บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

เนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องเป็นผลิตผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ ที่ได้จากการแยกเนื้อส่วนโครงลำตัวและคอด้วยเครื่อง mechanical deboner ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะละเอียด กึ่งแข็งกึ่งเหลว องค์ประกอบหลักของเนื้อชนิดนี้ ได้แก่ โปรตีน 10.3-16.6% ความชื้น 61.0-74.2% ไขมัน 10.3-27.2% และเถ้า 0.74-1.50% โดยปริมาณของแต่ละองค์ประกอบแปรตามอายุของสัตว์ สัดส่วนของกระดูกต่อเนื้อ วิธีการตัดแต่ง ปริมาณหนังและชนิดเครื่องมือที่ใช้ในการแยกกระดูก (Froning, 1976)

<u>องค์ประกอบของเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องเปรียบเทียบกับเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยมือ</u>

เนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องมีโปรตีนต่ำกว่าเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยมือ แต่ไขมัน แคลเซียม โปตัสเซียม เหล็ก cholesterol สูงกว่า Ang และ Hamm (1982) ศึกษาองค์ประกอบของเนื้อไก่ broiler แยกกระดูกด้วยเครื่อง(MDBP) ที่ผลิตจากส่วนคอไม่รวมหนัง, ส่วนหลังที่มีหนังติดอยู่ และคอที่มีหนังติดอยู่ด้วย เปรียบเทียบกับเนื้อไก่ broiler แยกกระดูกด้วยมือ (HDBP) ที่ผลิตจากชิ้นส่วนเดียวกัน พบว่า MDBP มีความชื้น 62.7-71.7% ไขมัน 15.2-25.2% โปรตีน 10.3-11.5% เถ้า 0.80-0.89% และเหล็ก 1.45-1.86 มิลลิกรัมต่อเนื้อ 100 กรัม HDBP มีความชื้น 59.81-73.29% ไขมัน 11.57-29.77% โปรตีน 9.96-13.87% เถ้า 0.44-0.57% และเหล็ก 0.86-1.12 มิลลิกรัมต่อเนื้อ 100 กรัม โดยในชิ้นส่วนเดียวกัน MDBP มีปริมาณความชื้น ไขมัน และเถ้า สูงกว่า HDBP ขณะที่โปรตีนต่ำกว่าหรือไม่ต่างกัน แต่แคลเซียม โปตัสเซียม เหล็ก และcholesterol ใน MDBP สูงกว่าที่ตรวจพบใน HDBP Kumar และ Pederson (1983) ศึกษาปริมาณ essential amino acids ของเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องจาก whole spent hens เปรียบเทียบกับเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยมือที่ผลิตจากชิ้นส่วนเดียวกัน พบว่า เนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องมีกรดอะมิจำเป็น (essential amino acids) อยู่ในช่วง 38.17-42.50% ของปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมด เนื้อไก่แยกกระดูกด้วยมือมีกรดอะมิโนจำเป็น 42.49% ของปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมด กรดอะมิโนจำเป็นที่พบในเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง ได้แก่ lysine, threonine, valine, methionine, isoleucine, leucine และ phenylalanine ซึ่งมีอยู่ในปริมาณใกล้เคียงกับเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยมือ MacNeil, Mast และ Leach (1978) ศึกษาองค์ประกอบของไขมัน ในเนื้อไก่ broiler ที่แยกกระดูกด้วยเครื่อง Beehive deboning

machine พบว่า มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว 5.9-45.5% Jantawat และ Dawson (1980a) ศึกษาองค์ประกอบของไขมันในเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องจากส่วนโครงอก (light MDCM), ส่วนคอและหนัง (dark MDCM) เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่แยกกระดูกด้วยมือจากส่วนอก (light HDCM), ขา (dark HDCM), กระดูก และหนัง พบว่า องค์ประกอบกรดไขมันของ neutrallipids จากเนื้อต่างๆมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ขณะที่องค์ประกอบกรดไขมันของ phospholipids จาก light MDCM และ dark MDCM เหมือนกรดไขมันของส่วนกระดูก และ light HDCM กับ dark HDCM มากกว่าส่วนหนัง ปริมาณ cholesterol ของ light MDCM และ dark MDCM ใกล้เคียงกับที่ตรวจพบในหนังมากกว่าในส่วนกล้ามเนื้อ

