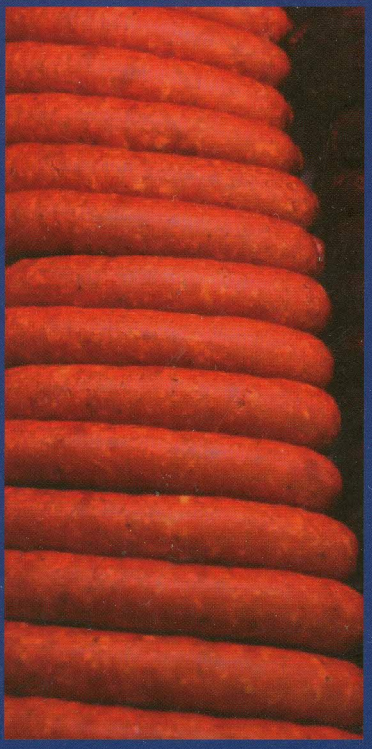
เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เนื้อ สัตว์ปีก ปลา และอาหารทะเล และการพัฒนาผลิตภัณฑ์



นินนาท ชินประหัษฐ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ห้องสมุดสาขาโชติเวช
201021000

คำนำ

ผลิตภัณฑ์เนื้อ สัตว์ปีก ปลา และอาหารทะเล ยังคงเป็นที่นิยมบริโภคโดยประชากรทั่วโลก เนื่องจากเป็นแหล่งอาหารที่อุดมด้วยโปรตีนที่มีคุณภาพสมบูรณ์ และยังมีองค์ประกอบอื่นๆ ที่เป็นสารอาหารซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโต และดำรงชีวิตของมนุษย์ ดังนั้นกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้ จึงจำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยี และความรู้ทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้าง และองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ ขั้นตอน และหลักการต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการเพื่อแปรรูป และถนอมคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ชนิดนั้นๆ เพื่อให้ผู้บริโภคมีความปลอดภัย และพึงพอใจ

หนังสือเล่มนี้ เกิดขึ้นจากแรงบันดาลใจที่ได้รับ ระหว่างการศึกษาในทุกระดับปริญญา ตั้งแต่ปริญญาตรี โท และเอก ซึ่งได้เห็นความพากเพียร และมุ่งมั่นในการถ่ายทอดวิชาความรู้ของคณาจารย์ทุกท่านทั้งในประเทศไทย สหรัฐอเมริกา และนิวซีแลนด์ และด้วยความระลึกถึงพระคุณของครู (ศาสตราจารย์ ดร. แมรี เดวิดสัน เอิร์ล) ที่กรุณาสั่งสอนประสบการณ์ด้านวิชาการ และการดำรงชีวิต และแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกับเพื่อนนักศึกษาจากนานาประเทศ พร้อมทั้งการประสานงานเพื่อให้ได้รับทุนการศึกษาสำหรับปริญญาขั้นสุดท้ายจาก Meat Industry Research Institute of New Zealand (MIRINZ) จึงทำให้เกิดความมุ่งมั่น และบากบั่นในการค้นคว้า และสะสมเอกสารทางวิชาการจากอดีตระหว่างการศึกษาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งได้นำมาประมวล และใช้ประกอบการเขียนจนสำเร็จเป็นรูปเล่มขึ้นได้

ผู้เขียนขอขอบพระคุณครูทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนมาตลอดชีวิตการศึกษา ขอบคุณทุกท่านที่ได้ให้การสนับสนุนด้วยแรงใจ และขอขอบคุณศิษย์ทุกคนในทุกระดับขั้นปริญญาที่ได้มาร่วมงาน และเป็นกำลังสำคัญของงานวิจัย จนได้มาซึ่งข้อมูลที่ผู้เขียนได้ใช้บางส่วนประกอบการเขียนหนังสือเล่มนี้ ขอขอบคุณกลุ่มของศิษย์ที่ช่วยงานทุกด้านในการเตรียมต้นฉบับ และขอขอบคุณสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยไว้ ณ ที่นี้ ในท้ายที่สุดนี้ ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเล่มนี้จะยังหิตานุหิตประโยชน์ สำหรับผู้อ่านทุกท่าน เพื่อให้ได้ช่วยกันจรรโลงให้อุตสาหกรรมการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเนื้อเยื่อสัตว์ ยังคงดำรงอยู่กับประเทศไทยในฐานะประเทศอุตสาหกรรมเกษตรได้ตลอดไป และหวังเช่นกันว่าเนื้อหาในส่วนสุดท้ายของหนังสือ จะทำให้เกิดแรงบันดาลใจขึ้นกับนักวิจัย และพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารโดยทั่วไปได้ด้วย หากมีข้อบกพร่อง หรือขาดความสมบูรณ์ของเนื้อหาประการใด ผู้เขียนยินดีน้อมรับ และจะนำไปปรับปรุงในครั้งต่อไป

นินนาท ชินประหัษฐ์

สารบัญ

1. บทนำ นิยาม องค์ประกอบ และคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อสัตว์ **1**

1.1 บทนำ 1

1.2 นิยาม 3

1.3 องค์ประกอบ และคุณค่าทางโภชนาการ 4

2. โครงสร้าง และเคมีของกล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่อที่เกี่ยวข้อง **11**

2.1 เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ (Muscular Tissue) 12

2.2 เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective Tissue) 34

2.3 เนื้อเยื่อบุผิว (Epithelial Tissue) 46

2.4 เนื้อเยื่อประสาท (Nervous Tissue) 47

2.5 องค์ประกอบทางเคมีของสัตว์ให้เนื้อ 50

2.6 สรุป 86

3. การเปลี่ยนกล้ามเนื้อเป็นเนื้อ **97**

3.1 โฮมีโอสเตซิส (Homeostasis) หรือภาวะดำรงดุล 97

3.2 การกำจัดโลหิต และการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง 98

3.3 การเปลี่ยนแปลงหลังตาย และการนำเนื้อมาใช้ประโยชน์ 112

3.4 ความเครียด และคุณสมบัติของเนื้อ 115

3.5 ปัจจัยการผลิตสัตว์ที่มีผลกระทบต่อสมบัติของกล้ามเนื้อ 116

3.6 การจัดการก่อนการฆ่า 117

3.7 การทำให้สัตว์หมดสติ และหยุดดิ้นรน และการกำจัดโลหิต 121

3.8 อุณหภูมิภายหลังสัตว์ตาย 126

3.9 ข้อปฏิบัติในการจัดการหลังสัตว์ตาย 129

3.10 คุณสมบัติของเนื้อสด 131

3.11 สรุป 147

4. การตัด และการแต่งเนื้อ และคุณภาพของเนื้อสัตว์ **152**

ลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาและอ้างอิงเท่านั้น

4.1 การตรวจสอบคุณภาพ 152
4.2 การแบ่งชั้นคุณภาพ 153
4.3 โครงสร้างโดยรวมของเนื้อ 167
4.4 ซากวัว และชิ้นตัด 172
4.5 ซากหมู และชิ้นตัด 185
4.6 สัตว์ปีก และชิ้นตัด 189
4.7 สรุป 204

5. การทำให้เนื้อนุ่ม 207
5.1 การกระตุ้นด้วยไฟฟ้า 207
5.2 การบ่ม 208
5.3 การแขวนซาก 209
5.4 วิธีการอื่นๆ 210
5.5 สรุป 225

6. วัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูป 233
6.1 สัตว์ที่ให้เนื้อแดง 233
6.2 สัตว์ปีก 245
6.3 สัตว์ทะเล 265
6.4 สรุป 277

7. ผลิตภัณฑ์เนื้อขึ้นรูป 286
7.1 คุณสมบัติของโปรตีนเนื้อสัตว์ 287
7.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงในการเชื่อมติดของร่างแหโปรตีนเนื้อสัตว์ 290
7.3 กระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อขึ้นรูป 302
7.4 สรุป 320

8. ผลิตภัณฑ์เนื้อเคียวร์ และรมควัน 328
8.1 การเคียวริง (Curing) 329
8.2 การรมควัน (Smoking) 352

8.3 สรุป 363

9. ผลิตภัณฑ์ไส้กรอก **366**

9.1 ส่วนประกอบของไส้กรอก (Sausage Ingredients) 367

9.2 ไส้บรรจุ (Casings) 377

9.3 การผลิตไส้กรอก (Sausage Manufacture) 388

9.4 สูตร และกรรมวิธีผลิตไส้กรอก 435

9.5 สรุป 443

10. เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์สัตว์ปีก **453**

10.1 การถนอมคุณภาพด้วยอุณหภูมิต่ำ 454

10.2 การถนอมคุณภาพด้วยอุณหภูมิสูง 463

10.3 การทำแห้ง 471

10.4 การถนอมคุณภาพด้วยสารเคมี 472

10.5 การฉายรังสี 479

10.6 การบรรจุแบบดัดแปรบรรยากาศและสุญญากาศ 485

10.7 เครื่องมือ/เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการแปรรูป 489

10.8 กระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์ปีกชนิดอื่น 543

10.9 สรุป 546

11. เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อาหารทะเล **554**

11.1 ปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้อาหารทะเลเสื่อมเสียคุณภาพ 554

11.2 การแช่เย็น 558

11.3 การแช่เยือกแข็ง และการเก็บรักษา 563

11.4 การทำแห้งอาหารทะเล 567

11.5 การรมควัน 569

11.6 การถนอมคุณภาพอาหารทะเลด้วยวิธีการอื่นๆ 570

11.7 กระบวนการแปรรูปซูริมิ 572

11.8 บทบาทของเอนไซม์ธรรมชาติ และปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องระหว่างกระบวนการแปรรูปอาหารทะเล 606

