

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การเจริญเติบโตของเนื้อแดงและเนื้อเยื่อไขมัน

วินัย (2527) กล่าวว่า สุกรเป็นสัตว์ประเภทให้เนื้อที่สำคัญ เป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญมาก เพราะให้อาหารโปรตีนแก่มวลมนุษย์ การลงทุนระดับอุตสาหกรรมนับได้ว่าการทำฟาร์มสุกรเป็นอาชีพที่มีความสำคัญมากในแง่เศรษฐกิจเพราะสุกรเป็นสัตว์ที่เลี้ยงง่ายเจริญเติบโตเร็วประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารให้เป็นเนื้อสูง การเจริญเติบโตและการพัฒนาทางร่างกายของสุกรนั้นเกี่ยวข้องโดยตรงกับการให้อาหารสุกร สอดคล้องกับสมชัย (2532) ที่กล่าวว่า การเจริญเติบโตของสุกรหรือน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเมื่อสุกรอายุมากขึ้นเป็นผลมาจากการสะสมปริมาณเนื้อเยื่อเนื้อแดง เนื้อเยื่อไขมันและกระดูก โดยระยะแรกสุกรอายุยังน้อยร่างกายของตัวสุกรประกอบด้วยกระดูกเป็นส่วนใหญ่ ในระยะเจริญเติบโตจะมีการสะสมเนื้อเยื่อเนื้อแดงมาก การสะสมเนื้อเยื่อไขมันและกระดูกจะเกิดขึ้นจำกัดตามเกณฑ์ แต่ถ้ามีอาหารเหลือจากการสร้างสะสมเนื้อเยื่อเนื้อแดงจะเกิดการสะสมเนื้อเยื่อไขมันมากขึ้นจนถึงระยะโตเต็มที่

สมกิจ (2536) กล่าวว่า สุกรที่มีน้ำหนักตั้งแต่ 60 กิโลกรัมถึงส่งตลาด ระยะนี้สุกรจะมีการสร้างเนื้อลดลง แต่มีการสร้างหรือสะสมไขมันอย่างรวดเร็ว การให้อาหารสุกรอย่างเต็มที่จะมีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มอย่างรวดเร็ว แต่น้ำหนักตัวที่เพิ่มนั้นจะเป็นส่วนของไขมันมากทำให้ซากมีไขมันมาก ประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง ปัจจัยด้านอาหารนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะสำหรับสุกรสายพันธุ์ที่โตเร็วและให้คุณภาพซากดี มีเนื้อแดงมากทั้งนี้เนื่องจากอาหารสัตว์มีบทบาทเป็นอย่างมากต่อคุณลักษณะ หากอาหารใช้เลี้ยงสุกรไม่ถูกต้องก็จะมีผลกระทบกับทุกลักษณะ ซึ่งจะส่งผลเสียทำให้สุกรมีการเจริญเติบโตช้าใช้อาหารมากในการเพิ่มน้ำหนัก เนื้อแดงน้อย ไขมันมาก สุกรป่วยง่าย ต้องใช้ยาและสารเคมีมากในการเลี้ยง อายุการใช้งานของสัตว์ลดลง สุดท้ายต้นทุนการเลี้ยงสุกรแพงขึ้นและเนื้อสุกรที่ผลิตได้อาจไม่ถูกสุขอนามัยและไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ดังนั้นให้อาหารสุกรที่มีคุณภาพดีจึงถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการเลี้ยงสุกรให้ประสบผลสำเร็จและเป็นปัจจัยจำเป็นอย่างยิ่งในการผลิตสุกรให้ถูกอนามัย

การศึกษาของ สมชัย (2532) รายงานว่า การเจริญเติบโตของสุกร โดยทั่วไปมีลักษณะเป็นรูปตัวเอส (S-shaped) หรือ growth curve กล่าวคือในระยะแรกเมื่อสุกรอายุน้อยการเจริญเติบโตเกิดขึ้นได้ช้าน้ำหนักตัวที่เพิ่มต่อวันมีค่าต่ำ จนเมื่อสุกรมีน้ำหนักตัวประมาณ 30 กิโลกรัม สุกรจะมีอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวต่อวันสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงระยะโตเต็มที่ (mature) เมื่อสุกรมีน้ำหนักประมาณ 100 กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตจึงเริ่มลดลง ซึ่งการเจริญเติบโตของสุกรหรือน้ำหนัก

ตัวที่เพิ่มขึ้น เมื่อสุกรอายุมากขึ้นเป็นผลมาจากการสะสมปริมาณเนื้อแดง เนื้อเยื่อไขมันและกระดูก ระยะแรกเมื่อสุกรยังมีอายุน้อย ร่างกายจะประกอบด้วยกระดูกเป็นส่วนใหญ่ ในระยะเจริญเติบโต จะมีการสะสมเนื้อแดงมาก การสะสมเนื้อเยื่อไขมันและกระดูกจะเกิดขึ้นจำกัดตามเกณฑ์จนถึง ระยะโตเต็มที่ การสะสมเนื้อแดงจะลดต่ำลง อาหารที่กินเข้าไปจะถูกนำไปสะสมเป็นไขมันมากขึ้น

สุทส์น (2540) รายงานว่า สุกรน้ำหนักตัว 30-60 กิโลกรัม เป็นช่วงที่มีการเจริญเติบโตของ กล้ามเนื้อเกิดขึ้นสูงที่สุด สำหรับประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรจะสูงในช่วงที่ยังเล็กอยู่ เพราะ สุกรมีขนาดน้ำหนักน้อย ปริมาณการกินอาหารยังไม่มากแต่อัตราการเพิ่มน้ำหนักจะมาก โดยสุกรที่ โตแล้วแม้ว่าจะมีอัตราเพิ่มน้ำหนักสูงกว่า ปริมาณการกินอาหารก็จะเพิ่มตามขนาดน้ำหนักตัวจึงทำ ให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง

คุณภาพซาก (carcass quality)

ในการผลิตสุกรเพื่อการค้า นอกจากจะให้ความสำคัญในด้านประสิทธิภาพการผลิตแล้วนั้น สิ่งหนึ่งที่ผู้ผลิตต่างก็ให้ความสำคัญไม่น้อยไปกว่ากันคือ คุณภาพซากของสุกรอันเป็นผลมาจาก ภายหลังการฆ่าแล้ว ซึ่งหลายฝ่ายมักเข้าใจว่าคุณภาพซากเป็นเรื่องปริมาณเนื้อแดงและ ไขมันเป็นหลัก ซึ่งผู้เลี้ยงเองต้องการผลิตสุกรให้มีเนื้อแดงมาก ไขมันน้อย จึงมีการปรับปรุงและจัดการด้าน การผลิตเรื่อยมาเช่น การคัดเลือกสายพันธุ์ ระบบการให้อาหาร การเสริมสารอาหารบางอย่าง (feed additives) เป็นต้น ซึ่งให้ผลดีในระดับหนึ่ง

คุณภาพซากหมายถึง ลักษณะร่วมกันทั้งคุณสมบัติทางกายภาพ ซึ่งได้แก่สี ลักษณะของเนื้อ แดงและไขมันที่แห้ง แข็ง ไม่นุ่มเยิ้ม หรือหมายถึง ความละเอียดของโครงสร้างเส้นใยกล้ามเนื้อ และคุณภาพทางเคมีได้แก่ เปอร์เซ็นต์ของโปรตีน ไขมัน ความชื้น และวิตามินต่าง ๆ ที่ได้จากเนื้อ ซึ่งมีผลต่อผู้บริโภคในการยอมรับสูงสุด (สัทชัย, 2534) โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพซาก แบ่งเป็นปัจจัยภายในตัวสัตว์ เช่น พันธุ์ เพศ น้ำหนัก และอายุ ส่วนปัจจัยภายนอกตัวสัตว์เช่น สิ่งแวดล้อม อุณหภูมิและอาหาร เป็นต้น รวมทั้งปัจจัยในด้านน้ำหนักที่เข้ามาก็มีผลต่อคุณภาพซาก สุกรเช่นกัน เห็นได้จากการศึกษาของ จูฮาร์ตัน (2528) ที่รายงานว่า น้ำหนักและอายุของสุกรมี ความสัมพันธ์โดยตรงกับคุณภาพซากคือ สุกรที่มีน้ำหนักตัวน้อย มีปริมาณเนื้อสูง ไขมันต่ำ เมื่อคิด เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก หรือการคิดค้นหาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพดี เพื่อ เปลี่ยนเป็นเนื้อและสะสมในร่างกายสัตว์ หรือแม้กระทั่งการพัฒนารูปแบบในการจัดการภายใน ฟาร์มให้ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม การพัฒนาดังกล่าวยังไม่เป็นที่พอใจ ส่งผลให้มีผู้ที่พยายามเอาสารเร่ง เนื้อแดงมาผสมอาหารสัตว์ในการเลี้ยงสุกร สารเร่งการสร้างเนื้อแดงมีชื่อสามัญที่เรียกในหมู่ เกษตรกรว่า เลนดอล เป็นสารเบต้าอะโกนิสต์ (β -agonist) โดยสารในกลุ่มนี้ได้แก่ Cimaterol,

Clenbuterol, Ractopamine และ Salbutamol กลไกการทำงานของสารกลุ่มนี้จะคล้ายกับการทำงานของสารในกลุ่ม Cathecolamine, Adrenaline และ Noradrenaline สามารถกระตุ้นการสลายกรดไขมันอิสระออกจากเนื้อเยื่อไขมัน และเพิ่มการสังเคราะห์และสะสมโปรตีนในซากรูทให้สูงขึ้น (พันทิพา, 2541) สารนี้ โดยทั่วไปใช้ในการรักษาผู้ป่วยที่เป็นโรคหอบหืด โดยจะช่วยขยายหลอดเลือด แต่เมื่อนำมาใช้ในส่วนผสมในสูตรอาหารสุกรทำให้สุกรมีความเครียดสูงขึ้น มีการเผาผลาญพลังงานสูงขึ้น และเร่งการสังเคราะห์และสะสมโปรตีน ทำให้มีปริมาณเนื้อแดงเพิ่มขึ้น