<u>สมบัติของ emulsion ที่ผลิตจากเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง</u>

เนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องมีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว จึงเหมาะที่จะใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ประเภท emulsion แต่ emulsion ที่ผลิตจากเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องมีความคงตัวน้อยกว่าพวกที่ผลิตจากเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยมือ เนื่องจากเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องมี myofibrillar proteins น้อยกว่าและมีไขมันสูงกว่า (Froning, 1970) ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของ emulsion ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ใช้เนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องเป็นวัตถุดิบ ได้แก่ เวลา และ อุณหภูมิในการสับ (chopping) Froning (1970) รายงานว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเกิด emulsion ที่คงตัวจะอยู่ในช่วง 7.2-12.8°C และใช้เวลาในการสับ 1.5-3 นาที ถ้าใช้อุณหภูมิในการสับสูงกว่า 12.8°C ความคงตัวของ emulsion ลดลง ปัจจัยอื่นที่มีผลต่อความคงตัวของ emulsion ได้แก่ ปริมาณหนังก่อนการแยกกระดูก pH และการ preblend Froning, Satterlee และ Fav (1973) ศึกษาผลของปริมาณหนังก่อนการแยกกระดูกด้วยเครื่อง ที่ 0%, 16.8%, 28.9% และ 38.9% ต่อสมบัติของ emulsion ที่ผลิตจากเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง พบว่า เมื่อปริมาณหนังเพิ่มขึ้น ความคงตัวของemulsion ลดลง ตัวอย่างที่ประกอบด้วยหนัง 38.9% ของเนื้อเยื่อทั้งหมดก่อนแยกกระดูก เมื่อใช้เนื้อที่ได้เตรียม emulsion จะมี gel water, ไขมัน, ของแข็งที่ละลายได้ (soluble solids) ปลดปล่อยจากระบบมากกว่าปริมาณหนังที่ 28.9%, 16.8% และ 0% ตามลำดับ Froning และ Douglas (1972) ศึกษาผลของ pH และการ preblend ต่อสมบัติของ emulsion ที่ผลิตจากเนื้อไก่งวงแยกกระดูกด้วยเครื่อง (MDTM) โดยปรับ pH ตั้งแต่ 5.5-7.1 ด้วยสารละลาย NaOH หรือ HCL ผู้ทดลองรายงานว่า การปรับ pH ให้สูงกว่า 5.7 จะช่วยลด gel water, ไขมัน และของแข็งที่ละลายได้ ที่ปลดปล่อยออกมาจาก emulsion ที่ pH 6.2-6.5 และ 6.8-6.9 ผลิตภัณฑ์มี tensile strength สูงกว่าที่ pH อื่น การ preblend โดยผสมเกลือ 2.2% และ 4.3% ใน MDTM แล้วเก็บที่ 2 °C นาน 24 ชั่วโมง ช่วยเพิ่มการละลายของ myofibrillar proteins และลด gel water กับ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ของแข็งที่ละลายได้ ที่ปลดปล่อยออกมาจากemulsion รวมทั้งลดอัตราการเสียน้ำหนักจากการทำให้สุกด้วย ปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้นจะช่วยให้ emulsion มีความคงตัวมากขึ้น เกลือ 4.3% ให้ emulsion ที่มีความคงตัวมากกว่าเมื่อใช้เกลือ 2.3 % นอกจากนั้นการใช้สารเชื่อม ช่วยเพิ่มความสามารถในการ emulsify ไขมัน และความสามารถในการอุ้มน้ำของ emulsion Janky และ Riley (1977) ศึกษาผลของเวลาและอุณหภูมิในการสับ เวลาในการผสม frozen structured soy protein isolate (frozen SSPI) ต่อความคงตัวของ emulsion จากเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องที่ผลิตจากส่วนคอไม่รวมหนังและส่วนคอที่รวมหนัง โดยแปรเวลาในการสับเป็น 0, 3, 6 และ 9 นาที แปรอุณหภูมิในการสับเป็น 7.2, 12.8, 15.6, 18.3 และ 23.9 °C แปรเวลาในการผสมเป็น 3, 6 และ 9 นาที และแปรปริมาณ frozen SSPI ที่ 0% และ 19 % ควบคุมอุณหภูมิสุดท้ายของการสับที่ 12.8 °C พบว่า emulsion จากเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องจากส่วนคอรวมหนังที่ใช้ frozen SSPI เป็นสารเชื่อม ใช้เวลาในการสับ 9 นาที อุณหภูมิในการสับต่ำกว่า 23.9 °C ผสม 6 หรือ 9 นาที มีความคงตัวสูงกว่าตัวอย่างอื่น ส่วน emulsion จากเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องจากส่วนคอไม่รวมหนังที่ใช้ frozen SSPI เป็นสารเชื่อม ใช้เวลาในการสับ 3 นาที มีความคงตัวของ emulsion สูงสุด โดยอุณหภูมิขณะสับและเวลาที่ใช้ผสม frozen SSPIไม่มีผลต่อความคงตัวของ emulsion จากเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องส่วนคอไม่รวมหนัง