11.9 สรุป 609

12. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ **629**

12.1 พัฒนาการของกระบวนการแปรรูป และผลิตภัณฑ์อาหาร 629

12.2 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ 630

12.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารชนิดใหม่ 638

12.4 แนวคิดสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ชนิดใหม่ 656

12.5 สรุป 743

" สำหรับเพื่อการศึกษาและอ้างอิงเท่านั้น "

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1 องค์ประกอบของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อพร่องไขมัน หรือเป็นเนื้อล้วน (lean muscle) ของสัตว์ชนิดต่างๆ 5

ตารางที่ 1.2 องค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัว และไม่อิ่มตัวในไขมันจากเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อสัตว์ประเภทต่างๆ 6

ตารางที่ 2.1 เสถียรภาพความร้อนที่ขึ้นกับปริมาณกรดอิมิโนในคอลลาเจนของหนังสัตว์ 41

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบของธาตุต่างๆ ที่พบในร่างกายสัตว์ 51

ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบกรดไขมัน และไทรเอซิลกลีเซอรอลของแหล่งสะสมไขมันในสัตว์ (% โดยน้ำหนัก) 54

ตารางที่ 2.4 องค์ประกอบโดยประมาณของกล้ามเนื้อโครงร่างของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (% โดยน้ำหนักสด) 58

ตารางที่ 2.5 สัดส่วน (%)โดยประมาณของกล้ามเนื้อ และกระดูก+เอ็นในซากวัว และแกะอ่อนซึ่งมีปริมาณไขมันแตกต่างกัน 59

ตารางที่ 2.6 องค์ประกอบ และคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อสัตว์ปีกชนิดต่างๆ ที่รายงานโดย USDA ในปี ค.ศ. 1999 59

ตารางที่ 2.7 องค์ประกอบกรดไขมันของเนื้อเยื่อไขมันในหนังไก่ และเนื้อเยื่อใต้ผิวหนังของวัว และหมู 60

ตารางที่ 2.8 อิทธิพลของชนิดกรดไขมัน และระดับความอิ่มตัว/ความไม่อิ่มตัว ต่อจุดหลอมเหลว 61

ตารางที่ 2.9 ปริมาณ (%) ของสารประกอบ NPN กลุ่มต่างๆ ในอาหารทะเล 64

ตารางที่ 2.10 ค่า Gonad Index และองค์ประกอบโดยประมาณของไข่หอยแมลงสาบชีวิสต์ต่างๆ 65

ตารางที่ 2.11 องค์ประกอบกรดไขมันในโพลาร์ลิพิดส์ทั้งหมด (total polar lipids; ฟอสโฟลิพิดส์ในที่นี้) และไทรกลีเซอไรดส์ (โดยน้ำหนัก/น้ำหนัก) ในชิ้นปลาชำแหละสองชนิด 67

ตารางที่ 2.12 ตัวยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของไขมัน 73

ตารางที่ 2.13 การเปลี่ยนแปลงในเนื้อเยื่อปลาหลังตายที่สัมพันธ์กับการเกิดออกซิเดชันของไขมัน 76

ตารางที่ 2.14 องค์ประกอบต่างๆ ที่มีความสำคัญต่อการเกิดออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งพบมากกว่าในกล้ามเนื้อสีคล้ำ 86

ตารางที่ 3.1 รูปแบบการลวกที่ใช้ในการกำจัดขน 105

ตารางที่ 3.2 ผลกระทบสุดท้ายของอุณหภูมิที่สูง (42°C นาน 20-30 นาที) ต่อหมูสองประเภท ได้แก่ พวกที่ต้านภาวะเครียดได้ (stress resistant) และพวกที่เอื้อต่อภาวะเครียด (stress susceptible) 115

ตารางที่ 3.3 ค่าเฉลี่ย (%) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับการบอบช้ำในเนื้อไก่ส่วนต่างๆ ของไก่กระทง เมื่อใช้วิธีการจับต่างกัน [a] 119

ตารางที่ 3.4 ค่ารอยช้ำเลือดเฉลี่ยในเนื้อส่วนอก และต้นขา ซึ่งสัมพันธ์กับวิธีในการทำให้หมดสติ (n=144) 124

ตารางที่ 4.1 โครงสร้างกระดูกของสัตว์ ชื่อสามัญภาษาอังกฤษ ชื่อเทคนิค และจำนวนชิ้นของกระดูก 168

ตารางที่ 4.2 ส่วนเนื้อล้วน ไขมัน และกระดูกของซากวัว 173

ตารางที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์ของกระดูกในชิ้นตัดที่มีกระดูก (bone-in) ของเนื้อวัว 174

ตารางที่ 4.4 องค์ประกอบ และคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อสัตว์ปีกชนิดต่างๆ (ข้อมูลจาก USDA, 2000) 203

ตารางที่ 6.1 ค่าอัตราส่วนความชื้น:โปรตีน ของเนื้อเยื่อวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูป 237

ตารางที่ 6.2 เนื้อสัตว์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อบดลดขนาด 238

ตารางที่ 6.3 การจำแนกแบคทีเรียตามความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่เจริญ 244

ตารางที่ 6.4 ตัวอย่างของปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ยืดอายุการเก็บ และปรับปรุงความปลอดภัยของไส้กรอกไก่งวงปรุงสุก เช่น โบโลนญา หรือ แฟรงค์เฟอร์เตอร์ ด้วย hurdle technology 253

ตารางที่ 8.1 เวลาเคียวริงเฉลี่ยสำหรับ country ham 343

ตารางที่ 9.1 ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกชนิดต่างๆ 366
ตารางที่ 9.2 สารเชื่อมติดที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก 374
ตารางที่ 9.3 การใช้งานสารประกอบ ซัลไฟต์ ชนิดต่างๆ ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก 376
ตารางที่ 9.4 อัตราส่วน ความชื้น:โปรตีนสำหรับไส้กรอกแห้งและกึ่งแห้ง 399
ตารางที่ 10.1 อุณหภูมิ และเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาสัตว์ปีก 455
ตารางที่ 10.2 ระยะเวลาเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สัตว์ปีกปรุงสุกและแช่เยือกแข็ง 461
ตารางที่ 10.3 ผลของ dose ที่ใช้ฉายรังสีที่มีต่อปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (โคโลนี/ซม.^{2}) ของซากไก่ซึ่งเก็บไว้ที่ 2 องศาเซลเซียส 483
ตารางที่ 10.4 D-values (kGy) ของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดบนซากไก่ที่ทำให้เกิดการปนเปื้อน 484
ตารางที่ 10.5 ตัวอย่างของสูตรและอัตราการปั๊มสารละลายที่ใช้ในการเคียวริง 495
ตารางที่ 10.6 กระบวนการผลิต และขั้นตอนต่างๆ สำหรับนักเก็ตไก่ 505
ตารางที่ 10.7 ปริมาณไขมันทั้งหมดทางทฤษฎี (กรัม) แคลอรี และแคลอรีจากไขมัน[n)] สำหรับปลา catfish นักเก็ตไก่เตรียมจากเนื้อสีคล้ำ หอมใหญ่หั่นเป็นวง หรือกุ้ง (shrimp) ซึ่งมีการดูดซึมน้ำมันลดลง 534
ตารางที่ 10.8 ขั้นตอนการผลิตสำหรับชิ้นส่วนไก่ชุบแป้งทอด และปริมาณการยึดเกาะโดยประมาณ 540
ตารางที่ 10.9 ขั้นตอนการผลิตสำหรับ Chicken Cordon Bleu 540
ตารางที่ 12.1 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารชนิดใหม่ 639
ตารางที่ 12.2 %การห่อหุ้มที่ยึดติด (CRA) กับนักเก็ตปลาเมื่อใช้วิธีปรุงสุกที่ต่างกัน 677
ตารางที่ 12.3 คะแนนทางประสาทสัมผัสของก้อนเนื้อหมูบดปรุงรสที่ผสมใบโรสแมรีที่ระดับต่างๆ 695
ตารางที่ 12.4 อิทธิพลของปัจจัยหลัก (เวลาในการปรุงสุกในเตาไมโครเวฟ)ต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของก้อนเนื้อหมูบดปรุงรส 699
ตารางที่ 12.5 อิทธิพลของปัจจัยหลักของเวลาหมักผสมต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของก้อนเนื้อหมูบด 700
ตารางที่ 12.6 อิทธิพลร่วมของการเติมใบโรสแมรี และเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เยือกแข็ง (-18°C) ที่มีผลต่อคะแนนทางประสาทสัมผัสของก้อนเนื้อหมูบดที่ปรุงสุกเบื้องต้น 701
ตารางที่ 12.7 ค่าสีของตัวอย่างเนื้อไก่บดผสมที่เติมสารต้านออกซิเดชันชนิดต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น (4°C) 707
ตารางที่ 12.8 ผลของปริมาณกลีเซอรอลต่อสมบัติทางกายภาพของแผ่นฟิล์ม HPMC 710
ตารางที่ 12.9 ผลของสารต้านออกซิเดชันชนิดต่างๆ ต่อสมบัติทางกายภาพของแผ่นฟิล์ม 711
ตารางที่ 12.10 ผลของสารต้านออกซิเดชันชนิดต่างๆ ต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และสมบัติการต้านออกซิเดชันของแผ่นฟิล์ม 712
ตารางที่ 12.11 ค่าสีของก้อนเนื้อหมูบดแช่เย็น (4°C) ที่วางคั่นด้วยแผ่นฟิล์มบริโภคได้จาก HPMC ที่ผสมสารต้านออกซิเดชันชนิดต่างๆ 717
ตารางที่ 12.12 ค่า TPC และ TMA ของข้าวมีสีสามสายพันธุ์ 726
ตารางที่ 12.13 สมบัติการต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากข้าว KDM ที่ความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับ BHA 728
ตารางที่ 12.14 ค่า Rancimat test ของน้ำมันทานตะวันที่ไม่ผสมและผสมสารสกัดจากหยาบจากข้าว KDM หรือ BHA ที่ 120°C (248°F) 731