ในการพิจารณาว่าซากดี คุณภาพดีหรือไม่นั้น จูฮาร์ตัน (2532) กล่าวว่า ต้องคำนึงถึงคุณสมบัติที่สำคัญ ดังนี้

1. สัดส่วนของปริมาณกล้ามเนื้อและไขมันในซาก ซากที่มีคุณภาพดีจะต้องมีอัตราส่วนของกล้ามเนื้อต่อไขมันสูง หรือมีปริมาณเนื้อแดงในซากสูงโดยสอดคล้องกับ ชัยณรงค์ (2546) ที่กล่าวว่า การมีเนื้อแดงมากไขมันน้อยเป็นหลักสำคัญที่สุดของซากสุกรที่พึงประสงค์

2. คุณภาพของเนื้อ คุณภาพเนื้อสุกรเพื่อให้การผลิตสุกรขุนครบวงจรควบคู่ไปกับการผลิตภาพการผลิต และคุณภาพ ซึ่งผู้บริโภคมักมีความพึงพอใจในการบริโภคมากขึ้น ฉะนั้นในการผลิตสัตว์นั้นไม่ว่าจะเป็นด้านการผลิต การให้อาหาร การคัดเลือกพันธุ์ จนกระทั่งการฆ่าสัตว์จะต้องใช้ความสำคัญกันทุกขบวนการเพื่อให้ได้เนื้อสุกรที่มีคุณภาพ สะอาด ปลอดภัย และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั้งตามต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อการพิจารณาซากรวมทั้งการเก็บรักษาเนื้อ

2.1 สีของเนื้อ (color) สีของเนื้อขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ อายุ เพศ ลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อ ปริมาณรงควัตถุ ไมโอโกลบิน (myoglobin pigments) ในเนื้อ การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในกล้ามเนื้อภายหลังการฆ่า เช่น เนื้อโคมีสีแดงสดใส เนื้อสุกรควรมีสีชมพูอมแดง เนื้อไก่ควรมีสีออกขาวอมชมพูอ่อนเป็นต้น

สัทชัย (2534) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงกลไกทางเคมีโดยการสูญเสียหรือรับเอา Electron จะเกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงของสี และกล้ามเนื้อมัดใดทำงานหนักจำเป็นต้องใช้ Oxygen สูง จึงมีสีเข้มกว่ากล้ามเนื้อที่ทำงานน้อย หรือเป็นโครงร่าง นอกจากนี้พันธุ์ของสัตว์จะให้สีแตกต่างกันไป สีของเนื้อโคจะแดงกว่าสีของเนื้อสุกร แพะ และแกะ อายุก็เป็นตัวบ่งบอกถึงกล้ามเนื้อได้ สัตว์ที่มีอายุน้อยจะมีปริมาณ myoglobin ต่ำกว่าสัตว์ที่มีอายุมากกว่า เพศก็บ่งบอกถึงสีของกล้ามเนื้อได้เช่นกัน สัตว์เพศผู้มี myoglobin สูงกว่าเพศเมีย

Ellis et al. (1996) รายงานว่าน้ำหนักเข้าหามีผลต่อคุณภาพเนื้อเช่นกัน เห็นได้จากสีเนื้อที่เข้มขึ้น ความเหนียวที่มากขึ้น ปริมาณเม็ดสีในเนื้อ (myoglobin) และขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใหญ่ขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Cisneros et al. (1994) พบว่า การเพิ่มน้ำหนักที่เข้าหามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญต่อความนุ่มและการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า สัตว์ที่ไม่ตอนนั้นจะ

คงลักษณะของความเหนียว และสีคล้ำของเนื้อ ซึ่งไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค จึงเป็นไปได้ว่าความนุ่มที่ลดลง เมื่อสุกรเข้าฆ่าที่น้ำหนักสูง เนื่องจากอัตราการเจริญเติบโตที่ลดลง การสร้างเนื้อแดงที่ค่อนข้างต่ำ จึงมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ (proteolytic enzyme) ภายหลังการฆ่าและปริมาณคอลลาเจน (collagen) ในกล้ามเนื้อ ทำให้เนื้อเหนียวขึ้น (Kempster and Warkop, 1991)

2.2 ไขมันแทรกระหว่างเส้นใยของกล้ามเนื้อ (marbling) เนื้อที่มีคุณภาพดีควรมีไขมันกระจายในเนื้ออย่างสม่ำเสมอ ไขมันที่กระจายอยู่ในเนื้อเกิดจากการสะสมของไขมันที่พอกพูนแทรกอยู่ในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นใน (perimysium) ที่ห่อหุ้มระหว่างมัดกล้ามเนื้อแต่ละมัด ปริมาณไขมันที่กระจายในเนื้อจะไม่สูงเกินไป (cover cook) ขณะที่อุณหภูมิภายนอกสูงหรือเมื่อนำเนื้อมาบดและทำให้สุกจะไม่หดรัดตัวมาก มีรสชาติและความชุ่มฉ่ำดี Monin et al. (1999) รายงานว่าสุกรที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 127 กิโลกรัมจะไม่มี ความแตกต่างกันต่อความเป็นกรดเป็นด่างภายหลังการฆ่า (pH) (45 นาทีภายหลังฆ่า) เมื่อเทียบกับสุกรที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 101 กิโลกรัม เนื่องจากจะมีความยาวของ sarcomeres มากกว่า และมีความชื้นน้อยกว่ากลุ่มที่ฆ่าน้ำหนักเบา (101 กิโลกรัม) แต่ในลักษณะด้านอื่น ไม่พบความแตกต่างระหว่างน้ำหนักที่เข้าฆ่า สอดคล้องกับ Sutton et al. (1997) และ Leach et al. (1996) ที่พบว่า ปริมาณไขมันแทรกในเนื้อ (intramuscular fat) จะเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักที่เข้าฆ่า โดยทำการศึกษาในสุกรที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 110 ถึง 140 กิโลกรัม

Candex et al. (1998) เสนอแนะว่า การเพิ่มน้ำหนักฆ่าจะเป็นการปรับปรุงคุณภาพเนื้อเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทั้งในด้านสีเนื้อและปริมาณไขมันแทรกในเนื้อ (intramuscular fat) ซึ่งมีผลต่อลักษณะเนื้อและความรู้สึกในการยอมรับ (sensory evaluation) รวมทั้งจะมีโอกาสในการเกิดเนื้อซีดเหลว และเฉอะ (pale soft exudative, PSE) เนื่องจากการเพิ่มกิจกรรมของสุกร (activity) และการหลั่งฮอร์โมนจากต่อมอะดรีนอล คอร์เทกซ์ (adrenal cortex) มากขึ้น ทำให้สุกรเกิดความเครียดได้ง่าย ส่งผลต่อคุณภาพเนื้อ สอดคล้องกับ Sather et al. (1991) รายงานถึง การยอมรับคุณภาพเนื้อที่มีไขมันแทรกประมาณ 10 กรัมต่อกิโลกรัม ต่อน้ำหนักแห้ง โดยทั่วไปสุกรจะมีไขมันแทรกอยู่ระหว่าง 7.6-7.9 กรัมต่อกิโลกรัม แต่ในด้านคุณค่าทางโภชนา (nutritive values) จะสัมพันธ์กับการเพิ่มเปอร์เซ็นต์โปรตีนและไขมันแต่เปอร์เซ็นต์ความชื้นจะลดลง เมื่อน้ำหนักฆ่าเพิ่มขึ้น (Beattie et al., 1999)

2.3 ความนุ่มของเนื้อ (tenderness) หรือ ความเหนียว (toughness) ความนุ่มของเนื้อเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อความน่ารับประทาน (palatability) เนื้อสัตว์ที่มีความนุ่มดีย่อมเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค เนื้อสัตว์จะนุ่มหรือไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ พันธุ์สัตว์ อายุ ชนิดของกล้ามเนื้อหรือเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ปริมาณไขมันที่แทรกอยู่ในกล้ามเนื้อ สอดคล้องกับ Ellis and Horsfield (1988) พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการประเมินคุณค่าการบริโภคทั้ง อายุ ระดับ

ความเป็นนุ่มเป็นสาว สายพันธุ์ น้ำหนักที่ส่งมา คุณค่าทางโภชนา และคุณภาพบริโภค เนื้อสุกร ล้วนมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคทั้งสิ้น ซึ่ง Ramaswami et al. (1933) ได้ศึกษาการประเมิน คุณภาพของสุกรเพศผู้ตอนเข้ามาที่น้ำหนักต่างกัน พบว่า ด้านการบริโภคเนื้อสุกรที่น้ำหนักมา 80 100 และ 120 กิโลกรัม จะดีกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงเป็นไปได้ว่าผู้บริโภคยอมรับ เนื้อสุกรที่ได้จากกลุ่มที่ม่าน้ำหนักน้อย