<u>เสถียรภาพของเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง</u>

การเสื่อมคุณภาพของเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง เกิดเนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมีและปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ การเสื่อมคุณภาพจากปฏิกิริยาทางเคมีมีสาเหตุใหญ่จาก การเกิดปฏิกิริยา oxidation ของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวใน phospholipids (Moerck and Ball, 1974) เนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง เป็นเนื้อที่มีลักษณะละเอียด จึงมีพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศมาก ทำให้ปฏิกิริยา oxidation ของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวใน phospholipids เกิดได้เร็ว ผลิตภัณฑ์จากเนื้อชนิดนี้จึงเกิดกลิ่นรสผิดปกติที่เรียกว่า warmed-over-flavor (WOF) ได้เร็วระหว่างเก็บรักษา (Gray and Pearson, 1987) Moerck และ Ball (1974) ศึกษาชนิดของไขมันที่มีบทบาทต่อการเกิดปฏิกิริยา autoxidation ในเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง โดยสกัดไขมันเป็น 3 ส่วน คือ neutral lipids, glycolipids และ phospholipids เก็บที่ 4 °C และวัดค่า TBA ตลอดระยะเวลาเก็บ 15 วัน พบว่า phospholipids ซึ่งประกอบด้วย polyunsaturated fatty acids มากกว่า triglycerides ทำให้เนื้อเกิดกลิ่นหืน โดยมีกรดไขมันพวก trienoics, tetraenoics, pentaenoics, hexaenoics เป็น substrate ปฏิกิริยาดังกล่าวมีระยะพักตัว (induction period) 6 วัน

