

ลักษณะเนื้อซีด, เหลว และไม่คงรูปในสุกร

สัญญาชัย จตุรสิทธิ์ธา

PALE, SOFT AND EXUDATIVE IN PORK

Sanchai Jaturasitha

ABSTRACT : Most of people in Thailand prefer to consume pork more than other kinds of meat because of the low price and tenderness. In addition the consumer pay attention in eatability of pork such as water holding capacity (juiciness), color of pork and structure of muscle fiber. Normal pork must has characteristic in grayish-pink color, slightly dry and firm. Another non-favorable characteristic is PSE which is pale, soft and exudative. Genetics of swine which high degree of muscle and environment during slaughtering such as long transportation, unhumane slaughtering, high carcass temperature and unhealthy swine are caused for PSE.

บทคัดย่อ : เนื้อสุกรเป็นเนื้อสัตว์ที่นิยมบริโภคในประเทศไทย เนื่องมาจากราคาถูกและเนื้อนุ่มไม่เหนียว นอกจากนี้ผู้บริโภคยังให้ความสำคัญของคุณภาพการบริโภค ได้แก่ ความสามารถในการจับน้ำของเนื้อ สีของเนื้อ โครงสร้างและขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ ซึ่งเนื้อสุกรที่ปกติจะมีสีชมพูอมเทา เนื้อไม่เหลว เนื้อคงสภาพเป็นรูปเป็นก้อนได้ ซึ่งเนื้อที่ผิดปกติจากนี้ที่มีสีซีด, เหลว และไม่คงรูป เรียกว่า PSE ซึ่งเกิดจากสาเหตุที่สำคัญ 2 ประการ คือ พันธุกรรม ที่พบมากในสุกรที่มีความเป็นกล้ามเนื้อสูง และ สภาพแวดล้อมของสุกรก่อนถูกฆ่า เช่น การขนส่งที่ยาวนาน การฆ่าสุกรแบบไม่มีมนุษยธรรมก่อให้เกิดความเครียดสูง อุณหภูมิของซากที่สูง และสุขภาพของสุกรที่ไม่สมบูรณ์

คำนำ

ปัจจุบันธุรกิจการเลี้ยงสุกรในประเทศไทย มีการพัฒนาก้าวหน้าไปมาก เพราะผลจากการ

ปรับปรุงการเลี้ยงดู การให้อาหาร ตลอดจนสายพันธุ์ต่างๆ นอกจากนี้ การยอมรับเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาใช้ ทำให้กิจการการเลี้ยงสุกรรอดหน้าไปอยู่ในระดับแนวหน้าของทวีปเอเชีย

การซื้อขายสุกรขุนเพื่อส่งโรงฆ่าสัตว์ ให้ความสำคัญแก่น้ำหนักก่อนฆ่า คือ กำหนดราคาตามน้ำหนัก แต่ในปัจจุบันได้เปลี่ยนแปลงไป โดยเน้นความสำคัญด้านคุณภาพซากเป็นสำคัญ คุณภาพซากนี้จึงต้องหมายถึงความเป็นกล้ามเนื้อมาก จึงจะให้ปริมาณเนื้อแดงสูง ไขมันต่ำ ฉะนั้นน้ำหนักที่สุกรส่งตลาดจึงอยู่ในช่วงน้ำหนัก 90-110 กก. นอกจากนี้บางสถานที่ได้ทำการซื้อขายสุกรขุนจากน้ำหนักซาก ซากนี้หมายถึง สุกรที่ถูกฆ่าตายโดยผ่านกรรมวิธีการทำให้สลบ การแขวนคอเอาเลือดออก ลวกน้ำร้อน ขูดขน ตัดหัวออก ผ่าเอาอวัยวะภายในออก และผ่าซากออกเป็น 2 ส่วน ตามแนวกระดูกสันหลัง ฉะนั้น ซากจึงประกอบไปด้วย กล้ามเนื้อ ไขมัน หนัง กระดูก เอ็นและผังผืด และผู้ซื้อยังให้ความสำคัญของคุณภาพเนื้อ คือ เนื้อที่มีสีปกติ น้ำไม่ไหลเยิ้ม และเนื้อแน่นคงรูปได้