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในกล้ามเนื้อภายหลังการฆ่า เอนไซม์พวกที่ย่อยโปรตีน (proteolytic enzyme) จะทำให้โปรตีนอ่อนตัวลง ซึ่งการอ่อนตัวของกล้ามเนื้อทำให้เนื้อเกิดความ นุ่ม (tenderness) ขึ้น ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นภายหลังจากเนื้อผ่านระยะการหด – เกร็งตัวไปแล้ว โดยทำ การแขวนซากไว้ที่อุณหภูมิ 3 – 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 7 – 14 วัน ซึ่งระยะเวลานี้เรียกว่า ช่วงการบ่มเนื้อ (aging หรือ ripening) เขวลักษณ์ (2536) กล่าวว่า เอนไซม์ที่สำคัญต่อการทำให้ เนื้อสัตว์ในช่วงนี้มีความนุ่มคือ เอนไซม์คาเทปซิน (cathepsin) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีอยู่ในกล้ามเนื้อ รวบรวมไหลออกมาจากระบบเก็บกักภายในเส้นใย กล้ามเนื้อในส่วนของไลโซโซม (lysosome) และทำ การย่อยสลายโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันร่วมไปกับการทำปฏิกิริยาในระดับ ชาร์โคเมียร์ ทำให้โปรตีน แตกตัวเป็นเปปไทด์ (peptide) และสารแอคโตไมโอซินคลายตัวออกจากกันเป็นโปรตีนแอคติน และโปรตีนไมโอซินบางส่วนมีผลทำให้เนื้อนุ่มขึ้น

2.4 กลิ่น (odor) และรสชาติ (tastes) เนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพดีต้องไม่มีกลิ่นผิดปกติ กลิ่นเป็นปัจจัยสำคัญของรสชาติ เนื้อสัตว์ มีกลิ่นบางเบาและรสชาติออกไปทางเค็ม ๆ เกิดขึ้น จากน้ำ และส่วนของเลือดที่มีอยู่ในเนื้อ รสชาติที่แท้จริงของเนื้อสัตว์ที่มนุษย์รู้จักนั้นจะปรากฏ ออกมาเมื่อนำเนื้อนั้นไปทำให้สุก ทั้งนี้เพราะความร้อนจะเป็นตัวทำให้สารประเภทให้กลิ่น บางอย่างระเหยออกมา และกลิ่นนี้เองเป็นตัวกระตุ้นต่อมรับรสให้เกิดความรู้สึกอยากรับประทาน ขึ้นมา เนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพดีต้องไม่มีกลิ่นผิดปกติในเนื้อ ได้แก่ กลิ่นของเพศ กลิ่นอาหารที่ใช้เลี้ยง สัตว์ เช่น การใช้ปลาป่นที่มีไขมันในระดับสูงกลิ่นอาซิโดน ที่เกิดปฏิกิริยาการทำลายของไขมัน สะสมในร่างกายที่มากเกินไป และกลิ่นที่เนื้อดูดกลิ่นมาจากสภาวะแวดล้อมภายนอก

Nold et al. (1997) พบว่า การยอมรับเนื้อสุกรเพศผู้ของผู้บริโภคที่มีผลเนื่องมาจากกลิ่นที่ ต่างกันไป ซึ่งแปรผันไปตามความรู้สึก ตลอดจนสิ่งแวดล้อม ระบบการผลิต และความชำนาญใน เรื่องการรับรู้สารของแต่ละคนซึ่ง Bonneau et al. (1992) ประเมินในด้านคุณสมบัติการดูดซึม เป็นการยอมรับโดยประสาทสัมผัสแห่งการรับรู้ เช่น มอง ดมกลิ่น ชิม และความรู้สึก เป็นต้น ความสำคัญของคุณสมบัติด้านนี้ คือ ลักษณะที่ปรากฏ ได้แก่ สี รูปร่าง ปริมาณไขมันแทรก รสชาติ ความชุ่มฉ่ำ และความนุ่ม เป็นต้น ส่วนกลิ่นนั้นเป็นผลมาจากการรวมตัวของสารประกอบ มากมาย ซึ่งคุณสมบัติเรื่องกลิ่นนี้มักนิยมในรูปของการยอมรับเนื้อสัตว์

2.5 ความชุ่มฉ่ำของเนื้อหรือความชุ่มน้ำ (juiciness) ความชุ่มน้ำของสัตว์จัดได้ว่าเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความน่ารับประทานของเนื้อ โดยที่ความชุ่มน้ำจะเป็นความรู้สึกที่ประสาทสัมผัสภายในปากได้รับจากการที่ของเหลวถูกบีบและกดดันออกมาจากก้อนเนื้อที่กำลังบดอยู่ในปาก ส่วนของเหลวที่ออกมาเป็นซีรัม (serum) และไขมันจะไปทำให้เกิดการเร่งเร้าให้ขับน้ำลายไหล (salivation) เนื้อสัตว์ที่มีอายุน้อยจะทำให้ความรู้สึกที่มีความชุ่มน้ำสูงกว่าเนื้อสัตว์ที่มีอายุมาก แต่ถ้านเนื้อสัตว์ที่มีอายุมากมีไขมันแทรกสูงก็จะทำให้ความชุ่มชื้นของเนื้อเพิ่มขึ้นได้

2.6 ความแน่นของเนื้อ (firmness) ความแน่นของเนื้อมีความสำคัญต่อการตัดการหั่น การวางจำหน่ายที่ตลาด ตลอดจนการนำไปแปรรูป ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความหนาแน่นของเนื้อได้แก่ สภาพการหดตัว – เกร็งตัวของกล้ามเนื้อ (rigor mortis) ไขมันแทรก (marbling fat) เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ขนาดของมัดกล้ามเนื้อ ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ อายุของสัตว์และชนิดของสัตว์ สอดคล้องกับ Barton – Gade et al. (1987) ที่กล่าวว่า สุกรเพศผู้ตอนและสุกรสาวจะประกอบไปด้วยสัดส่วนของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวเป็นส่วนใหญ่ จึงส่งผลให้ความแน่นของไขมันสันหลัง (firmness) ลดลง เนื่องจากปริมาณไขมันที่อิ่มตัวน้อยทำให้ไขมันเหลว ซึ่งเป็นปัญหาต่อผู้บริโภค และมีโอกาสที่จะเกิดการหืน (rancidity) ได้ง่ายกว่า รวมทั้งในการใช้เป็นส่วนประกอบในการทำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเนื้อสุกรเพศผู้ และ สัตูชัย (2543) พบว่า ไขมันที่สกัดมาจากเนื้อเยื่อไขมันสุกรเพศผู้ตอนโดยเปรียบเทียบที่น้ำหนักซากเท่ากัน และปริมาณกรด linoleic สูง รวมทั้งมีอัตราส่วนของ monoene : saturated สูงกว่านอกจากนี้สุกรเพศผู้ยังมีปริมาณไขมันอิสระในรูปวัตถุแห้งในไขมันสันหลังสูง แต่ไม่มีความแตกต่างต่อคุณภาพโดยรวมต่อคุณภาพไขมัน ส่วนความแน่น (firmness) จะเห็นได้ว่า ไขมันสุกรเพศผู้มีความหนาแน่นกว่าสุกรเพศผู้ตอน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาโดยรวมสุกรเพศผู้มีคุณภาพไขมันคือดีกว่าสุกรเพศผู้ตอนเนื่องจากมีเนื้อมากกว่า

2.7 ลักษณะเนื้อและขนาดของเส้นใย (texture and fiber size) ลักษณะเนื้อเป็นส่วนสำคัญโดยตรงกับขนาดของเส้นใยในเนื้อเนื่องจากสัตว์ที่มีอายุมากจะมีลักษณะหยาบ (coarseness) ซึ่งถ้านำมัดกล้ามเนื้อมาตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์จะเห็นว่าเนื้อที่มีลักษณะหยาบอาจเกิดจากการเพิ่มขนาดของเส้นใย ปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน การหดเกร็งของกล้ามเนื้อ เนื้อที่มีคุณภาพดีควรมีลักษณะเนื้อละเอียด (fine)

2.8 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) เนื้อในสภาพปกติจะมี pH ประมาณ 6.8–7.0 ซึ่งในสภาพเช่นนี้โมเลกุลของโปรตีนในเนื้อจะมีความเป็นประจุ (ขั้วบวก หรือ ขั้วลบ) สูง เนื่องจากมีกลุ่มของ carbonyl, amino, carbonyl, hydroxyl, sulfhydryl, imidazole อยู่ภายใน ซึ่งกลุ่มเหล่านี้จะจับน้ำที่อยู่ในเซลล์ของเนื้อไว้ด้วยแรงดึงดูดไฮโดรเจน

bond) ทำให้เนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง และน้ำไม่ซึมไหลออกจากเนื้อ เมื่อเซลล์ถูกตัด หั่น หรือ บด

การเปลี่ยนแปลงของเนื้อ ภายหลังจากสัตว์ตายโดยเกิดจากการแตกหักขึ้นในขบวนการ ไกลโคไลซิส มีผลโดยตรงต่อการลดกลุ่มต่าง ๆ ที่อยู่ในโมเลกุลของโปรตีน ทำให้การจับน้ำที่มี อยู่ในเซลล์ของเนื้อลดลง นอกจากนี้ยังทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพตามธรรมชาติ (denature) และสูญเสียความสามารถในการละลาย (solubility) ของโปรตีนด้วย เป็นผลให้เนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำแตกต่างกันไป พบว่าในเนื้อที่มีคุณภาพปกติ (normal meat) ประมาณหนึ่งในสาม ของการสูญเสียความสามารถในการอุ้มน้ำ เป็นผลมาจากการลดค่าต่ำลงของ pH ในเนื้อ ส่วนที่เหลือเป็นผลมาจากการเกิดการหด – เกร็งของกล้ามเนื้อ ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อจะมีค่า ไม่เท่ากัน

Shuler et al. (1983) ศึกษาคุณภาพเนื้อสุกรเพศผู้ตอนฆ่าเมื่อน้ำหนัก 45.5 68.2 90.9 และ 113.6 กิโลกรัม ตามลำดับ พบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเนื่องจากการปรุงอาหาร (cooking loss) และ ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ของเนื้อ ไม่ได้รับผลเนื่องจากน้ำหนักฆ่า ที่เพิ่มขึ้น ($P>0.05$) ส่วนเปอร์เซ็นต์ไขมันที่สกัดได้ (ether extract) และค่าการสูญเสียภายหลัง การแช่แข็ง (thawing loss) จะมีความแตกต่างในกลุ่มที่ฆ่า 45.5 และ 68.2 กิโลกรัม มากกว่าฆ่า 90.9 และ 113.6 กิโลกรัม ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของ Stant et al. (1968) พบว่าเมื่อ ค่าไขมันที่สกัดได้เพิ่มขึ้นจะทำให้ความชื้นลดลง ตามน้ำหนักฆ่าที่มากขึ้น และอาจเป็นไปได้ที่ ความชื้นลดลง มีผลให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย เนื่องจากการแช่จะลดลง สำหรับคุณภาพด้านอื่น ๆ ทั้งความแน่นของไขมัน (firmness) ค่าแรงตัดผ่านเนื้อและสีของเนื้อ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$)

ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำในด้านอื่นนั้น Kuhn et al. (1997) ศึกษาในสุกรที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 100 120 140 และ 160 กิโลกรัม ตามลำดับ พบว่า น้ำหนักฆ่าที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลต่อการสูญเสียน้ำเนื่องจากการย่างมากขึ้น ซึ่งจะมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับน้ำหนักฆ่าที่เพิ่มขึ้น รวมทั้ง การศึกษาของ Pour et al. (1976) รายงานว่า ค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการย่าง (grilling loss) มีความสัมพันธ์ในทางลบกับค่า pH หลังฆ่า คือ เมื่อ pH ลดลง จะมีการสูญเสียน้ำมากขึ้น เนื่องจาก pH ที่ลดลงจะส่งผลต่อค่าความสามารถในการอุ้มน้ำที่ต่ำลง จึงมีการสูญเสียน้ำที่เพิ่มขึ้น

3. คุณภาพของไขมัน (fat quality) คุณภาพของไขมัน ได้แก่ สี ความแน่น และกลิ่น ไขมันที่มีคุณภาพดี จะต้องไม่มีสีที่ผิดปกติ ถ้าเป็นไขมันสุกรจะต้องมีสีขาว เช่นเดียวกับรายงาน ของ สัตยชัย (2543) ที่กล่าวว่า คุณภาพไขมันส่วนใหญ่จะกล่าวถึงเนื้อเยื่อไขมันในซากสัตว์ที่ สามารถมองเห็นได้ โครงสร้างและคุณภาพความแข็งแรงที่ดี นอกจากนี้ไขมันจะต้องไม่เหลวทำให้

เสียคุณสมบัติที่ดีเกี่ยวกับการเก็บรักษาและการทำผลิตภัณฑ์ ไขมันที่มีลักษณะค่อนข้างเหลว เนื่องจากมีพวกไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) สูงและทำให้เหม็นหืนได้ง่าย ไขมันจัดเป็นสารประกอบของเนื้อสัตว์ที่จะขาดไม่ได้ เพราะไขมันจะทำให้เนื้อขณะปรุงไม่แห้ง และยังทำให้เกิดกลิ่นที่ชวนให้น่ารับประทานเป็นอย่างยิ่ง จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดความน่ากิน ความพึงพอใจโดยรวม เนื่องจากการตรวจชิมในขณะเดียวกันก็บ่งบอกถึงอายุการเก็บรักษาของเนื้อ (shelf life) และผลิตภัณฑ์โดยพิจารณาจากโอกาสที่เกิดการหืนขึ้น (rancidity) เนื่องจากสุกรมีเนื้อแดงมากเกินไป โดยเฉพาะสายพันธุ์สุกรที่ให้เนื้อแดงมาก ไขมันน้อย ทำให้ไขมันเหลวและการแยกตัวของไขมันจากเนื้อแดง ส่งผลต่อความเข้มข้นของกรดไขมันอิ่มตัวมีปริมาณสูงขึ้นซึ่งมีโอกาสเกิดการเหม็นของไขมัน Ellis et al. (1996) ทำการศึกษาการประเมินความแน่นของไขมันสุกรที่น้ำหนักฆ่า 80 100 และ 120 กิโลกรัม ตามลำดับ พบว่าเมื่อน้ำหนักฆ่าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความแน่นของไขมันเพิ่มขึ้น ดังนั้น ทั้งอายุหรือน้ำหนักเข้าฆ่า จึงอาจนำมาพิจารณาประยุกต์ใช้เมื่อประสบปัญหาด้านคุณภาพไขมันในซากสุกรชำแหละ เช่นเดียวกับ Wiseman and Agunbiade (1998) ศึกษาผลของอาหารไขมันต่อส่วนประกอบของซาก และระดับกรดไขมันในซากสุกรที่เข้าฆ่าเมื่อน้ำหนัก 67.5 80 และ 92.5 กิโลกรัม ตามลำดับ พบว่า สัดส่วนของกรดไขมันในซากและกล้ามเนื้อ จะมีแนวโน้มที่จะเป็นพวกกรดไขมันอิ่มตัวมากกว่า สอดคล้องกับ Nicholl and Price (1987) ทำการศึกษาคุณภาพไขมันที่ได้จากสุกรเพศผู้ตอนเข้าฆ่าที่น้ำหนัก 110 120 130 และ 140 กิโลกรัม ตามลำดับ จะพบว่า ในกลุ่มสุกรเพศผู้ที่น้ำหนักต่ำกว่า 140 กิโลกรัม จะมีปริมาณไขมัน และระดับกรดไขมันอิ่มตัวต่ำกว่ากลุ่มที่น้ำหนักสูง ส่วนด้านคะแนนของกลิ่นจะลดลง เมื่อน้ำหนักฆ่าเพิ่มขึ้น จึงอาจเป็นไปได้ว่า การนำสุกรเพศผู้เข้าฆ่าเมื่อน้ำหนักตัวเท่ากับ 100–110 กิโลกรัม น่าจะเป็นที่ยอมรับต่อผู้บริโภคมากกว่า เทียบเท่ากับคุณภาพไขมันของสุกรเพศผู้ตอนที่น้ำหนักฆ่าเดียวกัน

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพซากของสุกร

วินัย (2527) กล่าวว่า การเลี้ยงสุกรให้มีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีแล้ว จะต้องได้สุกรที่มีคุณภาพซากที่ดีด้วย คือได้มาตรฐานสูงทั้งในแง่คุณภาพ (quality) และปริมาณ (quantity หรือ yield grade) ซึ่งเหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจและความต้องการของตลาดคุณภาพของซาก ต้องเป็นสุกรพันธุ์ดี เลี้ยงด้วยอาหารดีมีคุณภาพดี และสุกรต้องมีสุขภาพดี สอดคล้องกับ สัตยชัย (2534) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพซากแบ่งเป็นปัจจัยภายในตัวสัตว์เอง เช่น พันธุ์ เพศ น้ำหนัก และอายุ ส่วนปัจจัยภายนอกสัตว์ เช่น สภาพแวดล้อม อุณหภูมิ และอาหาร เป็นต้น รวมทั้งปัจจัยในด้านน้ำหนักที่เข้าฆ่าก็มีผลต่อคุณภาพซากสุกร เช่นเดียวกับ จุฑารัตน์ (2528) กล่าวว่า ปัจจัยทางด้านการผลิตที่พบว่ามีผลสำคัญอย่างมากต่อ

คุณภาพเนื้อและไขมันสามารถที่จะแบ่งออกเป็นหัวข้อตามลำดับขั้นตอนของการผลิตเนื้อที่พร้อมจะถึงมือผู้บริโภค ได้ดังนี้

พันธุ์หรือสายพันธุ์

พันธุ์สัตว์คือ ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อเป็นอย่างมาก พบว่า ปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอิทธิพลทางพันธุกรรมเป็นอย่างมาก สุนัขสายพันธุ์ที่มีการสะสมกล้ามเนื้อสูง เช่น พันธุ์ลาจัวท์ แลนด์เรซ และ เพียเทียนจะมีปริมาณไขมันสะสมน้อยกว่าพันธุ์ร็อกหรือแฮมเชอร์ทั้งหมดนี้รวมไปถึงลักษณะโครงสร้างร่างกายที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม เช่นเดียวกับ อุทัย (2546) กล่าวว่า พันธุ์สุกรที่ใช้ควรเป็นสายพันธุ์ที่มีการสะสมเนื้อแดงมาก มีไขมันขาว ซึ่งเป็นปัจจัยที่ได้มีการปฏิบัติในการเลี้ยงสุกรเป็นพื้นฐานทุกระดับทั้งรายเล็ก กลาง และใหญ่ มักจะใช้สุกรพันธุ์จากยุโรป เช่น เดนมาร์ก ไอร์แลนด์ ฟินแลนด์ ซึ่งจะเน้นการปรับปรุงพันธุ์ให้ซากมีคุณภาพดี เปอร์เซนต์เนื้อแดงสูง การเลี้ยงสุกรในปัจจุบันเป็นสายพันธุ์ที่มีสมรรถนะสูง ต้องการอาหารที่มีคุณภาพดี และการเลี้ยงดูที่ดี สุกรมีความเครียดน้อย จึงจะทำให้สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากตามสายพันธุ์

เพศ

ความแตกต่างระหว่างเพศ พบว่ามีผลต่อส่วนประกอบภายในซากโดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณไขมัน ซากของสัตว์เพศผู้พบว่าจะมีปริมาณเนื้อแดงสูง ทั้งนี้เนื่องมาจากฮอร์โมนที่ผลิตโดยอวัยวะในสัตว์ตัวผู้ คือ androgen ซึ่งจะเป็นตัวกระตุ้นการสะสมของโปรตีนในร่างกายซึ่งในสัตว์เพศเมียไม่มี ส่วนสุกรเพศผู้ที่ไม่ตอนพบว่ากลิ่นที่เกิดจากฮอร์โมนเพศผู้ของมันจะมีผลทำให้เกิดกลิ่นที่ผิดปกติในเนื้อ (sexual odor) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องตอนสุกรตัวผู้เพื่อการจัดการสร้างฮอร์โมนตัวนี้ ซึ่งพบว่าทำให้การสะสมไขมันในซากสูงขึ้น ซากสุกรเพศผู้ตอนมีเปอร์เซนต์ไขมันสูงกว่าซากสุกรเพศเมียที่มีขนาดน้ำหนักเท่ากัน

อาหาร

อุทัย (2546) กล่าวว่า ปัจจัยด้านอาหารนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะสำหรับสุนัขสายพันธุ์ที่โตเร็วและทำให้คุณภาพซากดี มีเนื้อแดงมาก ทั้งนี้เนื่องจากอาหารสัตว์มีบทบาทต่อคุณลักษณะต่อไปนี้ของสุกรและเกี่ยวข้องโดยตรงต่อต้นทุนการผลิตสุกร คือ อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร คุณภาพซาก โดย จูฮาร์ตัน (2528) กล่าวว่า สัดส่วนของปริมาณกล้ามเนื้อและกล้ามเนื้อต่อไขมันสูง หรือมีปริมาณเนื้อแดงในซากสูง ปริมาณเนื้อแดงและไขมันโดยจะต้องมีสมรรถภาพการสืบพันธุ์ การให้ลูก สมรรถภาพของการคลอด สุขภาพและภูมิคุ้มกันโรคของสัตว์ และอายุการใช้งานของสัตว์

สมชัย (2532) กล่าวว่า การให้อาหารเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพไขมัน การให้อาหารสุกรแบบจำกัดจะมีผลทำให้เกิดลักษณะไขมันเหลว ทั้งนี้เพราะปริมาณไขมันสะสมลดน้อยลง ทางด้านอาหารของสุกร ทั้งปริมาณของไขมันที่เป็นส่วนประกอบของอาหารและชนิดของกรดไขมันในไขมันซาก ทั้งนี้เพราะร่างกายสุกรสามารถนำไขมันในอาหารไปใช้ได้โดยตรง หากไขมันในอาหารเป็นไขมันที่ได้จากพืช ซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว (โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดไขมันลิโนเลอิก) เป็นส่วนใหญ่จะมีผลทำให้ไขมันซากสุกรเหลว เช่นเดียวกับ วินัย (2527) รายงานว่า การให้อาหารสุกรขุนอย่างจำกัด จะทำให้สุกรมีการเจริญเติบโตต่ำกว่าสุกรที่กินอาหารอย่างเต็มที่หรือมากกว่า แต่ปริมาณเนื้อแดง (คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักซาก) ของสุกรที่ได้รับอาหารจำกัดจะมากกว่าสุกรที่กินอาหารอย่างเต็มที่และยังมีความหนาของมันสันหลังบางกว่า อย่างไรก็ตาม Candek et al. (1998) ศึกษาผลของการเพิ่มอายุและน้ำหนักเข้าฆ่าที่ 100 และ 300 กิโลกรัม ภายใต้สภาวะการจำกัดอาหาร 30 เปอร์เซ็นต์ ผลที่ตามมาคือ การเติบโตที่ต่ำลง แต่มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าเล็กน้อย ขณะที่การให้อาหารแบบเต็มที่ สุกรที่เข้าฆ่าหนัก 130 กิโลกรัม จะมีการเจริญเติบโตและการใช้อาหารต่ำกว่า แต่จะมีการสะสมไขมันเพิ่มขึ้น การจำกัดอาหารนั้นจะมีผลเพียงเล็กน้อยต่อน้ำหนักที่เข้าฆ่า แต่จะเป็นการลดอัตราการเพิ่มน้ำหนัก และการเพิ่มระยะเวลาในการเลี้ยง ส่งผลต่อต้นทุนการผลิตตามมา สอดคล้องกับ จุฑารัตน์ (2528) กล่าวว่า การจำกัดอาหารจะทำให้คุณภาพซากดีขึ้นเนื่องจากการลดปริมาณพลังงานที่สัตว์ได้รับจากอาหาร จะมีผลทำให้การสร้างไขมันลดลงในอัตราสูงกว่าการสร้างโปรตีนในร่างกาย วิธีการนี้จะพบว่า ได้ผลดีกับสุกรพันธุ์มัน หรือ สุกรพันธุ์ที่ไม่มีคุณสมบัติเลิสทางการให้น้ำ แต่สุกรพันธุ์ที่ให้น้ำมาก เช่น Landrace และ Pietrain พบว่า วิธีการจำกัดปริมาณอาหารไม่ช่วยในการปรับปรุงซากให้ดีขึ้น สัตว์ที่ได้รับอาหารที่มีโภชนาไม่สมดุลกับความต้องการของร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งได้รับโปรตีนจากอาหารไม่เพียงพอ จะมีผลทำให้การสะสมของโปรตีนในกล้ามเนื้อลดลง และจะเกิดการสร้างเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมากขึ้น

อิทธิพลที่มีผลอย่างมากต่อคุณภาพเนื้อและไขมันในซาก คือ วัตถุดิบที่ผสมในอาหารสุกร เช่น พบว่าการใช้ปลาป่นที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูง จะทำให้เนื้อมีกลิ่นเหมื่อนน้ำมันคัปลา หรือการใช้รำละเอียดหรือข้าวโพด ผสมลงในสูตรอาหารมากจะมีผลทำให้ไขมันในซากสุกรค่อนข้างเหลว ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ไม่ดีของไขมัน สอดคล้องกับ จุฑารัตน์ (2532) กล่าวว่า กลิ่นคาวปลา (fishy meat) ในเนื้อสุกรเกิดขึ้นเนื่องจากในสูตรอาหารมีส่วนผสมของปลาป่นที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมันไม่อิ่มตัวสูง ดังจะเห็นได้จากรายงานของ สมชัย (2532) สนับสนุนว่า เมื่อสุกรมีน้ำหนักมากขึ้นจะเกิดการสะสมไขมันที่มีอัตราส่วนของกรดไขมันอิ่มตัวหรือกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงขึ้น ไขมันจับตัว

กันแน่นยิ่งขึ้น สัดส่วนของปริมาณน้ำและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันลดลง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ล้วนมีผลทำให้ไขมันแน่น (firmness)

การปนเปื้อนและสารตกค้างในเนื้อสัตว์ จูฑารัตน์ (2528) ได้กล่าวว่าเกิดจากสาเหตุดังนี้

1. การปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ เชื้อจุลินทรีย์ที่สำคัญที่ตกปนเปื้อนอยู่ในเนื้อสัตว์ ได้แก่ ซัลโมเนลลา ซึ่งเชืื่อนี้อาจติดมากับสภาพแวดล้อมในคอก และที่สำคัญส่วนใหญ่จะติดมากับอาหารสัตว์ โดยเฉพาะกับวัตถุดิบพวกปลาป่น ซึ่งสอดคล้องกับ อุทัย (2546) รายงานว่า ปลาปนคุณภาพต่ำ ปลาเหม็นเน่า เพราะจะมีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาสูงจะทำให้สุกรมีอาการท้องเสียไหลประสิทธิภาพการใช้อาหารด้อยลง ส่วนข้าวโพดคุณภาพต่ำมีราขึ้น เพราะข้าวโพดดังกล่าวจะมีสารพิษเชื้อรา โดยเฉพาะสารพิษอะฟลาทอกซิน ซึ่งจะมีผลทำให้สุกรมีการเติบโตลดลง ประสิทธิภาพการใช้อาหารด้อยลง ซากคุณภาพไม่ดีและทำให้สุกรมีการสร้างภูมิคุ้มกันต้านโรคต่ำลง สุกรป่วยง่ายต้องให้ยาปฏิชีวนะ และสารเคมีในการเลี้ยงมากขึ้น

2. สารตกค้าง ซึ่งมีอยู่หลายอย่าง คือ

2.1 ยาปฏิชีวนะและยารักษาโรค สารตกค้างที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์ซึ่งเกิดจากการใช้ยารักษาหรือใช้สารปฏิชีวนะที่อยู่ในรูปของสารเร่งการเจริญเติบโต การใช้ในระดับเกินความจำเป็นมีผลให้เกิดการสะสมขึ้นในเนื้อสัตว์ การใช้ยาดังกล่าวควรต้องมีกำหนดระยะเวลาคงให้ยา และปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด ทั้งนี้ อุทัย (2546) มีรายงานว่า การเลี้ยงสุกรในปัจจุบันต้องมีการให้ยา และสารเคมีต่าง ๆ ในการเลี้ยงสุกรเพิ่มขึ้น ซึ่งนอกจากจะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ยังมีผลทำให้เกิดการตกค้างของยาปฏิชีวนะและสารเคมีในเนื้อสุกร ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

2.2 สารเสริมในอาหาร อุทัย (2546) กล่าวว่า ปัจจุบันมีสารเสริมอาหารหลายชนิด ได้แก่ กรดอินทรีย์ โปรไบโอติก น้ำย่อยสังเคราะห์ รวมทั้งสารดูดซับสารพิษที่ใช้ผสมอาหารสุกรและมีผลทำให้สุกรมีการย่อยอาหาร การใช้ประโยชน์อาหารรวมทั้งมีสุขภาพดีขึ้นทำให้ลดการให้ยาและสารเคมีในการเลี้ยงสุกรได้ ซึ่งสารเสริมแต่ละชนิดจะมีกลไกในการทำงานต่าง ๆ กัน ดังนี้

กรดอินทรีย์ ได้แก่ กรดซิตริก กรดแลคติก กรดฟumaric และกรดมาลิก ซึ่งกรดเหล่านี้จะมีผลทำให้กรดในทางเดินอาหารสูงขึ้น นอกจากนี้ความเป็นกรดในระบบทางเดินอาหารจะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคในทางเดินอาหาร ซึ่งช่วยทำให้สัตว์มีสุขภาพดีขึ้นด้วย

โปรไบโอติก เป็นจุลินทรีย์กลุ่มเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น แบคทีเรีย กลุ่มแลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus* spp.) และกลุ่มจุลินทรีย์ประเภทยีสต์ เป็นต้น ซึ่งจุลินทรีย์ที่ผสมในอาหารของสุกร และจะช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์กลุ่มที่เป็นเชื้อโรค และทำให้สัตว์มีสุขภาพดีขึ้น

น้ำย่อยสังเคราะห์ ได้แก่ น้ำย่อยโปรตีน น้ำย่อยแป้ง น้ำย่อยไขมันและน้ำย่อยโพสเทเคคาไรต์ที่ไม่ใช่แป้ง ซึ่งน้ำย่อยเหล่านี้จะเสริมกับน้ำย่อยธรรมชาติที่มีในระบบทางเดินอาหาร ทำให้

อาหารดูดย่อยและใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น อาหารคงเหลือในระบบทางเดินอาหารน้อยลง เป็นการจำกัดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ประเภทเชื้อโรคไปในตัว และทำให้สัตว์มีสุขภาพดีขึ้น

สารดูดซับสารพิษในอาหาร ได้แก่ สารพวกอลูมิเนียมซิลิเกต เช่น สารซีโอไลท์ เบนโทไนท์ เพอไลต์ ฯลฯ ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดซับสารพิษในอาหาร เช่น สารพิษอะฟลาทอกซิน จากเชื้อรา ให้ติดกับโมเลกุลของสารดูดซับเหล่านี้และขับถ่ายออกนอกร่างกายทางอุจจาระ ร่างกายไม่ได้รับผลกระทบจากสารพิษในอาหาร ทำให้สุกรไม่เครียดและทำให้ร่างกายสามารถสร้างภูมิคุ้มกันโรคได้เต็มที่ มีสุขภาพแข็งแรง และสามารถลดการใช้ยา และสารเคมีในการเลี้ยงลงได้ การใช้วัตถุดิบอาหารที่มีโอกาสปนเปื้อนด้วยสารพิษ เช่น ข้าวโพดคุณภาพต่ำจึงควรมีการเสริมสารดูดซับสารพิษลงไปจะช่วยทำให้สัตว์มีสุขภาพดีขึ้น

2.3 สารเร่งการเจริญเติบโต เป็นผลมาจากความสำคัญในเรื่องปริมาณการสะสมไขมันในสุกรเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เพื่อผลตอบแทนสารเร่งการสร้างเนื้อแดง สารที่เป็นที่รู้จักกันแพร่หลายคือ เบต้าอะโกนิสต์ และพอร์ซิน โสมาโดโทรฟินซึ่งในหลายประเทศได้ห้ามการใช้สารดังกล่าว ทั้งนี้เนื่องจากคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยในการบริโภคและสนับสนุนให้มีการเลี้ยงสัตว์อย่างมีมนุษยธรรม เช่นเดียวกับ อุทัย (2546) รายงานว่า การพัฒนาสารเร่งเนื้อแดงเพื่อช่วยให้สุกรมีคุณภาพซากดีขึ้น (มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงมากขึ้น) ซึ่งสารเร่งเนื้อแดงดังกล่าว ก็สามารถตกค้างในเนื้อสุกรและเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ซึ่งพัฒนาการดังกล่าวขัดแย้งกับกระแสความนิยมของผู้บริโภคเนื้อสุกรที่ต้องการเนื้อสุกรที่มีสุขอนามัยปลอดภัยต่อการบริโภค จูฮาร์ตัน (2538) กล่าวว่า สารในกลุ่มนี้เริ่มมาตั้งแต่ปี 1989 ภายหลังกลุ่มประชาคมยุโรปได้มีกฎหมายห้ามใช้ฮอร์โมนหรือสารคล้ายฮอร์โมน เพื่อใช้ในการเลี้ยงสัตว์โดยอ้างการนำสารเบต้าอะโกนิสต์มาใช้ในการรักษา ไม่ได้ใช้ในรูปแบบของสารเติมในอาหาร ซึ่งการใช้สารดังกล่าว พบว่าให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงขึ้นอย่างน่าพอใจ

การดูแลจัดการ

อุทัย (2546) กล่าวว่า การเลี้ยงสุกรเพื่อการผลิตอาหารปลอดภัยแก่ผู้บริโภคในการเลี้ยงจะต้องประกอบด้วยปัจจัยพื้นฐานดังนี้

1. สายพันธุ์สัตว์มีการสะสมเนื้อแดงมากมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงสูง
2. ตัวสัตว์ได้รับอาหารคุณภาพดี โภชนะต่าง ๆ ครบตามความต้องการในแต่ละวัน
3. ตัวสัตว์อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความเครียดน้อยหรือไม่เครียด
4. มีการควบคุมและป้องกันโรคอย่างดีพอ ซึ่งสภาพดังกล่าว ตัวสัตว์จะไม่มีการเติบโต และการสะสมเนื้อแดงเต็มที่ ในขณะที่เดียวกันตัวสัตว์จะมีการสร้างภูมิคุ้มกันโรคโดยธรรมชาติในร่างกาย เพื่อต่อสู้กับเชื้อโรคชนิดต่าง ๆ ที่มีในร่างกายและในสภาพแวดล้อม ทำให้สัตว์มีความ

แข็งแรง ทนทานต่อการเกิดโรคได้เป็นอย่างดี และไม่จำเป็นต้องใช้ยาปฏิชีวนะหรือสารเคมีในการเลี้ยงไม่ว่าสุกรนั้นจะเลี้ยงในสภาพโรงเรือนอย่างไร ซึ่งโรงเรือนแต่ละชนิดต้องมีการจัดการเลี้ยงสุกรแตกต่างกันเพื่อให้สุกรได้รับความเครียดจากสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด แต่ถ้านำในการเลี้ยงสุกรสุกรไม่ได้รับปัจจัยที่เป็นพื้นฐานดังกล่าวข้างต้นครบทุกปัจจัย หรือขาดปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งก็จะทำให้มีคุณภาพซากด้อยลงและสารเคมีในการเลี้ยง จะทำให้การจัดการสุกรไม่ถูกสุขอนามัย สุกรที่เลี้ยงอาจไม่เป็นอาหารปลอดภัยตามความต้องการของผู้บริโภค ผู้เลี้ยงจึงจำเป็นต้องทำความเข้าใจในปัจจัยจำเป็นแต่ละอย่างในการเลี้ยงสุกรเป็นอย่างดี จึงจะสามารถผลิตสุกรถูกสุขอนามัย ปลอดภัยแก่ผู้บริโภคได้ จูฮาร์ตัน (2528) กล่าวว่า นอกจากการเลี้ยงสุกรให้ได้ผลดีแล้วยังต้องมีการจัดการด้านมูลสัตว์ มีการถ่ายเทมูลส้วมาเสมออย่าให้มีการหมักหมมมาก เพราะในมูลสัตว์จะมีเชื้อโรคที่เป็นสาเหตุทำให้คุณภาพของเนื้อด้อยลง เนื่องจากการติดเชื้อจากมูลคือเชื้อ Salmonella เชื้อโรคดังกล่าวจะติดอยู่กับมูลสัตว์ และติดไปกับขนของสัตว์หรือบริเวณผิวหนังของสัตว์ ความสกปรกดังกล่าวจะเป็นสิ่งทำให้ต้องเพิ่มความระมัดระวังมากขึ้นในขบวนการฆ่าสัตว์ เพราะถ้าโรงฆ่าสัตว์ไม่หมั่นตรวจสอบความสกปรกภายในห้องฆ่า เครื่องไม้เครื่องมือในการฆ่า จะทำให้ซากที่ได้จากโรงฆ่าสัตว์แห่งนี้มีเชื้อโรคสูง

การเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อเป็นเนื้อสัตว์ภายหลังการฆ่า

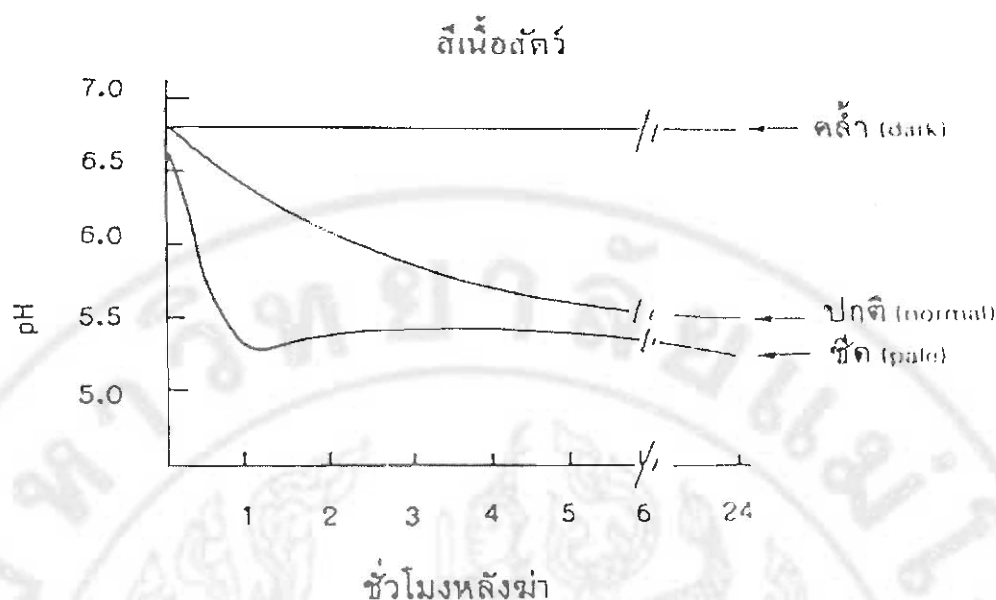
จูฮาร์ตัน (2528) และ เขียวลักษณ์ (2536) ได้กล่าวสอดคล้องกันถึงการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อสัตว์ภายหลังการฆ่าว่า สัตว์ที่ถูกฆ่าเพื่อนำมาใช้สำหรับบริโภค กล้ามเนื้อในร่างกายสัตว์จะมีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เกิดขึ้นภายหลังการฆ่า ซึ่งการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นนี้ เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นทำให้สภาพของกล้ามเนื้อเปลี่ยนไปโดยมีปฏิกิริยาทางเคมี และสภาวะทางสรีระวิทยาต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้กล้ามเนื้อคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อเพื่อการบริโภคของมนุษย์ในที่สุด คณะกรรมการกลุ่มผลิต (2535) ได้มีการค้นคว้าและวิจัยเนื้อสัตว์ไม่ส้วมาเสมอ จึงพบว่ามีรากฐานหลายประการที่สืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นหลังการฆ่า ทั้งนี้ก็เพราะหลังจากที่สัตว์ถูกฆ่าแล้ว กล้ามเนื้อไม่ได้หยุดการทำงานอย่างทันทีทันใด จะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางเคมีและฟิสิกส์ เกิดขึ้นต่ออีกเป็นเวลาหลายชั่วโมงหรือหลายวัน

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อสัตว์ภายหลังการฆ่า เขียวลักษณ์ (2536) ได้กล่าวไว้ว่า มีอยู่ 3 ประการ ดังนี้

1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือ ค่า พี-เอช (pH) ของกล้ามเนื้อ หลังจากการทำสัตว์ถูกฆ่าตาย จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางเคมีและทางกายภาพ ลักษณะเนื้อสัตว์หลังการตายจะมีลักษณะนุ่ม อุณหภูมิประมาณ 38.5 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 7.4 หลังการเปลี่ยนแปลง

ต่าง ๆ เพื่อที่กล้ามเนื้อจะกลายเป็นเนื้อสัตว์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ ๆ โดยการลดของ pH หลังจากที่ถูกทำให้หมดความรู้สึกแล้วจะมีการปล่อยให้เลือดไหลออกจากซากสัตว์ให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ทั้งนี้เพราะถ้ามีเลือดค้างอยู่ในกล้ามเนื้อ และอวัยวะต่าง ๆ ในปริมาณมาก จะทำให้เนื้อสัตว์เสียได้ง่ายเพราะเลือดเป็นอาหารที่ดีที่สุดของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสีย และนอกจากนั้นเลือดที่ค้างอยู่ในปริมาณมากเกินไปยังทำให้เนื้อสัตว์มีลักษณะไม่ชวนบริโภค เมื่อสัตว์ยังมีชีวิตอยู่เลือดมีหน้าที่นำสารอาหารที่จำเป็นและออกซิเจนมาส่งให้กล้ามเนื้อและอวัยวะภายใน พร้อมทั้งรับของเสียต่าง ๆ เช่น กรดแลคติก (lactic acid) กลับออกไป ปกติในกล้ามเนื้อสัตว์ที่ยังมีชีวิตอยู่ กรดแลคติกซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายจากกระบวนการไกลโคไลซิส (glycolysis) จะถูกนำไปยังตับเพื่อสังเคราะห์เป็นกลูโคส (glucose) และไกลโคเจน (glycogen) สำหรับใช้เป็นพลังงานของกล้ามเนื้อ แต่เมื่อไม่มีการหมุนเวียนของโลหิตหลังกา กรดแลคติกจะไม่ถูกนำออกไปจากกล้ามเนื้อ และจะเกิดการสะสมอันเป็นเหตุให้ pH ของกล้ามเนื้อลดต่ำลง ถ้าการลดของ pH ที่เกิดขึ้นเป็นแบบปกติจะเป็นการลดจาก pH ดั้งเดิมประมาณ 7.0 ไปเป็น 5.6-5.7 ในเวลา 6-8 ชั่วโมง และจากนั้นจะลดลงต่อไปถึง pH สุดท้ายตามปกติคือ 5.3-5.4 ภายใน 24 ชั่วโมงหลังการฆ่า

การลดแบบไม่ปกติเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ คือ อย่างแรกลดลงเพียง 0.2-0.3 หน่วย pH ระหว่างชั่วโมงแรกหลังการฆ่าหยุดที่ pH สุดท้ายประมาณ 6.5-6.8 จะเป็นเนื้อที่มีสีจืด ผิวนอกแห้ง เพราะน้ำซึ่งมีอยู่ในเนื้อเยื่อตามธรรมชาติจะยึดติดแน่นอยู่กับโมเลกุลของโปรตีน การลดของ pH แบบไม่ปกติอีกลักษณะหนึ่งเป็นแบบซึ่ง pH สุดท้ายของกล้ามเนื้อจะประมาณ 5.3-5.5 (ภาพที่ 1) ในกรณีนี้เนื้อที่ได้จะมีสีค่อนข้างซีด ผิวนอกมีลักษณะเปียกและถ้าเป็นชิ้นเนื้อที่ pH อยู่ข้างต่ำมาก ๆ จะมีน้ำหยดจากผิวเนื้อ เนื่องจากโปรตีนในโมเลกุลมีความสามารถจับน้ำในระดับต่ำมาก



ภาพ 1 การลดลงของ pH ในกล้ามเนื้อหลังการฆ่า

ที่มา: คณะกรรมการกลุ่มผลิต (2535)

2. การแข็งและเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ ภายหลังการฆ่ากล้ามเนื้อจะเกิดการแข็งและเกร็งตัว (rigor mortis) ขึ้น เซลล์กล้ามเนื้อจะหดสั้นเข้ามา ทำให้กล้ามเนื้อสูญเสียความยืดหยุ่น (elasticity) และความโปร่งตา (transparency) เนื้อสัตว์จะขุ่นมัว (dull) เนื่องจากไม่มีการหักเหของแสงและข้อต่าง ๆ ในโครงกระดูกจะยึดแน่นไม่เคลื่อนไหว ปรากฏการณ์เช่นนี้จะเกิดขึ้นและกินเวลาประมาณ 1-24 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของร่างกายสัตว์ภายหลังการฆ่า เช่น ชากสุกรมีช่วงเวลาหดเกร็งตัวประมาณ 10 ชั่วโมง การแข็งและเกร็งตัวของกล้ามเนื้อเกิดขึ้น เนื่องจากหน่วยพื้นฐานที่ย่อยที่สุดของกล้ามเนื้อที่เรียกว่า ซาร์โคเมอร์ (sarcomere) เกิดการหดตัวในสภาพที่สัตว์มีชีวิตอยู่ ซาร์โคเมอร์มีบทบาทสำคัญต่อการหดตัว (contraction) และการคลายตัวหรือยืดตัว (relaxation) ของกล้ามเนื้อ ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่ I-band, A-band และ H-zone ในซาร์โคเมอร์ การเคลื่อนไหวนี้นำให้แท่งแอกติน และแท่งไมโอซินเคลื่อนย้ายเข้าออกผ่านกันและกัน มีส่วนสำคัญต่อความเหนียวของเนื้อสัตว์ กล่าวคือ ส่วนใหญ่ของซาร์โคเมอร์ในเส้นใยฝอยอยู่ในสภาพหดตัว เนื้อจะมีความเหนียว แต่ทางตรงกันข้ามถ้าอยู่ในสภาพยืดตัวเนื้อจะนุ่มนวลรับประทาน

3. การย่อยสลายตัวเองของกล้ามเนื้อ เส้นใยกล้ามเนื้อขณะมีชีวิตนั้น จะมีสารย่อยโปรตีนได้ชนิดหนึ่งเก็บไว้ในไลโซโซมเรียกว่า cathepsin เมื่อสัตว์ตายค่า pH ของกล้ามเนื้อจะลดต่ำลง จึงทำให้สารย่อยเหล่านี้ถูกปลดปล่อยออกมาภายนอกเส้นใยได้ ดังนั้นจึงเริ่มย่อยสลายโปรตีน

เนื้อเยื่อเกี่ยวพันของเส้นใยกล้ามเนื้อได้เป็นบางส่วน และนี่คือสาเหตุที่ต้องผ่านขบวนการแช่เย็นนาน (aging) โดย เขาวลัทธิ (2536) กล่าวว่า เมื่อทิ้งซากสัตว์ไว้ในห้องเย็นหลังจากที่ผ่านภาวะแข็งเกร็งตัวของกล้ามเนื้อแล้ว เนื้อสัตว์จะมีลักษณะอ่อนนุ่มลงโดยปกตินิยมบ่มเนื้อสัตว์ไว้ในห้องเย็นอีกช่วงระยะหนึ่งจะทำให้เนื้อสัตว์นุ่มมากขึ้น รสชาติตลอดจนความชุ่มน้ำหลังการเตรียมเพื่อบริโภคจะดีขึ้น การที่เนื้อนุ่มขึ้นหลังการบ่ม เนื่องจากแรงที่ทำให้เกิดการเชื่อมต่อระหว่างฟิลาเมนต์แต่ละเส้นภายในมัดกล้ามเนื้ออ่อนกำลังลงจากการสลายตัวของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันคอลลาเจน แล้วระหว่างการบ่มยังมีการย่อยสลายโปรตีนเส้นใยกล้ามเนื้อบางส่วนโดยเอนไซม์ที่ย่อยสลายโปรตีนได้ เช่น เอนไซม์คาร์ เปปซิน (cathepsin) ที่มีอยู่ในกล้ามเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของกล้ามเนื้อหลังฆ่า