ปัจจัยสำคัญต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา oxidation ของ phospholipids ในไขมัน คือ สารเร่งปฏิกิริยา (prooxidants) ได้แก่ แสง ความร้อน รงควัตถุ (pigments)ที่มีในเนื้อสัตว์ และโลหะหนักพวก Cu, Fe, Mn และ Co การเกิดปฏิกิริยา oxidation ของ phospholipids ในเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องเป็นแบบที่ไม่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของเอ็นไซม์ แต่มีรายงานว่า มีผลจาก myoglobin ซึ่งมีในเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องมากกว่าตัวอย่างที่แยกกระดูกด้วยมือ (Schuler, 1985) ส่วนที่เป็น hemes ซึ่งเป็นองค์ประกอบของ hemoglobin ในเลือดและ myoglobinในกล้ามเนื้อ เป็นสารประเภท porphyrin ซึ่งมีเหล็กเป็นองค์ประกอบและเป็นตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยา oxidation ของไขมันในเนื้อไก่ Love และ Pearson (1974) รายงานว่า สารเร่งปฏิกิริยา oxidation ของไขมันที่สำคัญในเนื้อไก่ ได้แก่ heme iron และ nonheme iron nonheme iron เป็นเหล็กอิสระที่ปลดปล่อยจากส่วนประกอบของ heme complex หรือเหล็กอิสระที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบของ heme complex โดยอยู่ในรูป ferrous(Fe^{2+}) หรือ ferric (Fe^{3+}) ซึ่งเร่งปฏิกิริยา oxidation ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวใน phospholipids ในขั้น propagation ได้ดีกว่า heme iron ขณะที่ heme iron ซึ่งเป็นส่วนประกอบใน heme complex เร่งปฏิกิริยา oxidation ของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวใน phospholipids เฉพาะในสภาพที่มีสาร H_2O_2 อยู่ด้วย ถ้าในระบบมี metmyoglobin หรือ H_2O_2 อย่างใดอย่างหนึ่ง ปฏิกิริยา oxidation จะเกิดน้อยมาก Kanner, Harel และ Hazan (1986) รายงานว่า อัตราส่วนระหว่าง metmyoglobin กับ H_2O_2 ที่เหมาะสมต่อการเร่งปฏิกิริยา lipid oxidation คือ 1:1 โดย H_2O_2 กระตุ้น metmyoglobinให้อยู่ในรูป activated metmyoglobin ทำให้เกิดการปลดปล่อยเหล็กที่เป็นองค์ประกอบภายใน heme complex เป็นเหล็กอิสระหรือ nonheme iron

การชลอการเกิดปฏิกิริยา lipid oxidation ในเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง ทำได้หลายวิธี ได้แก่ การเก็บที่อุณหภูมิต่ำ เก็บในภาวะปราศจาก oxygen เก็บในบรรยากาศก๊าซเฉื่อยหรือใช้สารกันหืน เช่น butylated hydroxyanisole (BHA), propyl gallate, Tenox(11) (Dawson and Gartner, 1983) MacNeil, Dimick และ Mast (1978) ศึกษาผลของสารเคมีและ rosemary spice extract ในการรักษาคุณภาพเนื้อสัตว์ปีกแยกกระดูกด้วยเครื่อง (MDPM) ที่มีส่วนผสมของเนื้อ 85 % และหนัง 15% โดยแปรปริมาณสารเคมีและ rosemary spice extract ที่ใช้ดังนี้คือ BHA ผสมกับ citric acid 0.075% โดยน้ำหนักของไขมัน polyphosphate 0.5% กับ rosemary spice extract 0.01% และ 0.05% เติมใน MDPM แล้วเก็บที่ 3 °C เป็นเวลา 11 วัน พบว่า ตัวอย่างที่เติมสารเคมีและ rosemary spice extract ให้ค่า TBA ต่ำกว่าตัวอย่างที่ไม่ได้เติม และตัวอย่างที่ใช้ rosemary spice extract 0.05%, BHA ผสมกับ citric acid 0.075% โดยน้ำหนักของไขมัน มีค่า TBA ต่ำกว่าตัวอย่างอื่น Moerck และ Ball (1974) รายงานว่า การใช้

Tenox(11) 0.01% โดยน้ำหนักของไขมัน ช่วยลดการเกิด oxidation ของ phospholipids ในเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C ได้เป็นเวลา 15 วัน Jantawat และ Dawson (1980b) ศึกษาผลของความดันบรรยากาศที่ 0, 126, 380 และ 760 mmHg. ต่ออายุการเก็บของเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง โดยเก็บที่อุณหภูมิ (-18) °C เป็นเวลา 3 เดือน พบว่า การบรรจุเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง ที่ความดันบรรยากาศ 0 และ 126 mmHg. จะให้ค่า TBA ต่ำกว่าที่ 380 และ 760 mmHg. Jurdi, Mast และ MacNeil (1980) ศึกษาผลของ CO_2 ที่ระดับ 100% กับ 30% และผลของ N_2 ต่อคุณภาพของเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องที่บรรจุในถุงพลาสติก เก็บที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 10 วัน และ (-20) °C เป็นเวลา 2 เดือน พบว่า เนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องที่บรรจุในภาวะที่มี N_2 เก็บที่ 5 °C เป็นเวลา 10 วัน มีอัตราการเกิดปฏิกิริยา oxidation ของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวใน phospholipids ไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่เก็บที่ (-20) °C เป็นเวลา 2 เดือน และมีค่า TBA ต่ำกว่าการเก็บที่ภาวะอื่น