สีของกล้ามเนื้อสุกรตามธรรมชาติ

สีของกล้ามเนื้อสัตว์ทุกชนิดเกิดจากรงควัตถุ (Pigment) ที่มีอยู่ในโครงสร้างของกล้ามเนื้อ ตัวที่สำคัญได้แก่ โปรตีน ไมโอโกลบิน (Myoglobin) ส่วนที่เป็นโปรตีน คือ โกลบิน (Globin) และยังมีอีกส่วนที่เป็นโครงสร้างไม่ใช่โปรตีน เรียกว่า ฮีม (Heme ring) ซึ่งมีไอออนของธาตุเหล็ก (Fe) เป็นองค์ประกอบอยู่ตรงกลาง (Lawrie, 1974)

สภาพธรรมชาติไอออนธาตุเหล็กในฮีม จะอยู่ในสภาพของ เพอร์ริสไอออน (Fe^{+2}) ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของธาตุและสารประกอบต่าง ๆ ได้หลายชนิด เช่น น้ำ (H_2O), ออกซิเจน (O_2) และไนตริกออกไซด์ (NO) เป็นต้น

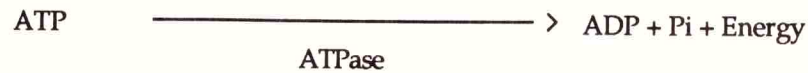
ในขณะที่สุกรมีชีวิต กล้ามเนื้อที่มีปริมาณออกซิเจนเข้าไปหล่อเลี้ยงอย่างทั่วถึง จึงทำให้ออกซิเจนไปทำปฏิกิริยากับเพอร์ริสไอออนที่อยู่ในฮีมของไมโอโกลบิน เกิดเป็นสารประกอบเรียกว่า ออกซีไมโอโกลบิน (Oxymyoglobin) ยังผลให้เกิดสารสีชมพูอมเทา (Greyish-pink) ในกล้ามเนื้อสุกรขณะมีชีวิต (Price and Schweigert, 1971)

การเปลี่ยนแปลงหลังสัตว์ตาย

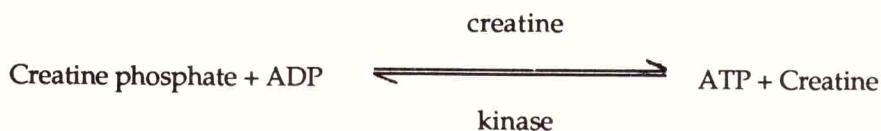
หลังจากสัตว์ถูกฆ่าตายแล้ว กล้ามเนื้อสัตว์มิได้หยุดดำเนินกิจกรรมในการดำรงชีวิตและกลายเป็นเนื้อสัตว์ทันที แต่ในทางตรงกันข้าม การเปลี่ยนแปลงทั้งทางเคมีและกายภาพหลาย ๆ อย่างได้เกิดขึ้นและดำเนินอยู่ในช่วงเวลาหนึ่ง จนกระทั่งกล้ามเนื้ออยู่ในสภาพที่เกิดการเกร็งตัว เรียกว่า การเกร็งตัวหลังสัตว์ตาย (Rigor mortis) จึงถือได้ว่า กล้ามเนื้อนั้นได้กลายเป็นเนื้อสัตว์ (คันธพนิต, 2529)