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 1.1 ตัวอย่างสูตรโครงสร้างของฟอสโฟลิพิด 6

รูปที่ 1.2 ตัวอย่างสูตรโครงสร้างของกรดไขมันอิ่มตัว และไม่อิ่มตัว 7

รูปที่ 2.1 การจำแนกชนิดของกล้ามเนื้อตามลักษณะปรากฏ และการควบคุมการทำงาน 12

รูปที่ 2.2 ภาพวาดแสดงกล้ามเนื้อโครงร่าง และองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง 13

รูปที่ 2.3 ภาพวาดตัดขวางของกล้ามเนื้อโครงร่าง แสดงเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber) การจัดเรียงตัวของมัด (bundle) เนื้อเยื่อเกี่ยวพันทั้งสามกลุ่ม (epimysium, perimysium, endomysium) เส้นประสาท และเส้นโลหิตที่แทรกอยู่ 13

รูปที่ 2.4 ภาพวาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ แสดงโครงสร้าง และการจัดเรียงตัวตามแนวแกนยาว 14

รูปที่ 2.5 ภาพวาดตัดขวางผ่านเส้นใยกล้ามเนื้อ ณ A-I band junction แสดงระบบของ T-tubules ในกล้ามเนื้อโครงร่างสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โดยมีการแพร่กระจายของซาร์โคเล็มมาไปตามแนวแกนยาว และเส้นรอบรูปของเส้นใย 15

รูปที่ 2.6 ภาพตัดขวาง (รูปวาด) ของเส้นใยกล้ามเนื้อโครงร่างของหมู แสดงรูปร่างแบบหลายเหลี่ยม และนิวเคลียสที่กระจายตัวตามเส้นรอบรูป 16

รูปที่ 2.7 การจัดเรียงของกล้ามเนื้อโครงร่างจากระดับโครงสร้างใหญ่โดยรวมจนถึงระดับโมเลกุล ดังนี้: (A) กล้ามเนื้อโครงร่าง (B) มัดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (C) เส้นใยกล้ามเนื้อ แสดงไมโอไฟบริล (D) ไมโอไฟบริล แสดงซาร์โคเมียร์ และองค์ประกอบที่เป็นแถบ (band) และเส้น (line) (E) ซาร์โคเมียร์ แสดงตำแหน่งของไมโอฟิลาเม็นต์ในไมโอไฟบริล (F-I) ภาพตัดขวางแสดงการจัดเรียงของไมโอฟิลาเม็นต์ที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในซาร์โคเมียร์ (J) โมเลกุลของ G-actin (K) แอกทินฟิลาเม็นต์ ประกอบด้วยสายโซ่ F-actin 2 สาย ที่มาเกี่ยวพันซึ่งกันและกัน (L) ไมโอซินฟิลาเม็นต์ แสดงความสัมพันธ์ของส่วนหัวกับฟิลาเม็นต์ (M) ส่วนหัว และส่วนหางของไมโอซินฟิลาเม็นต์ (N) light meromyosin (LMM) และ heavy meromyosin (HMM) ของไมโอซิน 17

รูปที่ 2.8 ภาพวาด (ดัดแปลงจากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน) แสดงส่วนของไมโอไฟบริลสองรูปแบบ และซาร์โคเมียร์ รวมถึงไดอะแกรมที่สอดคล้องกับซาร์โคเมียร์ซึ่งครอบคลุม bands, zones และ lines ต่างๆ 19

รูปที่ 2.9 ภาพถ่ายอิเล็กตรอน (ตัดตามขวาง) ของไมโอไฟบริล แสดงฟิลาเม็นต์หนา และบาง และการจัดเรียงตัวแบบหกเหลี่ยม 20

รูปที่ 2.10 ภาพวาดแสดงโครงสร้างของ z-filaments และการยึดโยงกับ actin filaments (ฟิลาเม็นต์บาง) 21

รูปที่ 2.11 ภาพวาดแสดงแบบจำลองของ z-line 22

รูปที่ 2.12 ภาพวาดแสดงการสร้าง และโครงสร้างโดยละเอียดของไมโอซินฟิลาเม็นต์ (ฟิลาเม็นต์หนา) 23

รูปที่ 2.13 ภาพวาดแสดงโครงสร้างโดยรวม และโครงสร้างย่อยของแอกทินฟิลาเม็นต์ (ฟิลาเม็นต์บาง) ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ของโพรโทไมโอซิน และโทรโพนิน กับ (A) โมเลกุลของ จี- แอคทิน (B) สายโซ่สองสายของ เอฟ-แอกทิน ซึ่งพันเกลียวเข้าด้วยกัน (C) โมเลกุลยาวบางโทรโพไมโอซิน (D) รูปร่างแบบเม็ดยาของโทรโพนิน และ (E) แอกทินฟิลาเม็นต์ที่แสดงการพันเกลียวของสายโซ่ เอฟ-แอกทิน สองสาย และโมเลกุลของโทรโพไมโอซินที่สร้างเป็นสายยาวสองสาย โดยมีแต่ละสายเชื่อมโยงกับ เอฟ-แอกทิน (หรือไฟบรัสแอกทิน) 25

รูปที่ 2.14 ซาร์โคพลาสมิกเรทิคูลัม และที-ทิวบูลส์ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์กับไมโอไฟบริลของกล้ามเนื้อโครงร่าง 27

รูปที่ 2.15 ภาพวาดแสดงโครงสร้างของไมโทคอนเดรีย 29

รูปที่ 2.16 ลำดับขั้นตอนของการพาอิเล็กตรอนใน respiratory assembly ซึ่งเกิด ATP ที่ 3 ตำแหน่ง 30

รูปที่ 2.17 ภาพวาดแทนเซลล์ของกล้ามเนื้อโครงร่าง (เซลล์เดี่ยว) และเซลล์ของกล้ามเนื้อหัวใจ และกล้ามเนื้อเรียบ 33
รูปที่ 2.18 โครงสร้างของกระดูกชิ้นยาวในสัตว์ปีก 37
รูปที่ 2.19 การจัดเรียงตัวของกรดแอมิโนในคอลลาเจน 39
รูปที่ 2.20 ปฏิกิริยาไฮดรอกซิเลชันของโพรลีนในคอลลาเจนด้วยเอนไซม์ protocollagen hydroxylase 39
รูปที่ 2.21 เส้นกราฟการหลอมละลายของโมเลกุลคอลลาเจน 41
รูปที่ 2.22 การสร้างพันธะเชื่อมโยงข้าม lysinonorleucine ในอิลาสตินและคอลลาเจน 44
รูปที่ 2.23 โครงสร้างของเดซโมซีนซึ่งเกิดจากพันธะเชื่อมโยงข้ามระหว่างไลซีน 4 ตัว 45
รูปที่ 2.24 ลำดับของกรดแอมิโน (เฉพาะบางส่วน) ในสารตั้งต้น (ที่ละลายได้) ของอิลาสติน 45
รูปที่ 2.25 ภาพวาดแสดงโครงสร้างของเซลล์ประสาท (neuron) ที่เกาะเกี่ยวกับ motor end plates 48
รูปที่ 2.26 โครงสร้างทางกายวิภาคของเส้นใยประสาท (A) ภาพตัดขวาง (×40) (B) fascicle ที่แสดงในภาพตัดตามยาว และตามขวาง (C) ภาพถ่าย (ตัดตามขวาง) ของ fascicle (มัด) ของ myelinated nerve (×600) 49
รูปที่ 2.27 โครงสร้างทางเคมีของไทรเอซิลกลีเซอรอล 53
รูปที่ 3.1 oxygen dissociation curve ของไมโอโกลบิน และเฮโมโกลบิน 100
รูปที่ 3.2 oxygen dissociation curve ของเฮโมโกลบิน โดยแสดงค่า partial pressure ในเส้นโลหิตฝอยของกล้ามเนื้อ และในถุงลม (alveoli) ของปอดบนแกน-x (สังเกตว่าค่า P_{50} สำหรับเฮโมโกลบินภายใต้สภาวะทางสรีรวิทยาอยู่ระหว่างค่าทั้งสองนี้) 101
รูปที่ 3.3 การลดลงของค่า pH ในกล้ามเนื้อหมูหลังตาย 102
รูปที่ 3.4 การลดลงของอุณหภูมิในกล้ามเนื้อหมู (ก) พวกที่ pH ลดลงรวดเร็ว และ (ข) พวกที่ pH ลดลงช้าๆ 104
รูปที่ 3.5 พัฒนาการของ ริเกอร์ มอร์ทิส ที่แสดงในรูปแบบของแรงดึงในกล้ามเนื้อที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา โดยช่วง a-b แสดงเวลาที่ล่าช้า (delay time) ช่วง b-c แสดงพัฒนาการของริเกอร์ มอร์ทิส ช่วง c-d แสดงพัฒนาการที่เกิดเต็มที่ และช่วง d-e แสดงการคลายตัว ทั้งนี้เวลาสำหรับพัฒนาการในแต่ละขั้นขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ สปีชีส์ ระดับการออกกำลังของสัตว์ก่อนการฆ่า และชำแหละ วิธีทำให้หมดสติ และอุณหภูมิ 107
รูปที่ 3.6 รูปแบบจำเพาะของสมบัติการขยายตัวของกล้ามเนื้อที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างพัฒนาการของ ริเกอร์ มอร์ทิส ...108
รูปที่ 3.7 ภาพวาดแสดงตำแหน่งของการสร้าง และกิจกรรมหลักทั่วไปของฮอร์โมนชนิดต่างๆ ที่สัมพันธ์กับปฏิกิริยาที่เกิดจากภาวะเครียด 113
รูปที่ 3.8 ระดับของไกลโคเจนในกล้ามเนื้อส่วนหน้าอกของไก่หลังตายทันที โดยกำจัดโลหิตร่วมกับการรมยาสลบ (ซ้าย) การช็อกด้วยไฟฟ้า (กลาง) และไม่ทำให้สัตว์หมดสติ (ขวา) 122
รูปที่ 3.9 การแขวนซากวัวจากเอ็นร้อยหวาย (Achilles tendon) (ภาพ A) และจากกระดูก pelvic (ภาพ B) จะทำให้ระดับของแรงดึงแตกต่างกัน 130
รูปที่ 3.10 การจัดเรียงตัวโมเลกุลของน้ำทั้ง 3 ประเภท 133
รูปที่ 3.11 ผลของ pH ต่อปริมาณของน้ำที่ถูกตรึงไว้ (immobilized water) ในเนื้อ ผ่านผลกระทบต่อการกระจายตัว และปริมาณช่องว่างระหว่างหมู่ที่มีประจุ (A) มีประจุบวกมากเกินพอ (B) ความสมดุลระหว่างประจุบวก และประจุลบ และ (C) มีประจุลบมากเกินพอบนฟิลาเม็นต์ 135
รูปที่ 3.12 สถานะออกซิเดชัน (ค่าแวเลนซ์) ของอะตอมเหล็กในโครงสร้าง "ฮีม" ของไมโอโกลบินภายใต้สภาวะต่างๆ ..143
รูปที่ 3.13 ความสัมพันธ์ระหว่าง oxygen partial pressure ในบรรยากาศ กับสถานะทางเคมีของรงควัตถุ และสี 144
รูปที่ 4.1 คุณลักษณะของชิ้นกระดูกที่ใช้เป็นดัชนีเพื่อบ่งชี้ความแปรผันของอายุในซากสัตว์ที่ให้เนื้อ 156