การเสื่อมคุณภาพทางจุลินทรีย์ของเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง มีสาเหตุใหญ่จากจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในวัตถุดิบเริ่มต้น การฆ่า การชำแหละ การขนส่ง และการเก็บรักษาที่ไม่ถูกสุขลักษณะ ปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องแปรตามจำนวนจุลินทรีย์ในวัตถุดิบ อุณหภูมิขณะแยกกระดูก ขนส่ง และเก็บ (Froning, 1976) Ostovar, MacNeil และ O' Donnel (1971) ศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องจากส่วนคอและหลัง โดยแยกกระดูกทันทีหลังการชำแหละ หรือเก็บที่อุณหภูมิ 3-5 °C นาน 5 วัน ก่อนแยกกระดูก ผลิตภัณฑ์ที่ได้แปรอุณหภูมิและเวลาในการเก็บเป็น 3 °C นาน 0, 3, 6 และ 12 วัน และ (-15) °C นาน 3, 6 และ 9 เดือน พบว่า เนื้อที่ได้มีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในช่วง 10^5 - 10^6 โคโลนีต่อกรัม โคลิฟอร์ม 10^2 - 10^3 โคโลนีต่อกรัม แบคทีเรียที่ตรวจพบส่วนใหญ่เจริญได้ที่อุณหภูมิ 10 °C มีการปนเปื้อนของ Salmonella 6 ตัวอย่าง จาก 54 ตัวอย่าง พบ Clostridium perfringens 4 ตัวอย่าง จาก 54 ตัวอย่าง ไม่พบ Staphylococcus aureus , Pseudomonas , Achromobacter และ Flavobacterium เนื้อซึ่งเก็บที่ 3 °C 12 วัน จะมีแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้น ขณะที่ตัวอย่างซึ่งเก็บที่ (-15) °C 9 เดือน ปริมาณแบคทีเรียลดลง เนื้อที่แยกกระดูกทันทีหลังชำแหละ จะมีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดต่ำกว่าเนื้อที่เก็บ 3-5 °C 5 วัน ก่อนการแยกกระดูก Mulder และ Dorresteijn (1975) ศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ของเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง จากวัตถุดิบเริ่มต้นซึ่งเป็นส่วนหลัง ส่วนคอที่รวมหนัง ส่วนคอที่ไม่รวมหนัง และส่วนปีก พบว่า มีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด 2.2×10^5 - 1.2×10^7 โคโลนีต่อกรัม Enterobacteriaceae 9.7×10^2 - 5.5×10^4 โคโลนีต่อกรัม Fecal Streptococci น้อยกว่า 10^2 โคโลนีต่อกรัม Staphylococcus aureus 6.0×10^2 - 2.7×10^4 โคโลนีต่อกรัม ไม่พบ Salmonellae

และ Clostridium perfringens การใช้ปีกเป็นวัตถุดิบเริ่มต้น ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีจำนวนแบคทีเรียปนเปื้อนต่ำกว่าการใช้ชิ้นส่วนอื่น และวัตถุดิบชนิดเดียวกันที่แยกกระดูกด้วยเครื่องต่างชนิดกันให้ผลิตภัณฑ์ที่มีจุลินทรีย์ในปริมาณใกล้เคียงกัน