การพยายามรักษาสมดุลย์ความมีชีวิตของกล้ามเนื้อ จะดำเนินขึ้นทันทีหลังจากขจัดเอา

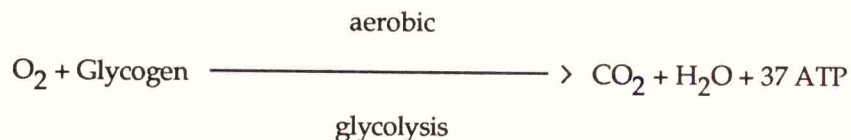
เลือดออกจากร่างกายสัตว์ เพื่อที่จะพยายามรักษาสภาพต่างๆ ในขณะที่มีชีวิตให้เหมือนเดิม จำเป็นต้องอาศัยพลังงานจำนวนมาก พลังงานเหล่านี้ได้มาจากสลายสารประกอบ ATP โดยเอนไซม์ ATPase ซึ่งมีอยู่ในไซโทพลาสซึม (Cytoplasm)



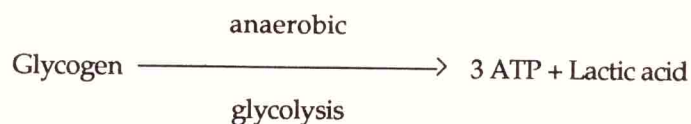
เมื่อสัตว์ตายแล้ว ขบวนการสร้าง ATP ในสภาพปกติก็หยุดชะงักไป ดังนั้นปริมาณ ATP ที่สะสมไว้จึงถูกใช้หมดไปอย่างรวดเร็ว (Forrest et. al., 1975) จำเป็นต้องหาพลังงานอื่นมาทดแทนส่วนที่ถูกใช้ไป แหล่งแรกที่นำมาใช้คือ การแลกเปลี่ยนกลุ่มฟอสเฟตระหว่าง Creatine phosphate กับ ADP



ขบวนการนี้เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ เพราะว่า Creatine phosphate มีปริมาณจำกัด จึงถูกใช้อย่างรวดเร็ว ไกลโคเจน (Glycogen) ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่สะสมในกล้ามเนื้อจะถูกนำมาใช้ย่อยสลาย โดยมีเอนไซม์เข้ามาเกี่ยวข้องกับหลายขั้นตอน เพื่อให้ได้พลังงานในรูป ATP ออกมาทดแทนส่วนที่ถูกใช้ ขบวนการนี้เรียกว่า ไกลโคไลซิส (Glycolysis) ซึ่งถ้ายังมีออกซิเจนเพียงพอในกล้ามเนื้อ ก็จะทำให้เกิดขบวนการ Aerobic glycolysis



เนื่องจากมีการขจัดเลือดออกจากซากในการฆ่าสัตว์ ปริมาณออกซิเจนที่เข้าไปในเซลล์กล้ามเนื้อลดลงอย่างรวดเร็ว ยังผลให้เกิดขบวนการย่อยสลาย Glycogen แบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic glycolysis) เกิดขึ้นแทน



การเกิดเนื้อซืด, เหลว และไม่คงรูป (PSE)

PSE เป็นคำย่อมาจาก Pale, Soft and Exudative หมายถึง เนื้อสุกรที่ได้จากโรงฆ่าสัตว์ที่มีลักษณะสีซีด เหลว และไม่คงรูป ซึ่งเป็นลักษณะด้อยคุณภาพของเนื้อสุกร ไม่เป็นที่ต้องการของ