รูปที่ 4.2 กล้ามเนื้อที่มีความแตกต่างในลักษณะเนื้อสัมผัส (ตัวอย่างทางซ้ายมีลักษณะเรียบ และเส้นใยมีขนาดเล็ก ตัวอย่างตรงกลาง และทางขวา มีลักษณะหยาบ และเส้นใยมีขนาดใหญ่ ซึ่งภาพขยายที่มุมด้านล่างแสดงความแตกต่างของขนาดเส้นใย) 157

รูปที่ 4.3 ตัวอย่างของปัญหาการเปียกแฉะในกล้ามเนื้อหมูหลังตาย (ก) กระดาษกรองที่ดูดซับของเหลวบางส่วนไว้ แสดงภาวะ PSE (ข) กระดาษกรองแทบจะปราศจากของเหลวที่ดูดซับไว้ แสดงภาวะ DFD 158

รูปที่ 4.4 ความแปรผันของความแน่นเนื้อในกล้ามเนื้อขาหลัง (ham) ของหมู (ก) แน่นเนื้อ โครงสร้างแข็งแรง (ข) โครงสร้างอ่อน และมีการแยกตัวของกล้ามเนื้ออย่างชัดเจน 159

รูปที่ 4.5 ตัวอย่างปริมาณของไขมันลายหินอ่อน (marbling หรือ intramuscular หรือ interfascicular fat) ในกล้ามเนื้อ "*longissimus*" ของวัว: (ด้านซ้าย) ปริมาณเล็กน้อย (ตรงกลาง) มากเกินพอดี (ด้านขวา) เกือบไม่มี 161

รูปที่ 4.6 ลักษณะของไขมันลายหินอ่อนที่ดูหยาบ และกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ 162

รูปที่ 4.7 ภาพตัดขวางของกล้ามเนื้อหมูส่วนที่เป็น pelvic limb (ด้านซ้ายและด้านขวา; กล้ามเนื้อด้านขวาแสดงถึงการเสื่อมสลายของเนื้อเยื่อแต่แทนที่ด้วยไขมัน ซึ่งเกิดจากเส้นประสาท "sciatic" ที่เกี่ยวข้องกับสะโพกบกพร่อง) (BF=*biceps femoris*, GA=*gastrocnemius*, GR=*gracilis*, SM=*semimembranosus*, ST=*semitendinosus*) 163

รูปที่ 4.8 ผลของการหดสั้นเนื่องจากความเย็น ต่อความนุ่มเนื้อของกล้ามเนื้อคอของวัว 165

รูปที่ 4.9 ภาพวาดชิ้นส่วนต่างๆ ของวัว 177

รูปที่ 4.10 โครงสร้างกระดูกภายในซีก (ครึ่งตัว) ของวัว 178

รูปที่ 4.11 ภาพวาดของชิ้นตัด (ก) และโครงสร้างทั่วไปของกระดูก (ข) ในสัตว์ปีก 191

รูปที่ 4.12 กล้ามเนื้อชิ้นสำคัญในสัตว์ปีกซึ่งปรากฏหลังจากการกำจัดหนัง และมีการตัดแบ่งเป็นชิ้นย่อย (ก) ส่วนอกประกอบด้วยกล้ามเนื้อต่อไปนี้: (1) *Clavicle*, (2) *Minor head of supracoracoideus*, (3) *Coracoid*, (4) *Posterior coracobrachialis* และ (5) *Sternum*; (ข) ส่วนขาประกอบด้วย *Biceps femoris (BF), Gastrocnemius (G), Iliotibialis (IT), Peroneus longus (PL), Satorious (S), Semimembranosus (SM)* และ *Semitendinosus (ST)* 193

รูปที่ 4.13 ระบบกรวย (cone) ที่ใช้ช่วยในการตัดชิ้นส่วน และแยกกระดูกด้วยมือ 194

รูปที่ 4.14 เครื่องมือที่ใช้ตัดส่วนครึ่งหลังออกเป็นเศษหนึ่งส่วนสี่แบบอัตโนมัติ 195

รูปที่ 4.15 เครื่องมือในการแบ่งครึ่งซากไก่แบบอัตโนมัติ 196

รูปที่ 4.16 การแยกกระดูกส่วนขาทั้งหมดของไก่งวง 196

รูปที่ 4.17 รูปแบบหนึ่งของระบบที่ใช้แยกกระดูกขาโดยใช้ส่วนครึ่งหลังของซากเป็นวัตถุดิบ ชิ้นส่วน (module) ของระบบประกอบด้วย (1) การป้อนส่วนครึ่งหลัง, (2) การตัดส่วนขาตามโครงสร้างร่างกาย, (3) การกำจัดหนังจากขาทั้งหมด, (4) การกำจัดกระดูกจากสะโพกขวา, (5) การกำจัดกระดูกจากสะโพกซ้าย, (6) การเก็บเกี่ยวเนื้อสะโพกซ้าย, (7) การเก็บเกี่ยวเนื้อสะโพกขวา, (8) การตัดขาอ่อน, (9) การแยกกระดูกจากขาอ่อน และ (10) การเก็บเกี่ยวเนื้อขาอ่อน 197

รูปที่ 4.18 เครื่องมือที่ใช้ในการตัดชิ้นส่วนด้วยหัวฉีดน้ำแรงดันสูง (ก) และตัวอย่างชิ้นตัดย่อยที่ได้จากเนื้ออกทั้งด้านขวาและซ้าย (ข) 198

รูปที่ 4.19 ชิ้นส่วนของเครื่องมือกลที่ใช้แยกกระดูก 199

รูปที่ 4.20 การแบ่งชิ้นส่วนซากนกอีมู (emu) ตามวิธีที่กำหนดโดย Australian Quarantine and Inspection Services 202

รูปที่ 6.1 ภาพวาดแสดงแฮมมีกระดูก 240

รูปที่ 6.2 การแบ่งชิ้นส่วน (sectioning) แฮมไร้กระดูก 241

รูปที่ 6.3 ภาพวาดแสดงกลุ่มก้อนของกล้ามเนื้อชิ้นต่างๆ ในส่วนตัดตรงกลาง (center cut) ของแฮม 241