การใช้เนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

จากลักษณะทางกายภาพและสมบัติของเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง รวมทั้งราคาที่ถูกกว่า ทำให้เหมาะที่จะใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ประเภท emulsion เช่น frankfurter, bologna, poultry rolls, luncheon meat และในผลิตภัณฑ์พื้นบ้าน เช่น ไส้กรอกกุนเชียง ลูกชิ้น เป็นต้น Schnell และคณะ (1973) ทดลองใช้เนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องจากส่วนคอและหลัง ผลิตไส้กรอก frankfurter โดยแปรปริมาณหนังเป็น 0, 10, 20 และ 30% ใช้สารเจือปนต่างชนิดกัน ได้แก่ sodium caseinate 3% , acid whey 3% , Kena (food grade phosphates) 0.5% และเกลือ 1.75% เปรียบเทียบกับไส้กรอก frankfurter ที่ผลิตจากเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยมือ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่า firmness ต่ำกว่า frankfurter ที่ผลิตจากเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยมือ แต่ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ตัวอย่างเท่ากัน การเพิ่มปริมาณหนังจาก 10 เป็น 30% ลดความคงตัวของ emulsion และมีอัตราการเสียน้ำหนักจากการทำให้สุกเพิ่มขึ้น emulsion ที่มี sodium caseinate เป็นส่วนผสม มีค่าความหนืดสูงกว่าตัวอย่างที่เติมสารเจือปนชนิดอื่น Baker, Darfler และ Angel (1974) ผลิตไส้กรอก frankfurter จากเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง ที่มีอัตราส่วนหลัง:คอ 5:1 แปรเวลาในการสับเป็น 3 ช่วง คือ 1.5 - 3 นาที , 5 - 11 นาที และมากกว่า 15 นาที ควบคุมอุณหภูมิสุดท้ายที่ 12 °C พบว่า เวลาในการสับไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิต (yield) การเสียน้ำหนักจากการทำให้สุก ความหนืดของ emulsion รวมทั้งคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ Ang (1986) แปรอุณหภูมิและเวลาในการเก็บ frankfurter และ bologna ที่ผลิตจากเนื้อไก่แยกกระดูกเครื่องเป็น 2 °C นาน 1, 2, 5, 9, 14 และ 42 วัน, (-18) °C นาน 30, 60, 90 และ 180 วัน พบว่า เก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 2 °C ได้นาน 42 วัน และที่ (-18) °C เก็บได้ 180 วัน โดยความชื้น ไขมัน โปรตีน และวิตามินไม่เปลี่ยนแปลง Dhillon และ Maurer (1975) ผลิต summer sausage โดยทดแทนเนื้อวัวด้วยเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องในปริมาณ 0, 15, 35, 50, 65 และ 100% และทดแทนเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยมือด้วยเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องในปริมาณ 0, 15, 35, 50, 65 และ 100% พบว่า ใช้เนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องทดแทนเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยมือได้ 15% ถ้าใช้มากกว่านี้ ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสนุ่มเกินไป ส่วนเนื้อวัวทดแทนได้ 15-50 % โดยถ้าเกิน 65 % ผลิตภัณฑ์ที่ได้สีดีแต่เนื้อสัมผัสนุ่มเกินไป ภัทรพร จักรางกูร (2521) ใช้เนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องในการผลิตลูกชิ้น โดยผสมกับเนื้อไก่แก่ในอัตราส่วน 0:100 ,

50:50 , 25:25 และ 100:0 พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ใช้เนื้อไก่แก่ 100 % มีลักษณะเนื้อสัมผัสเหนียวและแข็งกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้เนื้อไก่แก่ผสมเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องที่อัตราส่วนต่างๆ การใช้เนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง 100 % ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

หมูยอ

ผลิตได้จากการนำเนื้อหมูมาลดขนาด ผสมกับเกลือ เครื่องเทศ แป้งมันสำปะหลัง น้ำแข็ง และสารปรุงแต่งกลิ่นรส บรรจุในถุงพลาสติก ห่อด้วยใบตองหลายๆชั้น มัดให้แน่น หรือบรรจุใส่พิมพ์อลูมิเนียมรูปทรงกระบอกที่รองด้วยถุงพลาสติกชนิดทนความร้อน ต้มหรือนึ่งในน้ำเดือดจนสุก ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเนื้อสัมผัสเรียบเป็นเนื้อเดียวกัน มีความยืดหยุ่นและเหนียว (ลักขณา รุจนะไกรกานต์, 2533)