ผู้บริโภครวมตลอดจนผู้จำหน่ายเนื้อสุกรมักจะกดราคาจากผู้ขายสุกรมีชีวิต เนื้อ PSE เกิดจากการย่อยสลายพลังงานที่สะสมในกล้ามเนื้อสัตว์ที่เรียกว่า Glycogen โดยขบวนการ Anaerobic glycolysis อย่างรวดเร็วทำให้เกิดการสะสมของกรดแลคติกจำนวนมากในระยะเวลาสั้นๆ ซึ่งกรดนี้จะไม่ถูกย่อยภายในเนื้อ มีผลทำให้ pH ของกล้ามเนื้อลดลงจากสภาพปกติ (pH 7) เป็น pH 5.6-5.7 ภายใน 6-8 ชั่วโมงภายหลังถูกฆ่า และเป็น 5.3-5.7 ภายใน 24 ชั่วโมงหลังจากสัตว์ตาย ค่า pH สุดท้ายของกล้ามเนื้อ (Ultimate pH) จะมีค่าเท่าใดขึ้นอยู่กับปริมาณไกลโคเจนที่สะสมอยู่ ซึ่งค่า pH สุดท้ายมีค่า 5.3-5.7 เนื่องจาก เอ็นไซม์ต่าง ๆ ที่ใช้ในขบวนการ Glycolysis จะไม่ทำงานที่ pH ต่ำกว่า 5.4 ดังนั้นการสะสมกรดแลคติกจะหยุดลงเมื่อ pH เท่ากับ 5.3-5.7 การเกิดเนื้อ PSE นั้น เกิดขบวนการ Glycolysis ที่รวดเร็วทำให้เกิดการสะสมกรดแลคติกสูง พบว่า pH จะมีค่าเป็น 5.3-5.7 ภายใน 1 ชั่วโมงหลังจากสัตว์ตาย การลดลงของค่า pH ในขณะที่อุณหภูมิของซากยังสูงอยู่ เป็นปัจจัยที่จะกระตุ้นให้ขบวนการ Anaerobic glycolysis เกิดได้เร็วขึ้น ยังผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในกล้ามเนื้อสุกร คือ โปรตีนเกิด Denature ไม่สามารถรักษาคุณสมบัติในการจับน้ำ (Water holding capacity) ทำให้ไม่สามารถกักน้ำได้ เกิดการไหลของน้ำภายในเซลล์ภายนอกเซลล์ ขณะที่เกิดการไหลของน้ำนี้ น้ำยังสามารถละลาย Myoglobin ได้อีกด้วย จึงนำสีออกจากกล้ามเนื้อ เซลล์เกิดการหดตัวอยู่กันหลวม ๆ ทำให้ไม่สามารถเกาะกันคงรูปไว้ได้ จึงปรากฏให้เห็นเนื้อด้านหน้าตัดมีสีซีด เหลว และไม่คงรูป ทำให้แสงที่มาจากกระทบสะท้อนออกไปได้มาก จึงเห็นเนื้อมีสีจางผิดปกติ (นันทชัย, 2526., Forrest et al., 1975., Lawrie, 1974., Bate-Smith and Bendall, 1949., Currie and Wolfe, 1977 and Jeacocke, 1977)

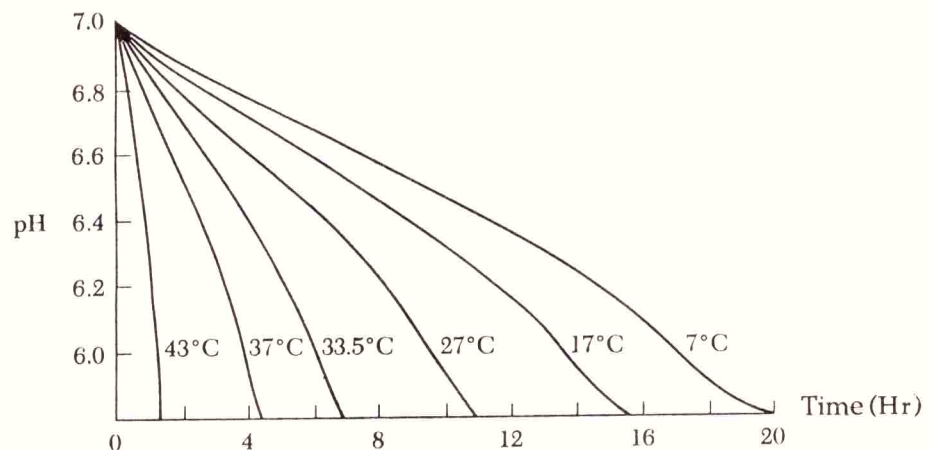


Figure 1. The effect of environmental temperature upon the rate of post mortem pH fall in longissimus dorsi muscle. (Price and Schweigert, 1971)

