ใช้คาราจีแนนกัม ในอาหารได้ และ Joint/WHO Expert Committee on Food Additives กำหนดปริมาณที่บริโภคได้ในแต่ละวันไม่จำกัด

ปี ค.ศ. 1986 Foegeding และ Ramsey พบว่าคาราจีแนนกัมเหมาะสมมากที่จะนำไปทำผลิตภัณฑ์แฟรงเฟอร์เตอร์ไขมันต่ำ เพราะมีความสามารถจับยึดน้ำไว้ได้ดีมาก เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาระหว่างกัมและน้ำ (gum-water interaction) หรือปฏิกิริยาระหว่างกัม โปรตีน และน้ำ (gum-protein-water interaction) ได้ดี และจากการทดสอบทางเนื้อสัมผัส โดยใช้ Instron Universal Testing Machine พบว่าคาราจีแนนกัมชนิดแคปปา ช่วยในการเพิ่มค่า hardness ในผลิตภัณฑ์ด้วย

ปี ค.ศ. 1987 Foegeding และ Ramsey พบว่า การใช้คาราจีแนนกัมชนิดไอโอตา ในปริมาณ 0.5 % จะเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ และความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์เนื้ออิมัลชั่นไขมันต่ำ(ไขมัน 16 %) และ เมื่อเพิ่มปริมาณการใช้คาราจีแนนกัม เป็น 1 % จะมีผลให้ค่าทางเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นด้วย

ปี ค.ศ. 1991 Egbert และคณะ ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ ผลิตภัณฑ์เนื้อบดไขมันต่ำ และเนื่องจากเมื่อปริมาณไขมันในเนื้อบดลดลง ความชุ่มน้ำ และความนุ่มของผลิตภัณฑ์จะลดลง จึงนำคาราจีแนนกัมมาใช้ เพื่อจุดประสงค์ในการกักเก็บน้ำในผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะคาราจีแนนกัมชนิดไอโอตา จะมีคุณสมบัติดีที่สุด ในการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์พวกเนื้อสัตว์ เพราะนอกจากจะช่วยกักเก็บน้ำแล้ว ยังช่วยในการจับยึดชิ้นเนื้อเข้าด้วยกัน และมีความคงตัวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่วงกว้างอีกด้วย จากการวิจัย พบว่า ผลิตภัณฑ์เนื้อบดไขมันต่ำ (ไขมันน้อยกว่า 10 %) ที่ใช้คาราจีแนนกัม (0.5 %) จะมีการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกต่ำกว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันสูงตามปกติ(ไขมัน 20 %) เนื่องจากว่าในผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันสูงไขมันบางส่วน จะสูญเสียออกมาในระหว่างการหุงต้ม แต่จากการวัดค่าแรงเฉือน(shear force) พบว่า ค่าที่ได้จากผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันต่ำ และใช้คาราจีแนนกัม จะมีค่าต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันสูงตามปกติ นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ทางรูปร่างลักษณะของเนื้อ (morphology) ในผลิตภัณฑ์โดยใช้ light and transmission electron microscopy พบว่าขนาดและอนุภาคของคาราจีแนนกัม ในผลิตภัณฑ์เนื้อบดจะไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อผ่านกระบวนการหุงต้ม และมีลักษณะคล้ายกับหยดของไขมัน ในผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้คาราจีแนน ซึ่งเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้มีการนำคาราจีแนนกัมมาใช้แทนที่ไขมันใน ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

มอลโตเด็กซตริน (maltodextrin)

มอลโตเด็กซตริน เป็นโพลิเมอร์ของแซคคาไรด์ ที่ผลิตโดยการย่อย (hydrolysis) แป้ง โดยพื้นฐานแล้วจะมีหน่วยของ α-1, 4 linked dextrose ซึ่งจะเปลี่ยนไปเป็นมอลโตสได้ ลักษณะของมอลโตเด็กซตริน จะเป็นผงสีขาว และจะให้ลักษณะที่เหนียวข้นและเนื้อสัมผัสกับอาหาร โดยจะแตกต่างกันไปตามระดับของการย่อย (degree of hydrolysis) หรือค่า dextrose equivalent (DE) ซึ่งวัดปริมาณของ reducing sugar คำนวณเป็นร้อยละของเด็กซโตรสต่อน้ำหนักแห้ง (Fat substitute update, 1990) ซึ่งมอลโตเด็กซตรินโดยทั่วไป จะมีค่า DE น้อยกว่า 20 และมอลโตเด็กซตรินสามารถเกิดเจลได้ที่ ความเข้มข้น 15% หรือมากกว่า ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของมอลโตเด็กซตริน โดยเจลของมอลโตเด็กซตรินที่ได้จาก แป้งมันฝรั่ง จะให้เจลที่มีลักษณะคล้ายไขมัน (fat-like gels or fat-like texture) โดยให้พลังงานต่ำกว่าไขมันถึง 50 % แต่ว่าระดับการใช้แทนที่ไขมัน จะต่ำกว่าการใช้ไขมันปกติลงไปอีก เนื่องจากต้องนำไปเตรียมเป็นเจล ดังนั้นปริมาณพลังงานทั้งหมดจะยิ่งลดลง (De Coninck, 1991; Institute of Food Technologist, 1989)