ส่วนประกอบของหมูยอ

ส่วนประกอบโดยทั่วไป ได้แก่ เนื้อหมู ไขมัน น้ำแข็ง และสารปรุงแต่งกลิ่นรสซึ่งใช้ในปริมาณน้อย เพื่อทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น เนื้อหมูที่ใช้ในการผลิตต้องเป็นเนื้อที่มีคุณภาพดี มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง เช่น เนื้อจากส่วนไหล่ สะโพก หลัง เนื้อเหล่านี้เมื่อผ่านการลดขนาดแล้ว มีความสามารถในการ emulsify ไขมันสูง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสดี สม่ำเสมอ (Pearson and Tauber, 1984 ไขมัน เป็นส่วนประกอบที่มีผลต่อความนุ่มและความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์ ไขมันที่ใช้ในการผลิตควรมีขนาดอนุภาคที่เหมาะสม เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องและมีจุดหลอมเหลวอยู่ระหว่าง 32 - 41 °C เช่น ไขมันหมู (Christian and Saffle, 1967) ความชื้น เป็นส่วนประกอบที่มีปริมาณสูงสุดคือประมาณ 45-60 % น้ำในผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่มาจากเนื้อแดง อีกส่วนหนึ่งเติมในกระบวนการผลิตในรูปน้ำแข็ง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่มและชุ่มน้ำ ช่วยลดอุณหภูมิของส่วนผสม ทำให้สารปรุงแต่งกลิ่นรสกระจายในส่วนผสมได้อย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังช่วยแทนที่น้ำที่ระเหยระหว่างการทำให้สุก ทำให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไม่ลดมากเกินไป (Pearson and Tauber, 1984) สารปรุงแต่งกลิ่นรสเป็นส่วนผสมที่เติมเพื่อปรับกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เกลือและเครื่องเทศ เกลือนอกจากจะให้รสชาติแล้วยังทำหน้าที่สกัดโปรตีนกล้ามเนื้อให้อยู่ในรูปที่ละลายในน้ำเกลือได้ ปริมาณที่ใช้ทั่วไปประมาณ 3 % เครื่องเทศ เช่น หอม กระเทียม พริกไทย ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นและรสเฉพาะตัว (Pearson and Tauber, 1984)

กระบวนการผลิต

หมูยอเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อละเอียดที่ต้องอาศัยหลักการเกิดโครงสร้างเจลของโปรตีน matrix ในเนื้อสัตว์ เพื่อช่วยให้ผลิตภัณฑ์เหนียวและมีความยืดหยุ่น โปรตีนที่มีความสำคัญต่อ

ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ myofibrillar proteins ซึ่งมี myosin และ actin เป็นส่วนประกอบ (Yasui, Ishioroshi and Samejima, 1982) โปรตีนดังกล่าวนี้ละลายได้เมื่อเติมเกลือ 2-3 % โดยน้ำหนัก โดยเมื่อเติมเกลือและนวด myosin และ actin จะละลายออกมาจากเส้นใยกล้ามเนื้อ และรวมตัวเป็นสารประกอบ actomyosin ซึ่งทำให้เนื้อสัมผัสผลิตภัณฑ์เกิดความเหนียวระหว่างนวด และเมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75-100 °C จะเกิดโครงสร้างโมเลกุลแบบตาข่าย (actomyosin network) ซึ่งเรียกเจล โครงสร้างของเจลกักโมเลกุลของน้ำไว้ภายในได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียวและยืดหยุ่น ในเนื้อหมูและเนื้อวัวมีโปรตีนดังกล่าว 38.16 และ 45.60 % ของโปรตีนที่มีอยู่ทั้งหมดตามลำดับ (Sone, 1972)