รูปที่ 6.4 การเสื่อมสลายของนิวคลีโอไทด์ (ATP ในที่นี้) ในปลาหลังตาย 271
รูปที่ 7.1 เครื่องบดลดขนาดแบบที่ทำงานหนัก (heavy duty) 304
รูปที่ 7.2 ตัวอย่างของแผ่นจานที่มีรูเปิดรูปแบบต่างๆ 305
รูปที่ 7.3 เครื่องตัดเนื้อแช่เยือกแข็งแบบ chipper/flaker 306
รูปที่ 7.4 เครื่องตัดเนื้อแช่เยือกแข็งแบบ shredder/breaker 306
รูปที่ 7.5 เครื่องลดขนาดเนื้อสดแบบ Urschel Comitrol (ก) ตัวเครื่องทั้งชุด และ (ข) ส่วนประกอบของหัวตัด 307
รูปที่ 7.6 เครื่องกวนผสม (mixer) 308
รูปที่ 7.7 เครื่องมือที่ใช้สกัดโปรตีน และแพร่กระจายส่วนผสมแบบ paddle massage unit 309
รูปที่ 7.8 ลักษณะ และการทำงานของ tumbler 310
รูปที่ 7.9 เครื่องมือที่ใช้ในการบีบอัด 311
รูปที่ 7.10 เครื่องมือที่ใช้ตัดเนื้อขึ้นรูปเป็นชิ้น หรือแว่น 312
รูปที่ 8.1 กราฟ (บางส่วน) ของการแตกตัวสำหรับกรดไนทรัส 331
รูปที่ 8.2 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดกับไมโอโกลบิน และสัมพันธ์กับการตรึงสีในผลิตภัณฑ์เนื้อเคียวร์ (เส้นลูกศรเดี่ยวแสดงปฏิกิริยาแบบผันกลับไม่ได้ ส่วนเส้นลูกศรคู่แสดงปฏิกิริยาแบบผันกลับได้) 333
รูปที่ 8.3 การจำแนกผลิตภัณฑ์เนื้อเคียวร์ตามแบบประเพณีอิตาลี 348
รูปที่ 8.4 การดูเกลือโดยผู้มีประสบการณ์ในกระบวนการผลิต พาร์มา แฮม 349
รูปที่ 8.5 การห่อพันด้วยเยื่อบุลำไส้เล็กของหมู และการมัดเชือกในกระบวนการผลิต coppa และ capocollo 350
รูปที่ 8.6 ผลิตภัณฑ์เนื้อ (วัว) เคียวร์ชนิด bresaola 351
รูปที่ 8.7 ผลิตภัณฑ์ไขมันหมูเคียวร์ (ก) และภาชนะที่ใช้ในการเคียวริง (ข) 352
รูปที่ 8.8 ห้องรมควันที่ใช้กับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ของบริษัท Alkar Inc. (เมือง Lodi รัฐวิสคอนซิน สหรัฐอเมริกา) 361
รูปที่ 9.1 ภาพวาดแสดงชั้นต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบของลำไส้เล็กของสัตว์ที่นำมาใช้เป็นไส้บรรจุ 379
รูปที่ 9.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเตรียมไส้ธรรมชาติ 381
รูปที่ 9.3 เครื่องสับผสมที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกอิมัลชัน 390
รูปที่ 9.4 เครื่อง emulsion mill 391
รูปที่ 9.5 ภาพวาดโครงสร้างของผลิตภัณฑ์เนื้อบดลดขนาดแบบละเอียด 395
รูปที่ 9.6 ขั้นตอนในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อบดลดขนาดแบบละเอียด 396
รูปที่ 9.7 ภาพแสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่า pH ที่ลดลง (---) และพัฒนาการของกรดแลคติกที่สร้างขึ้น (—) 406
รูปที่ 9.8 ลำดับขั้นทั่วไปของการเปลี่ยนแปลงในส่วนไขมันของไส้กรอกซาลามีจากเนื้อหมูระหว่างกระบวนการบ่มแบบดั้งเดิม 409
รูปที่ 9.9 การไฮโดรไลซิสของ GDL เป็นกรด 434
รูปที่ 10.1 ผลของอุณหภูมิต่อเวลาการแช่เยือกแข็งสัมพัทธ์ (CF = crystal formation ; *Supercooling) 456
รูปที่ 10.2 ภาพวาดห้องแช่เยือกแข็งแบบไครโอเจนิค 458
รูปที่ 10.3 เครื่องแช่เยือกแข็งแบบไครโอเจนิคชนิดเกลียว (Cryogenic spiral freezer) 459
รูปที่ 10.4 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิระหว่างกระบวนการแช่เยือกแข็งและการละลายสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มี 462
รูปที่ 10.5 เส้นกราฟแสดงการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย 464

รูปที่ 10.6 การถ่ายโอนความร้อนเข้าสู่ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีลักษณะของแข็ง เช่น chicken roll โดยการนำความร้อน (ก) และการพาความร้อนเข้าสู่อาหารที่เป็นของเหลว หรือชิ้นเล็กในของเหลว เช่น ก้อนเนื้อในซุป (ข) สัญลักษณ์ * แสดงจุดเย็นที่สุด (coldest point) ในกระป๋องและภาพขยายของ double-seam ของกระป๋องโลหะ (ค) 465
รูปที่ 10.7 เครื่องฆ่าเชื้อแบบสเตอริไลเซชันที่ใช้สำหรับการทำอาหารกระป๋อง โดยออกแบบเป็นห้องฆ่าเชื้อ 468
รูปที่ 10.8 โครงสร้างทางเคมีของเกลือฟอสเฟตบางชนิดที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ (ค่า pH ของสารละลายเข้มข้น 1% และ solubility คือปริมาณสารต่อสารละลายอิ่มตัว 100 ก. ที่ 25°C หรือ 77°F) 477
รูปที่ 10.9 สัญลักษณ์นานาชาติสำหรับการฉายรังสีอาหาร 482
รูปที่ 10.10 ขั้นตอนหลักในกระบวนการผลิตไส้กรอก 490
รูปที่ 10.11 เครื่องบดเนื้อ (ก) และระบบการบด-ตัด 2 ครั้ง (two-cutting system) (ข) 491
รูปที่ 10.12 เครื่องมือที่ใช้ลดขนาดแบบทำให้เป็นเกล็ด 492
รูปที่ 10.13 เครื่องสับผสม (bowl chopper) (ก) และเครื่อง emulsion mill (ข) ซึ่งใช้เตรียมผลิตภัณฑ์เนื้อบดละเอียด 493
รูปที่ 10.14 เครื่องกวนผสมแบบ paddle mixer 494
รูปที่ 10.15 ลักษณะการทำงานของเครื่องฉีดสารละลายที่ใช้เคียวริงด้วยวิธีกล 496
รูปที่ 10.16 ตัวอย่างการจัดเรียงตัวของหัวเข็มสำหรับ blade tenderization (บริษัท Wolking Belam, Uden, The 498
รูปที่ 10.17 เครื่องมือที่ใช้ในการ tumbling ซึ่งมีส่วนกวาดเนื้อรูปเกลียว 499
รูปที่ 10.18 เครื่องบรรจุไส้ที่ทำงานด้วยปั๊ม และมีการพ่วงระบบสุญญากาศ 501
รูปที่ 10.19 ภาพตัดขวางของนักเก็ตไก่ชุบแป้งทอด และเกล็ดขนมปัง 503
รูปที่ 10.20 ภาพรวมแสดงกระบวนการชุบแป้งทอด และเกลือกเศษขนมปังที่ใช้ในการผลิตนักเก็ตไก่ 504
รูปที่ 10.21 เครื่องมือแบบ flatbed ซึ่งมีกลไกแบบ “air knife” ที่ใช้เป่าผลิตภัณฑ์หลังการคลุกแป้ง (เครื่องมือของStein DSI เมือง Sandusky รัฐ Ohio สหรัฐอเมริกา) 507
รูปที่ 10.22 เครื่องมือแบบ “Drum Applicator” ที่ใช้สำหรับการคลุกแป้ง (เครื่องมือของ Stein DSI เมือง 508
รูปที่ 10.23 เครื่องมือแบบ flip-coater ที่ใช้กับการคลุกแป้ง (pre-dusting) ของบริษัท Stein DSI เมือง 509
รูปที่ 10.24 ถ้วยวัดความหนืด (viscosity cup) แบบสามัญที่ใช้วัด และปรับค่าสำหรับแป้งชุบทอด 512
รูปที่ 10.25 เครื่องผสมที่ใช้ในการเตรียมแป้งชุบทอด 514
รูปที่ 10.26 การชุบแป้งทอดด้วยวิธี overflow (หรือ curtain) และ top-submerging 515
รูปที่ 10.27 เกล็ดขนมปังชนิดหลัก 4 ชนิด: Flour (A), Cracker crumbs (B), Home style (C) และ Japanese style (D) 517
รูปที่ 10.28 เครื่องมือสำหรับคลุกเกล็ดขนมปังแบบ “Free-fall” 518
รูปที่ 10.29 เครื่องมือสำหรับการชุบแป้งทอดที่ประยุกต์กับ flour 519
รูปที่ 10.30 เครื่องทอดแบบต่อเนื่อง 523
รูปที่ 11.1 การสร้างฟอร์แมลดิไฮด์จากไทรเมทิลเอมีนออกไซด์ 565
รูปที่ 11.2 การเกิดอันตรกริยาระหว่างฟอร์แมลดิไฮด์กับหมู่แอมิโนของโปรตีน 565
รูปที่ 11.3 การผลิตซูริมิแบบดั้งเดิมด้วยตะแกรงหมุน 573
รูปที่ 11.4 เครื่องหมุนเหวี่ยงชนิด decanter centrifuge 574
รูปที่ 11.5 บทบาทขององค์ประกอบส่วนที่ละลายน้ำได้ต่อเสถียรภาพการเก็บรักษาซูริมิแบบแช่เยือกแข็ง 576
รูปที่ 11.6 กลไกการเกิดเจลโปรตีนในกระบวนการผลิตคามาโบโกะ 579
รูปที่ 11.7 กระบวนการผลิตซูริมิ แบบ (New-Tech) จากปลาที่มีไขมันสูงแช่เยือกแข็ง 583

รูปที่ 11.8 กระบวนการผลิตซูริมิที่พัฒนาโดย CIFT เมือง Halifax รัฐ Novascotia ประเทศแคนาดา 585
รูปที่ 11.9 กระบวนการเกิดเจลซูริมิ (1 = สารสร้างพันธะเชื่อมโยงข้าม ที่ไม่แย่งจับกับน้ำ เช่น 588
รูปที่ 11.10 ผลของอุณหภูมิสับผสมด้วยเครื่อง silent cutter ที่มีต่อสมบัติการเกิดเจลของซูริมิที่เตรียมจากปลา Alaska pollock และปลา red hake 589
รูปที่ 11.11 ผลของสถานะของโปรตีนกล้ามเนื้อที่มีต่อคุณสมบัติการเกิดเจลซูริมิ และบทบาทของสาร/ส่วนผสมที่ทำให้เกิดการสร้างพันธะเชื่อมโยงข้าม และการอุ้มน้ำ/สร้างร่างแหโปรตีนที่แน่น 591
รูปที่ 11.12 การสร้างพันธะเชื่อมโยงข้ามระหว่างโปรตีนด้วยเอนไซม์ transglutaminase 595
รูปที่ 12.1 กระบวนการที่เป็นระบบสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ 634
รูปที่ 12.2 สารประกอบฟีนอลิกกลุ่ม catechins ชนิดหลักในใบชา 689
รูปที่ 12.3 ผลของขนาดรูเปิด และเวลาในการเก็บรักษาก้อนเนื้อหมูบดที่อุณหภูมิแช่เย็น (4ºC) 696
รูปที่ 12.4 ค่า TBARS ของก้อนเนื้อหมูบดปรุงรสที่ปรุงสุกในเตาไมโครเวฟด้วยระยะเวลาต่างๆ 698
รูปที่ 12.5 อิทธิพลปัจจัยร่วมของเวลาหมักผสม และเวลาปรุงสุกในเตาไมโครเวฟต่อคะแนนกลิ่นรสโรสแมรีของก้อนเนื้อหมูบด 699
รูปที่ 12.6 ค่า TBARS ของก้อนเนื้อหมูบดที่ปรุงสุกเบื้องต้นด้วยเตาไมโครเวฟ และเก็บรักษาที่ -18ºC 701
รูปที่ 12.7 ค่า peroxide value ของก้อนเนื้อไก่บดที่ผสมด้วยเนื้อผลมะเม่าบดความเข้มข้นต่างๆ (◆ 0 มก., ตัวอย่างควบคุม; ▲ 500 มก. และ x 1,000 มก. สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด/ กก. เนื้อ) เปรียบเทียบกับ BHA (■ ; 200 ppm) โดยเก็บรักษาแบบแช่เย็น (4ºC) 704
รูปที่ 12.8 ค่า conjugated diene ของก้อนเนื้อไก่บดที่ผสมด้วยเนื้อผลมะเม่าบดความเข้มข้นต่างๆ (◆ 0 มก., ตัวอย่างควบคุม; ▲ 500 มก. และ x 1,000 มก. สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด/ กก. เนื้อ) เปรียบเทียบกับ BHA (■; 200 ppm) โดยเก็บรักษาแบบแช่เย็น (4ºC) 705
รูปที่ 12.9 ค่า TBARS ของก้อนเนื้อไก่บดที่ผสมด้วยเนื้อผลมะเม่าบดความเข้มข้นต่างๆ (◆ 0 มก., ตัวอย่างควบคุม; ▲ 500 มก. และ x 1,000 มก. สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด/ กก. เนื้อ) เปรียบเทียบกับ BHA (■ ; 200 ppm) โดยเก็บรักษาแบบแช่เย็น (4ºC) 706
รูปที่ 12.10 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของก้อนเนื้อไก่บดผสมระหว่างการเก็บรักษาแบบแช่เย็น (4ºC) โดยเติมเนื้อผลมะเม่าบดความเข้มข้นต่างๆ (0 มก., ตัวอย่างควบคุม; 500 มก. และ 1,000 มก. สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด/ กก. เนื้อ) เปรียบเทียบกับ BHA (200 ppm) 708
รูปที่ 12.11 ค่า peroxide value (POV) ของก้อนเนื้อหมูบดแช่เย็น (4ºC) ที่วางคั่นด้วยแผ่นฟิล์มบริโภคได้จาก HPMC ที่ผสมสารต้านออกซิเดชันชนิดต่างๆ 714
รูปที่ 12.12 ค่า thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) ของก้อนเนื้อหมูบดแช่เย็น (4ºC) ที่วางคั่นด้วยแผ่นฟิล์มบริโภคได้จาก HPMC ที่ผสมสารต้านออกซิเดชันชนิดต่างๆ 715
รูปที่ 12.13 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (TPC) ของแผ่นฟิล์มบริโภคได้จาก HPMC ที่ผสมสารต้านออกซิเดชันชนิดต่างๆ และใช้วางคั่นก้อนเนื้อหมูบดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น (4ºC) 716
รูปที่ 12.14 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของตัวอย่างก้อนเนื้อหมูบดที่วางคั่นด้วยแผ่นฟิล์มที่ผสมสารต้านออกซิเดชันชนิดต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น (4ºC) 718
รูปที่ 12.15 สมบัติการต้านออกซิเดชันที่วิเคราะห์โดย DPPH-radical scavenging activity และ FRAP ของข้าวมีสีสามสายพันธุ์ 727

รูปที่ 12.16 Peroxide (a), *p*-anisidine (b) และ totox value (c) ของน้ำมันทานตะวันที่ไม่ผสม และผสมสารสกัดหยาบจากข้าวก่ำดอยมูเซอร์ หรือ BHA ระหว่างเก็บที่อุณหภูมิเร่ง (45°C) 729

1. บทนำ นิยาม องค์ประกอบ และคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อสัตว์

1.1 บทนำ

อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ (meat) แตกต่างจากอุตสาหกรรมสมัยใหม่ขนาดใหญ่ เนื่องจากอาจจะกล่าวได้ว่ามีต้นกำเนิดมาตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ (prehistoric) และในช่วงแรกเริ่มมีหลักฐานบันทึกไว้ว่า วิธีการถนอมเนื้อสัตว์จำเพาะชนิดก็อาศัยหลักการทางวิชาการอย่างสามัญ อาทิ ชาวอะบอริจินส์ (aborigines) ในทวีปออสเตรเลียทำแห้งเนื้อสัตว์มาเป็นพันๆ ปี และวิธีการรมควัน และการหมักเกลือก็เป็นที่ยอมรับ และนิยมใช้อย่างแพร่หลายก่อนยุคของ Homer (กวีเอกชาวกรีก ซึ่งเชื่อว่าเป็นผู้เขียนมหากาพย์เรื่อง Iliad และ Odyssey) ในราวๆ 1000 ปีก่อนคริสตกาล และการใส่เครื่องเทศในไส้กรอกบางชนิด เป็นวิธีปฏิบัติปกติในทวีปยุโรปรวมทั้งประเทศแถบเมดิเตอร์เรเนียน มาตั้งแต่ก่อนยุคของซีซาร์ (Caesars)

ปศุสัตว์ (สัตว์มีเขา และกีบ) ซึ่งโดยทั่วไปได้แก่ วัว และแกะ อีกทั้งหมู มิได้เป็นสัตว์พื้นถิ่นที่มีอยู่แต่ดั้งเดิม ในทวีปอเมริกา (รวมทั้งเหนือ และใต้) แต่มีการนำไปเลี้ยงในซีกโลกตะวันตกโดยชาวสแกนดิเนเวียนยุคโบราณ (พวก Norsemen) โดยมีการอพยพ และขึ้นบกที่บริเวณที่เรียกว่า "Vinland" ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1007 และในระหว่างปี ค.ศ. 1500-1600 (โดยประมาณ) มีการนำสัตว์ทั้งสามชนิดเข้าสู่ทวีปอเมริกาโดยคณะนักเดินเรือจากทวีปยุโรปที่ออกสำรวจเพื่อหาดินแดนโลกใหม่ ดังเช่นคณะของ Christopher Columbus (นักเดินเรือ และสำรวจชาวอิตาเลียน, ค.ศ. 1451-1506) ในครั้งที่เดินทางข้ามมหาสมุทรแอตแลนติก ครั้งที่ 2 ในปีค.ศ. 1493 หรือมีการนำสัตว์ดังกล่าวเข้าสู่ประเทศเม็กซิโกในคราวที่นักสำรวจชาวสเปนชื่อ Hernando Cortés (ค.ศ. 1485-1547) เข้ายึดครองอาณาจักรของชาวแอสเท็คซ์ (Aztecs) ไว้ได้ในปี ค.ศ. 1519 และในศตวรรษต่อมา พวกโจรสลัดในหมู่เกาะเวสต์อินดีส ก็ถูกเรียกขานด้วยชื่อจำเพาะว่า "buccaneers" ซึ่งมีรากมาจากคำว่า "boucaned" ซึ่งเป็นเนื้อวัวแห้ง และใช้เป็นอาหารประเภทหนึ่งที่บรรทุกลงในเรือ และในบางครั้งก็มีการซื้อขายผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ด้วย (Price และ Schweigert, 1987)

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน มนุษย์ยังคงบริโภคอาหารที่ได้จากสัตว์ ทั้งนี้พลเมืองในประเทศต่างๆ ที่มีความหลากหลาย หรือแตกต่างทางวัฒนธรรม ก็ดำรงชีวิตด้วยอาหารประเภทนี้เป็นหลัก อาจเนื่องมาจากเหตุผลทางวิวัฒนาการต่างๆ ที่สัมพันธ์กับสุขภาพ และสมรรถภาพ และปริมาณที่ยังมีอย่างเพียงพอ หรือคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสที่พึงประสงค์ด้านต่างๆ ที่เนื้อเยื่อชนิดนี้ให้ได้

สำหรับสัตว์ปีก (poultry) ซึ่งให้ทั้งเนื้อ และไข่ ก็นิยมบริโภคทั่วโลก และมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นในช่วง 4-5 ทศวรรษที่ผ่านมา เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตค่อนข้างต่ำ มีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว เนื้อมีคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปต่อเนื่อง (further processed) ประเภทใหม่ๆ มากขึ้น และโดยภาพรวมแล้ว อุตสาหกรรมสัตว์ปีกมีการเปลี่ยนแปลงมากโดยเฉพาะในช่วง 60 ปีที่ผ่านมา ในช่วงต้นๆ ปีค.ศ. 1900 การเลี้ยงสัตว์ปีกในโลกตะวันตกยังมีลักษณะเป็นฝูงเล็กๆ เพื่อผลิตไข่ให้กับฟาร์มขนาดเล็ก และมีการขายไข่ และสัตว์ปีกมีชีวิตในตลาดประจำท้องถิ่น แต่ในปัจจุบันอุตสาหกรรมสัตว์ปีกมีการรวมกลุ่ม และการจัดการโดยบริษัทขนาดใหญ่ มีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยง เพื่อให้มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุด และเกิดผลกำไรสูงสุด ช่วยในการพยากรณ์แนวโน้มทาง การตลาด ควบคุมอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการแปรรูป และล่าสุด เพื่อใช้ควบคุมเครื่องมือสำหรับการตรวจสอบ (inspection) และแบ่งชั้นคุณภาพ หรือเกรด (grading) แบบอัตโนมัติ และในฤดูร้อนของปี ค.ศ. 2000 บริษัทแปรรูปสัตว์ปีกหลักๆ ในทวีปอเมริกาเหนือ มีการใช้ระบบอินเตอร์เน็ต และอี-คอมเมอร์ซ สำหรับธุรกิจเพื่อการซื้อขายเนื้อสัตว์ปีก

แหล่งผลิตเนื้อสัตว์ปีกกระจายอยู่ทั่วโลก โดยในปี ค.ศ. 2000 มีการผลิตเนื้อไก่มากถึง 44% (เทียบได้กับปริมาณ 14,000 ล้านตัน) ในทวีปอเมริกาเหนือ ทวีปเอเชียผลิตได้ 5,500 ล้านตัน ประเทศในยุโรปตะวันตกผลิตได้ 5,460 ล้านตัน

ทวีปอเมริกาใต้ผลิตได้ 4,780 ล้านตัน และอีกประมาณ 1,500 ล้านตันจากแอฟริกาใต้ ออสเตรเลีย ฮังการี โปแลนด์ และอียิปต์ สำหรับการผลิตเนื้อไก่งวงนั้น มีมากใน 2 พื้นที่หลักได้แก่ อเมริกาเหนือประมาณ 19% ในยุโรปตะวันตกประมาณ 30% และในพื้นที่อื่น เช่น บราซิล โปแลนด์ และฮังการี ทั้งนี้หากพิจารณาข้อมูลในอดีต (ปี ค.ศ. 1996) พบว่าในประเทศจีนมีการผลิตสัตว์ปีกโดยเฉพาะไก่กระทง (broiler) เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากความนิยมบริโภค และในประเทศบราซิลก็เช่นเดียวกันแต่เพื่อการส่งออก ซึ่งมีสาเหตุหลักประการหนึ่งจากปริมาณการผลิตข้าวโพด และถั่วเหลือง ที่ใช้เป็นอาหารไก่เพิ่มสูงขึ้นมาก จึงทำให้ต้นทุนการผลิตลดต่ำลง และนอกจากนั้นยังได้รับอานิสงส์จากค่าจ้างแรงงานที่ต่ำมาก และในส่วนของประเทศไทยนั้น ค่าจ้างแรงงานในโรงงานเนื้อสัตว์ปีกก็อยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก จึงเป็นประเทศส่งออกไปยังตลาดหลักเช่น ญี่ปุ่น เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตทั้งหมดทุกปัจจัย พบว่าสามารถแบ่งประเทศผู้ผลิตออกได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 บราซิลมีต้นทุนต่ำที่สุด กลุ่มที่ 2 สหรัฐอเมริกา และประเทศจีนมีต้นทุนการผลิตเมื่อรวมต้นทุนอาหารสัตว์ และค่าจ้างแรงงาน ใกล้เคียงกันแต่สูงกว่ากลุ่มที่หนึ่ง ส่วนกลุ่มที่ 3 คือ อาร์เจนตินา ตุรกี และประเทศไทย มีต้นทุนการผลิตรวมที่ใกล้เคียงกัน และกลุ่มสุดท้ายคือ ฝรั่งเศส เนเธอร์แลนด์ ฮังการี โปแลนด์ และเปรู มีต้นทุนการผลิตรวมที่สูง จึงมิใช่ประเทศส่งออก ดังนั้นปัจจัยหลักที่จะกำหนดปริมาณการส่งออกผลิตภัณฑ์สัตว์ปีก จึงได้แก่ ราคาอาหารสัตว์รวมกับค่าจ้างแรงงานในโรงงานแปรรูป และในส่วนของประเทศไทยเองนั้น หากยังคงมีการควบคุมให้ปัจจัยทั้งสองนี้อยู่ในระดับต่ำได้ ก็คงจะเป็นแรงจูงใจที่สำคัญสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์สัตว์ปีกแปรรูปเพื่อการบริโภคภายใน และในฐานะผู้ส่งออกรายสำคัญของโลกได้ต่อไป ภายในปี ค.ศ. 2020 มีการประเมินโดย International Food Policy Research Institute ว่าปริมาณการบริโภคต่อหัวสำหรับเนื้อสัตว์ในประเทศกำลังพัฒนาจะเพิ่มเป็น 63% ของปริมาณการผลิตทั้งโลก จากแต่เดิมที่เคยบริโภคเพียงประมาณ 33% (ในปี ค.ศ. 1998) และ 50% (ในปี ค.ศ. 2005) ของปริมาณผลผลิตรวม ซึ่งมีสาเหตุจากการย้ายถิ่นฐานเข้าสู่ชุมชนเมืองใหญ่ที่มีความเจริญ และมีรายได้เฉลี่ยของประชากรที่เพิ่มสูงขึ้น และในประเทศที่พัฒนาแล้ว และกำลังพัฒนาพบว่าปริมาณการผลิต และบริโภคสัตว์ปีกเพิ่มมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อหมู และเนื้อวัว โดยที่อัตราการบริโภคเนื้อทั้งสามประเภทจะเพิ่มขึ้น 2% ต่อปีในประเทศกำลังพัฒนา ภายในปี ค.ศ. 2020 ซึ่งจะมีการผลิตมากกว่าประเทศที่พัฒนาแล้ว และยิ่งหากมีอุปสงค์มากขึ้น ก็อาจจำเป็นต้องนำเข้าผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากประเทศพัฒนาแล้วในปริมาณที่มากขึ้นในอนาคต (Barbut, 2002)

ปริมาณการจับปลา และอาหารทะเลประเภทอื่นๆ นั้นอยู่ที่ 100 ล้านตัน (ตัวเลขในปีค.ศ. 1994) โดยปริมาณเพียง 20% ถูกนำมาแปรรูปเพื่อใช้เป็นอาหารมนุษย์ โดยมีสัดส่วนที่ใช้เป็นประโยชน์ได้เพียง 30% และปริมาณส่วนใหญ่ที่เหลือจะกำจัดทิ้งในลักษณะของของเสีย ทั้งนี้ปลา และอาหารทะเลไร้กระดูกสันหลังหลายๆ ชนิดใช้เป็นอาหารน้อยมาก เนื่องจากมีกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ และมีสีคล้ำ และอาจมีขนาดเล็กเกินไป ร่วมกับมีสัดส่วนของกระดูก หรือก้าง และผิวหนังที่สูง จึงไม่นิยมรับประทานแต่มักนำไปลดขนาดเพื่อใช้ผลิตน้ำมันปลา ปลาป่นใช้เป็นอาหารสัตว์ หรือผลิตภัณฑ์โปรตีนไฮโดรไลเสต และโปรตีนเข้มข้น

อาหารทะเลมีปริมาณโปรตีนที่แปรผันตั้งแต่ 12-26% และมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แตกต่างจากเนื้อเยื่อสัตว์ชนิดอื่น ซึ่งสามารถใช้การบ่ม (aging) เพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัส และกลิ่นรสให้ดีขึ้นได้ แต่อาหารทะเลจะเกิดการเสื่อมเสียอย่างรวดเร็วในช่วงหลังตาย อันเป็นผลสืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของโปรตีน และสารประกอบไนโตรเจนที่มิใช่โปรตีน (non-protein nitrogenous, NPN) นอกเหนือจากโปรตีนแล้ว การเกิดออกซิเดชันของไขมันทั้งแบบที่อาศัย และไม่อาศัยเอนไซม์ ก็มีส่วนร่วมที่ทำให้คุณภาพความสดลดลงด้วย อีกทั้งการเกิดอันตรกิริยาระหว่างผลิตภัณฑ์จากการออกซิเดชันของไขมัน และโปรตีน ยังทำให้เกิดการสร้างพันธะเชื่อมโยงข้าม (cross-linking) ระหว่างโปรตีน ทำให้เนื้อเยื่อมีความเหนียวมากขึ้น และมีสีที่เปลี่ยนแปลงไปได้ ทั้งนี้ความสดของอาหารทะเลจะลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงผ่านปฏิกิริยาต่างๆ ได้แก่ ไฮโดรลิซิส พอลิเมอไรเซชัน ดีแอมิเนชัน ดีคาร์บอกซิเลชัน และออกซิเดชัน และ

อัตราการเสื่อมคุณภาพของอาหารทะเลจะขึ้นกับสปีชีส์ องค์ประกอบทางเคมี การบรรจุ การเก็บรักษา และสภาวะต่างๆที่ใช้ในกระบวนการแปรรูป

เมื่อพิจารณาด้านกลิ่นรสพบว่าขึ้นกับชนิดของอาหารทะเล และปริมาณขององค์ประกอบที่มีสมบัติเป็น non-volatile taste active ซึ่งโดยส่วนใหญ่เป็นสารประกอบไนโตรเจนที่มิใช่โปรตีน และปริมาณไขมัน จะมีอิทธิพลต่อคุณภาพด้านกลิ่นรสของอาหารทะเลชนิดนั้น

1.2 นิยาม

มีผู้ให้นิยามสำหรับคำว่าเนื้อ (meat) ซึ่งเป็นประเด็นที่พึงพิจารณา 2 ประเด็น ได้แก่ ประเด็นแรก คำว่า "meat" หมายถึง "เนื้อเยื่อสัตว์ที่เหมาะสมสำหรับการบริโภค" ดังนั้นเนื้อเยื่อสัตว์ หรือผลิตภัณฑ์แปรรูปที่เตรียมได้จากเนื้อเยื่อสัตว์ตามนิยามนี้ก็จัดว่าเป็นเนื้อได้ อย่างไรก็ตามสำหรับประเด็นที่สองนั้น เนื้อที่มนุษย์บริโภคส่วนใหญ่มาจากสัตว์ที่มนุษย์เลี้ยงดู และเป็นสัตว์บกกลุ่มหนึ่ง และเป็นสัตว์น้ำอีกกลุ่มหนึ่ง

โดยทั่วไปอาจแบ่งเนื้อออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

ก) red meat เป็นกลุ่มที่มนุษย์เลี้ยงในลักษณะฝูงปศุสัตว์ และนิยมบริโภคมากที่สุดกลุ่มหนึ่ง ได้แก่ เนื้อวัว (beef) และเนื้อลูกวัว (veal) และยังรวมไปถึงเนื้อหมู (pork) เนื้อแกะ (แกะอ่อน-lamb และแกะอายุมาก-mutton) ซึ่งบริโภคโดยทั่วไปในประเทศต่างๆ ทั่วโลก โดยเฉพาะเนื้อแกะนั้นประเทศออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์เป็นผู้ส่งออกรายใหญ่ นอกจากนั้นยังมีสัตว์บางชนิดที่นิยมบริโภคในลักษณะประจำถิ่นได้แก่ เนื้อม้า (horse) เนื้อแพะ (goat) เนื้ออีแลนด์ (eland; สัตว์ประเภท antelope ประเภทหนึ่งในทวีปแอฟริกา ซึ่งกลุ่มนี้มีรูปร่างปราดเปรียว วิ่งเร็ว เขายาว และมีกีบแข็ง ซึ่งอีแลนด์มีเขาลักษณะเป็นเกลียว) เนื้อลามา (llama; สัตว์ที่เลี้ยงเพื่อใช้บรรทุกสัมภาระระหว่างการเดินทางในพื้นที่สูง หรือภูเขาในทวีปอเมริกาใต้ และเพื่อการใช้ประโยชน์จากขน) เนื้ออูฐ (camel) เนื้อกระบือ (*Bubalus bubalis*; water buffalo; สัตว์ใช้แรงงานเพื่อการกสิกรรมในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งในประเทศฟิลิปปินส์เรียกว่า คาราบาว/carabao) และเนื้อกระต่าย (rabbit) เป็นต้น

ข) "poultry meat" เป็นส่วนเนื้อเยื่อที่บริโภคได้ (flesh) โดยไม่รวมกระดูก และเครื่องใน (viscera) ของสัตว์ปีก ได้แก่ เนื้อไก่ (chicken) เนื้อไก่งวง (turkey) เนื้อเป็ด (duck) เนื้อห่าน (geese) และเนื้อ "guinea fowl" (ลักษณะคล้ายนกยูง มีขนสีออกดำแทรกด้วยลายจุดขาว และเลี้ยงเพื่อใช้เป็นอาหาร)

ค) "sea food" เป็นส่วนเนื้อเยื่อที่บริโภคได้ของสัตว์ทะเล อาทิ ปลาทะเลชนิดต่างๆ ที่นิยมบริโภคมากที่สุด นอกจากนั้นยังมี ปู (crab) หอยนางรม (oyster) หมึก (squid) กุ้งมังกร (lobster) และ ฯลฯ สำหรับประเทศไทยนั้น นอกจากบริโภคอาหารทะเลแล้ว ประชากรส่วนใหญ่ยังนิยมบริโภคสัตว์น้ำจืดโดยเฉพาะปลาชนิดต่างๆ เนื่องจากกรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์เป็นผู้รับผิดชอบในการเพาะเลี้ยง บำรุง และแพร่ขยายพันธุ์ แล้วปล่อยลงในแหล่งน้ำสาธารณะโดยเฉพาะแม่น้ำสายสำคัญๆ ที่มีการสร้างเขื่อนเพื่อการผลิตไฟฟ้า และกักเก็บน้ำเพื่อการเกษตรกรรมเนื่องจากมีพื้นที่อ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่เหนือเขื่อน ซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญของปลาหลากหลายชนิด และยังรวมถึงแม่น้ำที่เป็นเส้นพรมแดนระหว่างประเทศ ตัวอย่างเช่น แม่น้ำโขงที่มีการแพร่พันธุ์ปลาบึก (*Pangasianodon gigas*) เอาไว้ อย่างไรก็ตามในการบริโภคสัตว์น้ำจืดนั้นควรมั่นใจว่าผ่านการปรุงสุกในระดับที่ทำลายปรสิต (parasite) เช่นพยาธิใบไม้ได้ ทั้งนี้หากมันยังมีชีวิตแล้วรุกรานเข้าสู่อวัยวะสำคัญเช่น ตับ ก็อาจทำให้เกิดการทำลายเนื้อเยื่อ และลุกลามกลายเป็นสาเหตุของมะเร็งตับ

จนอาจถึงแก่ชีวิตได้ในที่สุด ซึ่งปัญหานี้เกิดมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ ซึ่งประชากรบางส่วนยังคงนิยมบริโภคอาหารดิบ เช่น ลาบ และก้อย จึงพึงระมัดระวังมิให้เกิดปัญหานี้อีกต่อไป สำหรับประเทศญี่ปุ่นนั้น ประชากรนิยมบริโภคอาหารที่เรียกว่า "ซาซิมิ (sashimi)" และ "ซูชิ (sushi)" ในลักษณะที่เตรียมจากเนื้อเยื่อสด จึงมักใช้อาหารทะเลสดๆ หรือใช้ปลาน้ำจืดที่มั่นใจว่าปลอดภัยเป็นวัตถุดิบ โดยหากเป็นไปได้นิยมใช้พวกที่ยังมีชีวิตในการเตรียม ทั้งนี้ก็เพื่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสอันโอชะ สุขภาพร่างกายที่แข็งแรง และอายุขัยที่ยืนยาวของประชากรนั่นเอง

ง) "game meat" ได้แก่ เนื้อของสัตว์ที่มิได้เลี้ยงไว้เพื่อการบริโภค (non-domesticated) แต่ได้จากการล่าสัตว์ทั้งที่เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และสัตว์ปีก

1.3 องค์ประกอบ และคุณค่าทางโภชนาการ

เนื้อสัตว์เป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยโปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ และวิตามินชนิดต่างๆ จึงถือว่าเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง อย่างไรก็ตามมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต และสารประกอบที่ไม่มีไนโตรเจน (non-nitrogenous substances) เช่น ไกลโคเจน กลูโคส และสารมัธยันตร์ (intermediates) และผลิตภัณฑ์ของกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์โดยเฉลี่ยเพียง 1.0% โดยน้ำหนัก เป็นเนื้อเยื่อที่มีความชื้นสูงมากกว่า 60% ขึ้นไป อาทิ ปลาแซล์มอน (64%) ปลาค็อด (81.2%) ไก่ (73.7%) แกะอ่อน (73%) หมู (68-70%) และวัว (70-73%) (Hultin, 1985) ดังนั้นจึงเป็นแหล่งอาหารที่อุดมสมบูรณ์ และมีความชื้นสูง จึงทำให้จุลินทรีย์โดยเฉพาะแบคทีเรียใช้ประโยชน์เพื่อการเจริญ แล้วทำให้เกิดการเน่าเสียได้ง่าย และโดยเฉพาะปลากับอาหารทะเลอื่นๆ นั้น นอกเหนือจากสารอาหารในหมู่องค์ประกอบหลักที่มีปริมาณมาก (macro nutrients) แล้ว ยังมีกรดแอมิโนอิสระ และสารประกอบที่มิใช่โปรตีนแต่มีไนโตรเจนในโครงสร้างซึ่งมีขนาดโมเลกุลเล็กกว่าดังที่กล่าวมาแล้ว และจุลินทรีย์สามารถใช้ในการเจริญได้สะดวก จึงทำให้คุณภาพความสดของเนื้อเยื่ออาหารกลุ่มนี้ลดลงจนอาจถึงระดับเกิดการเน่าเสียอย่างรวดเร็วหลังการจับ หากมิได้มีการถนอมคุณภาพที่ดีพอ จึงจำเป็นต้องลดอุณหภูมิทั้งโดยการแช่น้ำแข็ง หรือโดยการแช่เยือกแข็งบนเรือประมง ซึ่งขึ้นกับเงินทุนของผู้ประกอบการ ขนาดของเรือประมง เทคโนโลยีที่เลือกใช้ และระยะทางระหว่างแหล่งจับกับแหล่งซื้อขายผลิตภัณฑ์ประมงนั้นๆ

เนื้อสัตว์เป็นอาหารที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เนื่องจากถือได้ว่าเป็นเนื้อเยื่อที่มีองค์ประกอบทางเคมี และคุณค่าทางโภชนาการสูง และเหมาะสมที่สุดสำหรับการเจริญเติบโต การบำรุงรักษา และซ่อมแซมเนื้อเยื่อ และกระบวนการเมแทบอลิซึมที่จำเป็นต่างๆ องค์ประกอบของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อแสดงในตารางที่ 1.1

สามารถยืมและติดตามหนังสือใหม่ได้ที่ ระบบห้องสมุดอัตโนมัติ Walai Autolib

https://lib.rmutp.ac.th/catalog/BibItem.aspx?BibID=b00106428

เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เนื้อ สัตว์ปีก ปลาและอาหารทะเลและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ / นินนาท ชินประหัษฐ์.

Author	นินนาท ชินประหัษฐ์
Published	กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2563
Detail	806 หน้า : ภาพประกอบ ; 30 ซม
Subject	ผลิตภัณฑ์สัตว์(+) เทคโนโลยีการผลิตอาหาร(+) อุตสาหกรรมเนื้อสัตว์(+) เนื้อสัตว์(+) อาหาร -- การวิเคราะห์(+)
ISBN	9786165680066
ประเภทแหล่งที่มา	Book

" สำหรับเพื่อการศึกษาและอ้างอิงเท่านั้น "