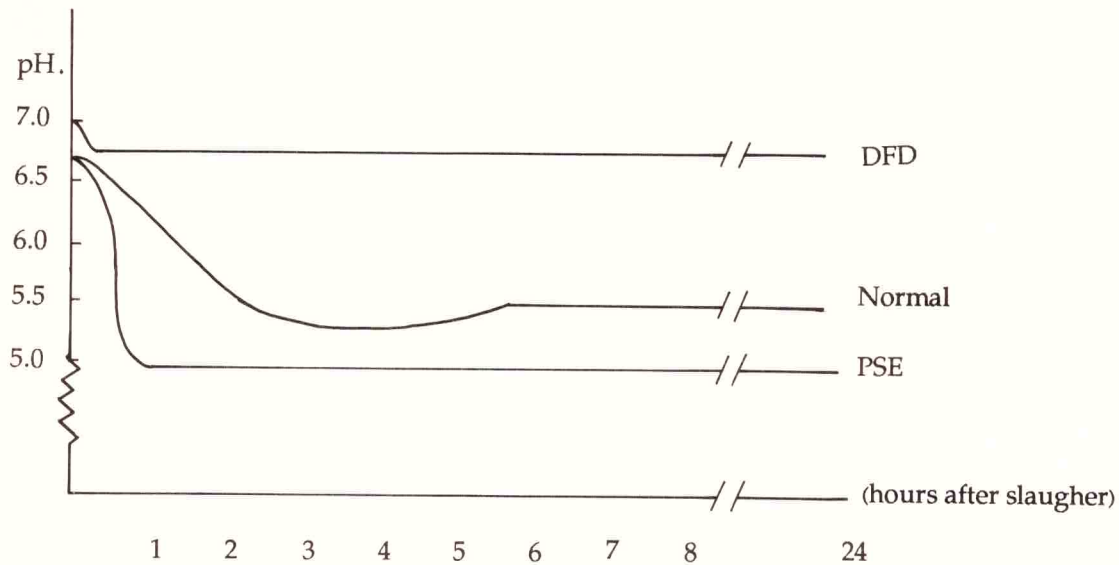


Figure 2. Showing pH in longissimus dorsi muscle after slaughtering. (Forrest et al., A>5)

สาเหตุของการเกิด PSE ในสุกร

การเกิด PSE ในสุกรนั้น มีสาเหตุการเกิด 2 ประการ คือ

1. **ทางพันธุกรรม (Genetic)** ซึ่งเกิดจากยีน (Gene) ซึ่งสามารถถ่ายทอดไปสู่ลูกหลานได้ ซึ่งเรียกลักษณะเช่นนี้ว่า กรรมพันธุ์ ซึ่งมีจะพบกับสุกรที่มีความเป็นกล้ามเนื้อสูง คือ เนื้อ สุกรที่ได้ จากซากที่มาจากเกรดซากชั้นที่ 1 มีโอกาสเกิด PSE สูงถึง 70 เปอร์เซ็นต์ (เศรษฐกุล, 2531) และพันธุ์สุกรที่มีความเครียดง่ายจะทำให้เกิด PSE ได้ง่าย ดังตารางที่ 1

2. **สิ่งแวดล้อม (Environment)** ซึ่งหมายถึงปัจจัยใด ๆ ที่มีผลต่อกิจกรรมเปลี่ยนแปลงทางเคมี อันก่อให้เกิดกระบวนการ Anaerobic glycolysis อย่างรวดเร็ว ซึ่งได้แก่

- 2.1 การขนส่ง การไล่ต้อนสุกรขึ้นหรือลงจากรถโดยวิธีที่รุนแรง การแออัดยัดเยียด ในระหว่างขนส่ง ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งสัตว์นาน ๆ อากาศในช่วงการขนส่งที่ร้อน สุกรไม่ได้รับการอดอาหารก่อนการขนย้าย จะมีผลทำให้สุกรเกิดความเครียดทั้งร่างกายและจิตใจ มีการใช้ไกลโคเจนไปมาก และเมื่อถึงโรงฆ่าสัตว์ก็ฆ่าทันทียังผลให้เกิดการสะสมกรดแลคติกสูง ทำให้เกิดเนื้อ PSE ขึ้น

อย่างไรก็ตาม เมื่อรู้ถึงสภาพความเป็นจริงแล้วสามารถแก้ไขได้โดยการไล่ต้อนสุกรขึ้นหรือลงจากรถด้วยวิธีที่นุ่มนวล รถที่ใช้บรรทุกมีขนาดพอเหมาะกับจำนวนสุกร ไม่แออัดยัดเยียด ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งต้องไม่นาน ช่วงเวลาที่พอเหมาะแก่การขนส่งคือ 6:00-10:00 น. หรือ 15:00-19:00 น. (จัดตุพรพงษ์, 2531) ก่อนการขนส่งมีการอดอาหาร 8-15 ชั่วโมง แต่มีน้ำที่สะอาดให้กินตลอดเวลา เมื่อถึงโรงฆ่าก็ให้สุกรได้พักผ่อนฆ่า 6 ชั่วโมง โดยฉีดน้ำให้สุกรเป็นการ

Table 1. The rate of PSE in varieties of swine breeds.

Breeds	No. of swine	% PSE
Holland Pietrain	367	8.9
Belgium Landrace	1,260	8.6
German Landrace	1,251	6.8
Dutch Landrace	4,073	2.2
Swedish Landrace	1,668	1.5
English Landrace	1,538	1.1
Dutch Yorkshire	1,394	3
American Hampshire	232	2
Irish Largewhite	58	0
American Yorkshire	225	0
English Largewhite	764	0
Duroc	278	0

SOURCE: PREECHA (1975 : ปรีชา, 2528)

ช่วยระบายความร้อน ทั้งนี้เพื่อให้ร่างกายสัตว์มีการสร้างไกลโคเจนเข้าไปสะสมไว้ในร่างกาย ทดแทนส่วนที่ถูกใช้ไปในการต่อต้านความเครียด จะสามารถช่วยป้องกันการเกิด PSE ได้

2.2 การฆ่าสัตว์ กรรมวิธีในการฆ่าสัตว์มีผลต่อการเกิด PSE คือ การกระทำการรุนแรงโดยการไล่ต้อนสัตว์เข้ามา ซึ่งใช้มือและเท้าทุบตี เป็นการกระตุ้นให้สัตว์เกิดความเครียด และวิธีที่ใช้ฆ่าคือ การทำให้สลบมีผลต่อการเกิด PSE คือ ทำให้ต่อมหมวกไตผลิตฮอร์โมนแอดรีนาลิน (Adrenalin) ทำให้กล้ามเนื้อเกิดการหดตัวอย่างรุนแรง จึงไปเร่งปฏิกิริยาการสร้างพลังงานโดยไมใช้ ออกซิเจนจากไกลโคเจน ทำให้มีการสะสมกรดแลคติกสูงกว่าสุกรที่ถูกฆ่าทันทีโดยไม่ผ่านการทำให้สลบ แต่การฆ่าทันทีโดยไม่ผ่านการทำให้สลบนั้นต้องทำอย่างรวดเร็ว ในขณะที่สุกรอยู่ในสภาพปกติ ได้รับการพักผ่อนเต็มที่ สุกรไม่ตื่น มีดที่ใช้ต้องคม แต่การฆ่าวิธีนี้ไม่เป็นการยอมรับตามมาตรฐานสากล เพราะถือว่าเป็นการทารุณกรรมต่อสัตว์ เป็นวิธีการฆ่าแบบไม่มีมนุษยธรรม แต่เนื่องจากมีความจำเป็นที่จะต้องทำให้สัตว์สลบก่อนฆ่าเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติการ ดังนั้นกรรมวิธีในการฆ่าที่ถูกต้องจะต้องทำให้สัตว์สลบเสียก่อนโดยรวดเร็วที่สุด ซึ่งทำได้โดย การช็อตด้วยไฟฟ้า (Electrical stunning) และเป็นวิธีที่ทำให้เกิดเนื้อ PSE ต่ำกว่าวิธีอื่น ๆ (ศรีพรหมมา และโอภาส พัฒนากิจ, 2531)

2.3 คุณหมุมิของซาก เมื่อสุกรถูกฆ่าโดยผ่านขบวนการทำให้สลบ เขาเลือดออก ลวกน้ำร้อน ขูดขน เอาเครื่องในออก และผ่าซากเป็นสองซีกแล้วนั้น คุณหมุมิของซากยังสูงอยู่ ซึ่งมีผลเป็นตัวเร่งขบวนการ Anaerobic glycolysis ให้เกิดเร็วขึ้น จึงจำเป็นต้องลดอุณหภูมิซากลง โดยการแช่เย็น ณ อุณหภูมิ 3 °C. เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อทำให้เกิดการเกร็งตัวที่สมบูรณ์

(Lawrie, 1974) ถ้าหับในเมื่อจ้ไทยการลดคุณภาพทำได้โดยการรดน้ำ หรือใช้พัดลมเป่า

2.4 สุขภาพของสัตว์ สัตว์ที่ป่วย เป็นโรค หรือสุขภาพไม่สมบูรณ์ เพิ่งจะหายจากการป่วย มีแนวโน้มว่าจะเกิดความเครียดได้ง่าย ยังผลให้เนื้อ PSE สูง

ผลกระทบของเนื้อ PSE

1. ผู้บริโภคไม่ชอบลักษณะสีซีด เหลว และไม่คงรูปของเนื้อสุกร ซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่คิดว่าเป็นเนื้อที่ได้จากสัตว์ที่ป่วยตายเองโดยไม่ได้ผ่านการฆ่า ทำให้ผู้จำหน่ายขายได้ปริมาณลดลง และราคาก็ลดลงด้วย

2. เนื้อชนิดนี้ มีผลต่อการนำไปทำผลิตภัณฑ์ จะได้ผลิตภัณฑ์คุณภาพไม่ดี และการใช้ส่วนผสมต่าง ๆ ต้องเพิ่มขึ้น เพราะโปรตีนไม่สามารถยึดน้ำไว้ได้ การจับตัวกันไม่ดี สีก็ซีด มีผลทำให้รสชาติเปลี่ยนไป และผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีอายุการเก็บรักษาที่สั้น

3. ผู้บริโภคไม่พึงพอใจกับรสชาติของเนื้อ เพราะเนื้อที่ได้เมื่อนำไปปรุงอาหาร รสชาติจะไม่นุ่มลิ้น (Tenderness) ไม่ชุ่มฉ่ำ (Juiciness) เพราะน้ำที่ไหลเยิ้มออกไปนั่นเอง

วิธีป้องกันการเกิดเนื้อ PSE

เมื่อทราบถึงสาเหตุการเกิดเนื้อ PSE แล้ว วิธีที่จะป้องกันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 2 ประการด้วยกัน คือ พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ที่ผู้เลี้ยงสุกรจะต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ เพราะการที่สุกรมีลักษณะความเป็นกล้ามเนื้อสูง แต่โอกาสเกิดเนื้อ PSE ก็ง่าย ถ้าสุกรที่มีความเป็นกล้ามเนื้อต่ำ โอกาสเกิดเนื้อ PSE ก็น้อย ซึ่งการที่นักปรับปรุงพันธุ์สัตว์ปรับปรุงส่วนหนึ่งส่วนใดได้ตามความต้องการแล้วนั้นก็ยังไม่สามารถปรับปรุงนำข้อดีทุก ๆ สิ่งมาอยู่ในตัวสัตว์ตัวเดียวกันได้ คุณภาพซากก็เป็นลักษณะสำคัญอีกประการหนึ่งที่มีผลโดยตรงต่อผู้บริโภค ที่นักปรับปรุงพันธุ์สัตว์ได้ให้ความสนใจ และจำเป็นที่จะต้องใช้เวลาในการปรับปรุงแก้ไขต่อไป ส่วนทางด้านสิ่งแวดล้อมนั้น ผู้เลี้ยงสุกรสามารถควบคุมได้ด้วยตัวเองที่จะไม่ให้เกิดคุณภาพซากที่ไม่ต้องการได้

เอกสารอ้างอิง

- ปรีชา. (2528). เนื้อหมูเหลว ซีด น้ำไหลโกรก. วารสารสัตว์เศรษฐกิจ 3 (2) : 21-25.
- คันธพนิต, ชัยณรงค์. (2529). วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ บริษัทไทยวัฒนาพานิช จำกัด กรุงเทพฯ. 468 น.
- จัตตุพรพงษ์, สุกัญญา. (2531). การป้องกันการสูญเสียจากการขนย้าย. สุกรสาร 19 (25) : 68-72.
- นันทชัย, เกษม. (2526). กล้ามเนื้อและเนื้อสัตว์. เอกสารประกอบการสอนวิชา 113 424 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น. 93 น.

- เศรษฐกุล, จุฑารัตน์. (2531). กรรมวิธีการฆ่ามีผลต่อคุณภาพเนื้ออย่างไร. *สุกรสาร* 14(56) : 14-20.
- ศรีพรหมมา, จุฑารัตน์, โอภาสพัฒน์กิจ, ญาทิน. (2531). อิทธิพลของวิธีการฆ่าที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นกรดในเนื้อสุกร. อิทธิพลของวิธีการฆ่าแบบไทย วิธีที่ 1 และวิธีการฆ่าแบบสากล. รายงานประชุมทางวิชาการ สาขาสัตว ครึ่งที่ 26 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- Bate - Smith, E.C. and Bendol, J. (1949). Factors determenation the time cause of rigor motis. *J. Physi.* 110 : 47.
- Currie, R.W. and Wolfe, F.H. (1979). Relationship between pH fall and initiation of isoto-nic contraction in post-mortem beef muscle. *Can. J. Anim. Sci.* 59 : 639-647.
- Forrest, J.C., Aberle, E.D., Hedrick, H.B., Judge, M.D. and Merkel, R.A. (1975). *Principles of Meat. Science.* W.H. Freeman and Co. San Francisco USA.
- Jeacocke, R.I. (1977). The temperature dependence of an aerobic glycolysis in beef muscle held in a linear temperature gradient. *J. Sci. Food Agric* 28 : 551.
- Lawrie, R.A. (1974). *Meat Sience* 2d ed., Pergamon Press Inc., New York. 419 p.
- Price, J.F. and Schweigert, B.S. (1971). *The Science of Meat and Meat. Products.* W.H. Freeman and Co., San transisco. 660 p.
- Foley, R.C., Bath, D.L., Ickinson, F.N. and Tucher, H. (1972). *Dairy Cattle : Principles, Problems, Pro fits.* Lea and Febiger, Philadelphia.
- McDowell, R.E. (1972). *Improvement of Livestock Production in Warm Climates.* W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Quinn, T. (1980). *Dairy Farm Management.* Delmar Publishers, New York.
- Reaves, P.M. and Henderson, H.O. (1963). *Dairy Cattle Feeding and Management.* 5th ed., John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Roy, J. H. B. (1980). *The Calf.* 4th ed., Butterworths, London.
- Steel, R. G. D. and Torrie, J.H. (1980). *Principles and Procedures of Statistics.* 2nd ed., McGraw-Hill International Book Company, Auckland.
- Vanstone, E. and Dougall, B.M. (1980). *Principles of Dairy Science.* Cleaver-Hume Press Ltd., London
- Villegas, V. (1939). *Livestock Industries of Cochin china, Cambodia, Siam and Malays.* *Philippine Agriculturist* 27 : 693-725.
- Villegas, V. and Cruz, C.E. (1958). *Dairy qualities of Philippine cows.* *Philippine Agriculturist* 41 : 459-498.
-