กระบวนการผลิตหมูยอที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในประเทศไทยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ บดเนื้อหมูให้ละเอียด เติมเกลือ แป้งมันสำปะหลัง สารปรุงแต่งกลิ่นรส เช่น พริกไทย นวดให้เข้ากันจนเหนียว การนวดเนื้อหมูกับเกลือเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ นอกจากเกลือจะช่วยด้านรสชาติแล้วยังเพิ่ม ionic strength ของโปรตีนเนื้อสัตว์ ทำให้การละลายของ myofibrillar proteins และการรวมตัวของ myosin กับ actin เป็น actomyosin sol เพิ่มขึ้น ทำให้เกิดความเหนียวในผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไปใช้เกลือ 2 - 3 % โดยน้ำหนัก ทั้งนี้ต้องควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการนวดให้นานพอที่การสกัดโปรตีนจะเกิดได้อย่างสมบูรณ์ จึงจะเกิดเจลได้ดี อุณหภูมิของเนื้อขณะนวดควรต่ำกว่า 16 °C (Pearson and Tauber, 1984) การควบคุมอุณหภูมิของเนื้อสัตว์ ทำได้โดยเติมน้ำในรูปน้ำแข็ง ต่อมาบรรจุในถุงพลาสติกทนความร้อนแล้วห่อด้วยใบตองหลายๆชั้น มัดให้แน่น หรือบรรจุใส่พิมพ์อลูมิเนียมรูปทรงกระบอกที่รองด้วยถุงพลาสติกทนความร้อน เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีขนาดรูปร่างตามที่ต้องการ การบรรจุต้องพยายามไล่อากาศออกให้มากที่สุด เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อเรียบ สม่ำเสมอ และชลอการเกิด oxidation ของไขมันภายหลังการเก็บรักษา (ลักขณา รุจนะไกรกานต์, 2533) การให้ความร้อนโดยการต้มในน้ำเดือดหรือนึ่ง มีผลทำให้ actomyosin sol เปลี่ยนเป็น actomyosin gel ซึ่งเป็นโครงสร้างรูปตาข่ายที่เสถียรและมีโมเลกุลของน้ำอยู่ภายใน การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 61-62 °C มีผลทำให้ collagen ซึ่งเป็นโปรตีนที่ไม่สามารถละลายได้ในน้ำ หรือสารละลายกรดหรือด่าง ตลอดจนสารละลายเกลือ เปลี่ยนเป็น gelatin และที่อุณหภูมิ 72-74 °C มีผลทำให้เจลที่เกิดขึ้นคงรูป และโปรตีนทั้งหมดจะ coagulate ทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสเหนียวและมีความยืดหยุ่น (Priestley, 1979)

<u>อายุการเก็บของหมูยอ</u>

หมูยอมีอายุการเก็บสั้นเนื่องจาก เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรส จากการที่ผลิตภัณฑ์มีไขมันเป็นองค์ประกอบและผ่านการให้ความร้อนในขั้นตอนนึ่งให้สุก จึงเกิดปฏิกิริยา oxidation ของไขมันได้ง่าย ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นไม่ชวนบริโภคเมื่อเก็บเป็นเวลานาน การเก็บผลิตภัณฑ์

ควรเก็บในภาชนะบรรจุที่ป้องกันแสงและกันการซึมผ่านของออกซิเจนได้ การบรรจุในสภาพสุญญากาศหรือกาซเฉื่อย การใช้สารกันหืน และการเก็บที่อุณหภูมิต่ำ จะช่วยลดอัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยา oxidation ของไขมันได้ (Dawson and Gartner, 1983; Jantawat and Dawson, 1980b) สาเหตุการเสียของหมูยออีกทางหนึ่ง เกิดเนื่องจากปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ซึ่งปนเปื้อนในวัตถุดิบหรือระหว่างผลิต จึงควรควบคุมขั้นตอนดังกล่าวให้ถูกสุขลักษณะและให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ให้เพียงพอที่ทำให้ผลิตภัณฑ์สุกและปลอดภัยต่อผู้บริโภค (ลักขณา รุจนะไกร-กานต์, 2533) นอกจากนั้น อายุการเก็บจะแปรตามอุณหภูมิที่ใช้เก็บด้วย จรรยา สุบรรณ์ (2527) รายงานว่า ที่อุณหภูมิห้อง เก็บหมูยอได้ 2-3 วัน ที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 °C) เก็บได้นานประมาณ 7 วัน