ใยอาหาร (Dietary fiber)

ใยอาหาร หมายถึง กลุ่มของโพลีแซคคาไรด์ ซึ่งได้แก่ cellulose, hemicellulose , pectic substances , mucilages , gums , algal polysaccharides และ lignin ในอาหาร ที่ได้มาจากเซลล์พืช และสาหร่ายบางชนิด ใยอาหาร ไม่ถูกย่อย โดยน้ำย่อยจากระบบทางเดินอาหาร ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แต่ถูกย่อยได้บางส่วน โดยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ (Reiser, 1984 ; Trowell, 1976 ; Southgate, 1981)

ใยอาหารที่พบในพืช แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ (Anderson, 1986)

1. Soluble Dietary Fiber คือกลุ่มใยอาหารที่ละลายน้ำได้ ได้แก่ pectins และ gums ใยอาหารกลุ่มนี้เมื่อละลายน้ำแล้ว จะเพิ่มความข้นหนืดให้กับอาหาร ทำให้มีความรู้สึกอิ่มนาน

2. Insoluble Dietary Fiber คือกลุ่มใยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้ ได้แก่ cellulose, lignin , hemicellulose พบมากในผักและเมล็ดธัญพืชต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรำข้าว ใยอาหารกลุ่มนี้จะมีหน้าที่เป็นตัวเพิ่มมวลของอุจจาระ และลดระยะเวลาที่กากอาหารอยู่ในลำไส้ (decrease intestinal transit time)

ปริมาณของใยอาหารทั้ง 2 ชนิดนี้ ในอาหารแต่ละชนิดจะมีมากน้อยแตกต่างกันไป ซึ่งผลรวมของใยอาหารทั้ง 2 ชนิดนี้เรียกว่า ใยอาหารรวม (Total Dietary Fiber)

<u>การใช้ใยอาหารบางชนิดในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์</u>

ปี ค.ศ. 1990 Todd และคณะ พบว่า การใช้เซลลูโลสบริสุทธิ์ (pure cellulose-Solka-Floc®) ใน ground pork patties ซึ่งมีไขมัน 25 $\pm$ 2% จะให้คะแนนของความต้านทานในการกัด (resistance to bite) ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบมาก และจะมีการเกาะตัวกัน (cohesiveness) ของเนื้อผลิตภัณฑ์ดีกว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบ แต่จะพบว่ามีลักษณะของการเป็นเม็ดแป้ง (graininess/flouriness) ในผลิตภัณฑ์

<u>อายุการเก็บของไส้กรอก</u>

อายุการเก็บของไส้กรอก จะขึ้นกับ จำนวนจุลินทรีย์ ลักษณะทางเคมี และทางกายภาพ ของไส้กรอก และสภาพการเก็บรักษา (จิระศักดิ์ วังวิวัฒน์, 2517)

ไส้กรอก เป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องเก็บในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ เพื่อชลอการเจริญของจุลินทรีย์ ซึ่งการเสียเนื่องจากจุลินทรีย์มีได้หลายลักษณะ เช่น การเกิดเมือกที่ผิว เกิดรสเปรี้ยว

เกิดสีเขียว และเกิดกลิ่นหืน ที่อุณหภูมิสูงกว่า 4°C จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในระหว่างการผลิตและบรรจุสามารถเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว ในปี พ.ศ. 2525 อาภรณ์ คงสวี พบว่า เมื่อเก็บไส้กรอกเวียนนาที่อุณหภูมิ 7-11 °C เป็นเวลา 6-10 วัน ไส้กรอกจะเริ่มแสดงลักษณะเสีย โดยมีสีซีดและมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว ต่อมาจะเกิดเมือกขึ้นบนผิว โดยจะมีแนวโน้มขึ้นกับความชื้น และปริมาณจุลินทรีย์ตั้งต้น และ ในปี ค.ศ. 1987 Blanks, Tatjana และ Barbara พบว่า ที่อุณหภูมิ 4 °C จะเก็บไส้กรอกได้ไม่น้อยกว่า 7 วัน โดยลักษณะต่าง ๆ ทั้งรสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างไปจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมาใหม่

นอกจากการเสียของไส้กรอก เนื่องจากจุลินทรีย์แล้ว แสง และอุณหภูมิก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง โดยจะเป็นตัวเร่งปฏิกริยาที่ทำให้เกิดการแยกตัวของ nitric oxide กับ heme หรือ ทำให้ไขมัน เกิดปฏิกิริยา oxidation โดยปฏิกิริยาจะเกิดเป็นลูกโซ่ (chain) ไป oxidize nitric oxide ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีซีดลง ซึ่งเป็นสีที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ (Kramlich, 1980)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย