

บทที่ 3

การเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัตว์หลังการฆ่า

เนื้อสัตว์หลังการฆ่ามีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทั้งจากกระบวนการทางชีวเคมีของสัตว์เอง หลังการฆ่า และการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากจุลินทรีย์จากสิ่งแวดล้อมที่มีการปนเปื้อนกับเนื้อสัตว์หลังการฆ่า ความรู้และความเข้าใจเรื่องการเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัตว์หลังการฆ่าเป็นหัวใจของการควบคุม รักษา คุณภาพของเนื้อสัตว์ให้มีคุณภาพสูง และปลอดภัยต่อผู้บริโภค

การฆ่าสัตว์เป็นขั้นตอนเริ่มต้นของการผลิตเนื้อสัตว์คุณภาพดี การฆ่าสัตว์ในโรงฆ่าสัตว์สัตว์จะถูกทำให้สลบ (stunning) ก่อนเพื่อไม่ให้ทรมานทรมาน และทรมาน ขณะฆ่า การฆ่าสัตว์มักตัดหรือแทงคอ แล้วห้อยหัวลง เพื่อให้เลือดถูกแยกออกจากซากให้หมด ถ้ามีเลือดตกค้างในกล้ามเนื้อมาก จะเก็บเนื้อได้ไม่นานเพราะเลือดเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ การเชือดสัตว์ควรทำบนรางแขวน ไม่ให้ซากสัมผัสพื้น หลังการเชือดจึงแยกส่วนที่ไม่ต้องการ เช่น หัว หนัง กีบเท้าหากเป็น สัตว์ปีก จะกำจัดขนออก อวัยวะภายในของสัตว์ เป็นแหล่งสะสมของจุลินทรีย์ จะถูกแยกออกและป้องกันไม่ให้ปนเปื้อนกับซากสัตว์ จากนั้นจึงล้างทำความสะอาด ซาก ตัดแต่ง ส่วนที่ไม่ต้องการ เช่น ไขมัน กระดูก แล้วจึง ซ้ำหระเพื่อแยกชิ้นส่วน

การเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัตว์หลังการฆ่า

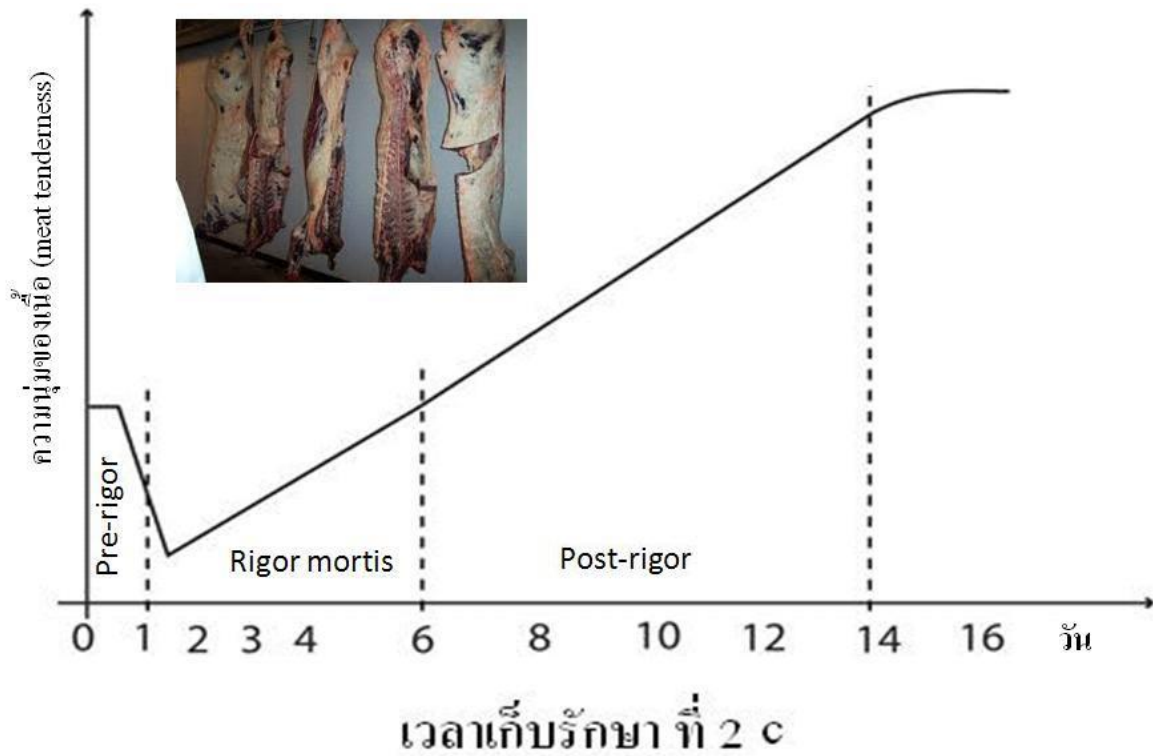
สัตว์หลังการฆ่า ปริมาณออกซิเจนที่หล่อเลี้ยงเซลล์เนื้อเยื่อจะค่อยๆลดลง จนหมดไปในที่สุด แต่เซลล์ยังคงมีชีวิตและพยายามที่จะคงความมีชีวิตไว้ด้วยกระบวนการเมตาบอลิซึมแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้เนื้อสัตว์ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ทั้งจากกระบวนการทางชีวเคมีของสัตว์เอง และจากจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญของเนื้อสัตว์หลังจากการฆ่า มีดังนี้

1 การเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ (Rigor mortis)

กล้ามเนื้อของสัตว์ขณะที่มีชีวิตจะนุ่ม ยืดหยุ่น เคลื่อนไหวได้ แต่เมื่อสัตว์ตายแล้ว ระยะเวลาหนึ่ง กล้ามเนื้อจะเกร็ง แข็งและเหนียว เรียกว่า ระยะเวลาเกร็ง หรือ ริกออร์ทอร์ติส (rigor mortis) เกิดจากการหดตัวในระดับโมเลกุลของโปรตีนเส้นใยกล้ามเนื้อ (myofibril) เนื่องจากการเคลื่อนที่เข้ามาจับตัวของ โปรตีนแอกติน (actin) และ ไมโอซิน (myosin) เป็นแอคโตไมโอซิน ขณะที่สัตว์มีชีวิตอยู่ การจับตัวของแอกติน และ ไมโอซิน จะคลายตัวได้ เนื่องจากมีพลังงาน ATP จากการหายใจทำให้กล้ามเนื้อยืดหด เคลื่อนไหวได้

เมื่อสัตว์ตาย เซลล์กล้ามเนื้อขาดพลังงานจากการหายใจ แอกตินกับไมโอซิน จะจับกันล็อกแน่น กล้ามเนื้อหดตัว แต่ไม่คลายตัว เนื่องจากขาด ATP ทำให้ซากสัตว์แข็งที่ออยู่ระยะหนึ่งภายหลังจากที่สัตว์ตาย สัตว์ที่มีขนาดใหญ่ เช่น วัว ควาย หมู จะมีระยะ rigor mortis นานกว่าสัตว์เล็ก เช่น สัตว์ปีก สัตว์น้ำ

Rigor motis เป็นระยะที่เนื้อแน่น เหนียวโดยเฉพาะสัตว์ใหญ่ เช่น วัว ไม่เหมาะกับการนำเนื้อสัตว์ไปปรุงอาหาร ควรรอให้พ้นระยะนี้ไปแล้ว ด้วยการเก็บรักษาเนื้อไว้ในห้องเย็นอุณหภูมิประมาณ 0-5 องศาเซลเซียส เรียกว่า การบ่มเนื้อสัตว์ (meat aging) เอนไซม์โปรติเอส (protease) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ย่อยแอกโทไมโอซิน จะทำให้เนื้อนุ่มมากขึ้น



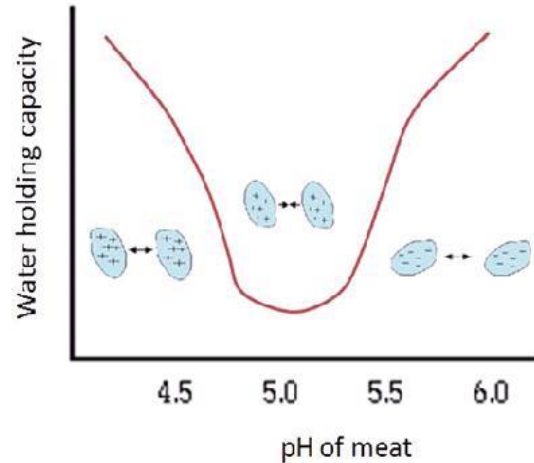
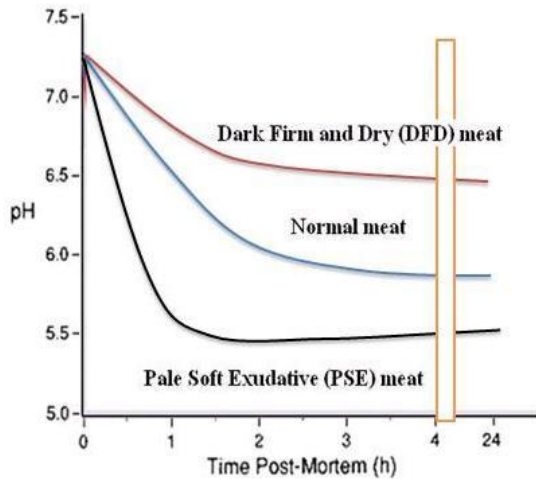
ระยะ Rigor motis เป็นระยะที่เนื้อแน่น เหนียวโดยเฉพาะสัตว์ใหญ่เช่น วัว ไม่เหมาะกับการนำเนื้อสัตว์ไปปรุงอาหาร ควรรอให้พ้นระยะนี้ไปแล้ว ให้เข้าสู่ หลังระยะเกร็งตัว (post-rigor) ความนุ่มของเนื้อสัตว์ (meat tenderness) เพิ่มขึ้น เนื่องจากเอนไซม์โปรติเอส (protease) ที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์ย่อย เส้นใยโปรตีนคล้ายเนื้อที่เกร็งตัว รวมทั้ง โปรตีนที่เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เช่น คอลลาเจนมีผลให้เนื้อนุ่มเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาการเก็บรักษา

ซากสัตว์ขนาดใหญ่ เช่น ซากโค จึงมีการบ่ม (meat aging) โดยการเก็บซาก หรือก้อนเนื้อ เนื้อไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ ประมาณ 1-4 องศาเซลเซียส และควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ เพื่อป้องกันการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นสาเหตุการเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์ การบ่มเนื้อใช้เวลา 2 - 4 สัปดาห์ เนื้อสัตว์ที่ผ่านการบ่ม จะนุ่ม มีรสชาติดี เหมาะกับการบริโภค การบ่มซากโค จึงมีผลต่อความนุ่มและรสชาติของเนื้อวัว ซึ่งเป็นสัตว์ใหญ่มากกว่าเนื้อสัตว์อื่น

2 การเปลี่ยนแปลง pH

การเปลี่ยนแปลง pH ของเนื้อสัตว์หลังการฆ่า มีผลต่อคุณภาพของเนื้อสัตว์ ทั้งด้านสี รสชาติ และเนื้อสัมผัส คุณภาพผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ และยังมีผลต่อการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลง pH ของเนื้อสัตว์มีสาเหตุหลักมาจากไกลโคเจน ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่เป็นแหล่งพลังงานในกล้ามเนื้อของสัตว์ ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสเชื่อมต่อกัน มีโครงสร้างคล้าย อมิโลเพคติน (amylopectin) ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อจะถูกใช้ในกิจกรรมการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อ ของสัตว์ เช่น การเดิน การวิ่ง โดยปฏิกิริยาที่เรียกว่า glycolysis เพื่อเป็นแหล่งพลังงานโดยไม่ต้องใช้ออกซิเจน และจะได้กรดแลคติก ซึ่งทำให้เกิดการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อขณะที่สัตว์มีชีวิต กรดแลคติกจะสลายไป ด้วยการหายใจแบบใช้ออกซิเจน เพื่อรักษาระดับ pH ของกล้ามเนื้อให้เป็นปกติสัตว์ที่ได้รับการเลี้ยงดูที่ดี มีการพักผ่อนเพียงพอไม่บาดเจ็บ ไม่มีโรคภัยจะมีปริมาณไกลโคเจนในกล้ามเนื้อสูงสัตว์ที่มีขนาดใหญ่จะมีปริมาณไกลโคเจนในกล้ามเนื้อมากกว่าสัตว์ขนาดเล็ก

หลังจากที่สัตว์ถูกฆ่าเซลล์สัตว์ยังคงมีชีวิต และพยายามรักษาความมีชีวิตไว้ ในภาวะที่เซลล์ขาดออกซิเจนด้วยการสลาย ไกลโคเจนที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อเกิดเป็น กรดแลคติกสัตว์ที่ถูกเลี้ยงดูดี ได้รับอาหารดี มีสุขภาพดี ไม่เจ็บป่วย บาดเจ็บ ไม่มีความเครียด มีการฆ่าแบบไม่ทรมาน เช่น ทำให้สัตว์สลบ (stunning) ก่อนการฆ่า จะเนื้อสัตว์ที่ได้มีคุณภาพดี pH ของเนื้อสัตว์ ลดลง จากระดับ pH ของกล้ามเนื้อขณะมีชีวิต ซึ่งมีค่าประมาณ 7.4 ถึงประมาณ 6.2 หรือ ต่ำกว่านี้เล็กน้อยในเวลา 24 ชั่วโมงเนื้อสัตว์จะมีคุณภาพดี มีกลิ่น สีสัน รสชาติดี และมีการอุ้มน้ำที่ดี เหมาะสมกับการบริโภค และนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ นอกจากนี้กรดแลคติกที่เกิดขึ้น จะช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์



Normal meat



Pale Soft Exudative (PSE) meat



Dark Firm and Dry (DFD) meat

ผลของอัตราการเปลี่ยนแปลง pH ต่อคุณภาพเนื้อสัตว์

การเปลี่ยนแปลง pH ของเนื้อสัตว์หลังการฆ่าสัตว์มีผลมากต่อคุณภาพซากสัตว์และเนื้อสัตว์ อัตราการเปลี่ยนแปลง pH ที่เกิดขึ้นช้า หรือเร็วเกินไป ทำให้เกิดลักษณะที่ไม่ต้องการในเนื้อสัตว์ โดยเฉพาะ เนื้อจาก สัตว์ที่มีขนาดใหญ่ เช่น เนื้อวัว เนื้อหมู แพะ แกะ ดังนี้

2.1 Dark Firm Dry (DFD) เป็นลักษณะที่ไม่ต้องการของเนื้อสัตว์คือ มีสีเข้ม (Dark) เนื้อแน่นเหนียว ผิดปกติ (Firm) และ ผิวหน้าแห้ง ไม่ชุ่มชื้น (Dry) มีสาเหตุมาจากกล้ามเนื้อสัตว์ขณะที่มีปริมาณไกลโคเจนเริ่มต้นในกล้ามเนื้อน้อย เนื่องจากการเลี้ยงดูที่ไม่ดี สัตว์มีสภาวะเครียด ออกกำลังกาย ขาดอาหาร บาดเจ็บ หรือมีโรค เมื่อสัตว์ตาย pH ของเนื้อสัตว์จึงสูงผิดปกติ เพราะเกิดการแตกตึกจากการสลายตัวของไกลโคเจน ปริมาณน้อยรสชาติไม่ดี เนื้อสัมผัสแข็งเหนียว ไม่ยืดหยุ่นนอกจากนี้เนื้อสัตว์ลักษณะ DFD ยังเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ได้ง่าย เพราะ pH สูง ไม่มีกรดแลคติกซึ่งช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

2.2 Pale Soft Exudative (PSE) เป็นลักษณะของเนื้อสัตว์ไม่ต้องการเช่นกันลักษณะคือ มีสีซีด (Pale) เนื้อนิ่ม (Soft) มีน้ำซึม (Exudative) เกิดกับสัตว์ที่ได้รับการเลี้ยงดูปกติ มีระดับไกลโคเจนในกล้ามเนื้อปกติ แต่สัตว์ความเครียดระยะสั้นๆ ก่อนถูกฆ่า เช่น ระหว่างการขนส่งไปโรงฆ่าสัตว์ สัตว์ตื่นรนต่อสู้ ด้วยความตกใจ หวาดกลัว การฆ่าด้วยความรุนแรง ทารุณ ซึ่งทำให้สัตว์ใช้ไกลโคเจน ที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อเพื่อเป็นพลังงาน และได้ กรดแลคติกปริมาณมาก หลังจากสัตว์ถูกฆ่า pH ของเนื้อลดลงอย่างรวดเร็ว

จาก ประมาณ 7.4 เหลือ ประมาณ 5.4-5.6 ใช้เวลาเพียง 1 ชั่วโมง เป็น pH ที่ อยู่ในช่วง Isoelectric

point มีประจุบวก และประจุลบ พอๆกัน เกิดการดึงดูดกันของโปรตีนกับโปรตีน (protein-protein interaction) มากกว่าโปรตีนกับน้ำ ทำให้เนื้อสัตว์อุ้มน้ำได้น้ำลง ส่งผลให้เนื้อสูญเสียน้ำในเนื้อทำให้เนื้อมีคุณภาพต่ำ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส ไม่ดีและมีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เนื้อสัตว์ที่นำไปแช่เยือกแข็ง จะเกิดการสูญเสียน้ำ (drip loss) มากหลังการละลาย