สุจิตรา (2536) กล่าวไว้ดังนี้

1. สี (color) กล้ามเนื้อในขณะสัตว์ยังมีชีวิตนั้น จะมีออกซิเจนเพียงพอ จึงทำให้มีสีแดงสด แต่เมื่อออกซิเจนขาดนั้นสีก็จะแดงคล้ำหรือออกม่วง ในกล้ามเนื้อของสัตว์ที่ตายแล้วนั้นออกซิเจนหมดไป ดังนั้นกล้ามเนื้อจึงมีสีแดงคล้ำ ๆ หรือออกม่วง แต่เมื่อเราใช้มีดตัดจะทำให้ผิวตัดของเนื้อได้รับออกซิเจนจึงค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงมาเป็นสีแดงสด ทั้งนี้เพราะไมโอโกลบินเกิดการออกซิเจนเนท (oxygenated) กับออกซิเจนในบรรยากาศรอบ ๆ แต่ถ้ากล้ามเนื้อมีการทำให้เปลี่ยนลักษณะ (denature) อย่างหนักมาแล้ว เช่นในกรณี pH ลดต่ำลงอย่างรวดเร็วใน 1 ชั่วโมง หลังการฆ่านั้นเนื้อจะมีสีซีดมากกว่า (PSE)

2. ความแน่น (firmness) กล้ามเนื้อของสัตว์ขณะมีชีวิตอยู่นั้น จะมีลักษณะที่ค่อนข้างแน่น และสามารถคงรูปร่างที่แน่นอนได้ตลอดเวลา แต่เมื่อสัตว์ตายไปแล้วและกล้ามเนื้อกำลังเกิดการแข็งตัวนั้น (rigor mortis) ลักษณะจะเปลี่ยนไปเป็นแน่นและแข็งที่อุณหภูมิเวลาผ่านไปก็จะเกิดการย่อยสลายของสารย่อย และเกิดการเสียสภาพของโปรตีน กล้ามเนื้อจะเริ่มอ่อนกำลัง แต่ถ้าเป็นกรณีที่โปรตีนเกิดการเสียสภาพลักษณะอย่างรุนแรงมากกล้ามเนื้อจะเริ่มอ่อนตัวจนเข้าลักษณะเหลว เขาวลัทธิ (2536) ได้เสริมว่า ขนาดของมัดกล้ามเนื้อและความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ การวัดค่าความแน่นของเนื้อสามารถกระทำได้ โดยการใช้สายตาคาดคะเนจากความชำนาญ หรือเพื่อให้ได้ค่าที่แน่นอนควรใช้เครื่องมือที่เรียกว่า penetrometer วัด

3. ความสามารถในการจับน้ำ ในกล้ามเนื้อจะมีน้ำอยู่ประมาณ 65-80 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักกล้ามเนื้อทั้งหมด น้ำเหล่านี้ส่วนใหญ่จะถูกจับไว้ในสายใยกล้ามเนื้อโดยเฉพาะตัวที่อยู่กับโปรตีน ถ้าหากโปรตีนเหล่านี้ไม่เสียสภาพ ก็จะจับน้ำไว้ได้เกือบทั้งหมด แต่ในกรณีที่เกิดการเสียสภาพ อนุมูลเหล่านี้จะถูกปลดปล่อยออกมาได้ ดังนั้น เมื่อ pH ของเนื้อลดต่ำลงอย่างรวดเร็วใน

1 ชั่วโมง หลังจากนี้จะทำให้น้ำไหลซึมออกนอกกล้ามเนื้อ และความสามารถในการจับตัวก็จะถูกจับไว้โดยโปรตีนส่วนใหญ่

เปลือกกุ้ง (shrimp meal)

ประจวบ (2534) ได้กล่าวไว้ว่า เป็นผลิตภัณฑ์ได้จากกุ้ง ซึ่งปัจจุบันเป็นอุตสาหกรรมที่มีการขยายตัวมากขึ้นทั้งในการผลิต และการแปรรูป โดยเฉพาะการผลิตกุ้งกุลาดำ ซึ่งเป็นสัตว์ที่นิยมเลี้ยงเพื่อการค้ามากที่สุด สามารถส่งออกผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งแข็งปริมาณ 150,146 ตัน คิดเป็นมูลค่าถึง 58,343.325 ล้านบาท ซึ่งจะเห็นได้ว่ากุ้งเป็นสินค้าที่นำรายได้มาสู่ประเทศ เป็นผลทำให้อุตสาหกรรมกุ้งได้รับความนิยมอย่างสูงจนถึงปัจจุบัน แม้ว่าจะสร้างรายได้ให้แก่ผู้ประกอบการ แต่ปัญหาของเศษเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์ คือ เปลือกกุ้งมีประมาณ 42-50 เปอร์เซ็นต์ของตัวกุ้ง ซึ่งอาจเป็นมลพิษถ้านำไปทิ้งหรือกำจัดไม่ถูกวิธีส่วนใหญ่จะนำไปใช้ในการทำอาหารสัตว์และปุ๋ยสำหรับพืชแต่เมื่อมีการศึกษาถึงองค์ประกอบของเปลือกกุ้ง แล้วจะเห็นได้ว่าเปลือกกุ้งมีคุณประโยชน์มหาศาลมากกว่าแค่ทำเป็นปุ๋ยและอาหารสัตว์โดยทั่วไป คือมีประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม การแพทย์ อุตสาหกรรมอาหารรวมถึงประโยชน์ในด้านการเลี้ยงสัตว์ สามารถทำให้สัตว์กินอาหารได้ลดลงแต่ผลผลิตเพิ่มขึ้น และที่สำคัญคือช่วยลดระดับคลอเรสเตอรอลได้ เปลือกกุ้ง ถูกนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์เพื่อใช้เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตได้ในสัตว์ ในเปลือกกุ้งสามารถพบสารชีวภาพที่มีโครงสร้างเป็นเส้นใยที่ได้จากธรรมชาติคือ “ไคโตซาน” เป็นสารโพลีเมอร์ชีวภาพชนิดหนึ่งที่อยู่ในธรรมชาติจะเป็นสารประกอบประเภทคาร์โบไฮเดรต เป็นสารสกัดได้จากพืชและสัตว์โดยส่วนมากจะสกัดได้จากของเสียจากกุ้ง ไคโตซานจะไม่เป็นพิษต่อร่างกายคนและสัตว์ มีประโยชน์ในวงการแพทย์และอุตสาหกรรมอาหารที่สำคัญนำมาใช้ในด้านเภสัช ไคโตซานมีคุณสมบัติในการช่วยย่อยอาหาร ลดไขมัน รวมทั้งการลดกิจกรรมของเชื้อแบคทีเรียจำพวกเชื้อ *E. coli* และ *Salmonella* (สมรศ, 2544)

สุกรคือสัตว์เศรษฐกิจระดับต้น ๆ ของไทยที่มีการผลิตเป็นเนื้อส่งออกไปสู่ตลาดทั้งภายในและภายนอกประเทศ ซึ่งเนื้อสุกรยังคงเป็นสิ่งที่ตลาดต้องการสูงอยู่ตลอด ทำรายได้ให้กับประเทศปีละหลายพันล้านบาทซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการคุณภาพเนื้อที่มีสีสวยงาม และมีชั้นของไขมันน้อย ดังนั้นการที่เราจะทำการผลิตให้ได้ตรงกับความต้องการโดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคทั้งทางตรงและทางอ้อมและยังช่วยให้ผู้เลี้ยงสุกรลดต้นทุนการผลิตได้ การนำเปลือกกุ้งมาผสมในอาหารสัตว์จึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจอีกทางหนึ่ง

ประโยชน์ของเปลือกกุ้งบด

จิราภรณ์ (2544) ได้กล่าวไว้ว่า สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยมีรายงานเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายไม่ว่าจะใช้ในด้านโภชนาการ ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านการแพทย์ ด้านอุตสาหกรรมอาหารและด้านอื่น ๆ อีกมากมาย

1. ด้านโภชนะ ใช้เป็นแหล่งอาหารเสริม ลดคอเลสเตอรอล ลดอาการท้องร่วง เป็นสารช่วยลดน้ำหนัก

2. ด้านสิ่งแวดล้อม ใช้ในการบำบัดน้ำเสียได้โดยการจับอะตอมของโลหะหนักที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ เช่น โปรท แคดเมียม ตะกั่ว และยังสามารถใช้จับสารกัมมันตภาพรังสีพลูโตเนียมและยูเรเนียม รวมทั้งการจับคราบไขมัน

3. ด้านการแพทย์ ใช้เป็นโพรไบโอติกส์เกี่ยวกับการย่อยในลำไส้ ช่วยในการต่อต้านมะเร็ง ลดการยับยั้งเชื้อ *E. coli* และ *Salmonella* ช่วยในการห้ามเลือดและระยะเวลาในการขนส่งยาปรับ pH และสามารถนำมาทำคอนเทคเลนส์เพื่อการรักษาโรคต้อกระจกได้ และมีบทบาทในอาหารเสริมที่ใช้ลดไขมัน การช่วยให้เลือดแข็งตัวเร็วขึ้น

4. ด้านอุตสาหกรรมอาหาร ใช้เสริมในอาหารผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากแป้ง เช่น ก๋วยเตี๋ยว มะกะโรนี ลูกกี๋ บะหมี่ และขนมปัง ช่วยเพิ่มความเหนียวของลูกชิ้น ใช้ทำไวน์ น้ำผลไม้ สุรา และเบียร์ ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารที่ควบคุมไขมันและคอเลสเตอรอลในร่างกายได้

5. ด้านอื่น ๆ ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษ ชุดชั้นใน สิ่งทอ ยางแผ่น รวมถึงในการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพืช พบว่าในเมล็ดข้าวสามารถทำให้ข้าวงอกสูงกว่าปกติ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์ ของการงอกปกติ

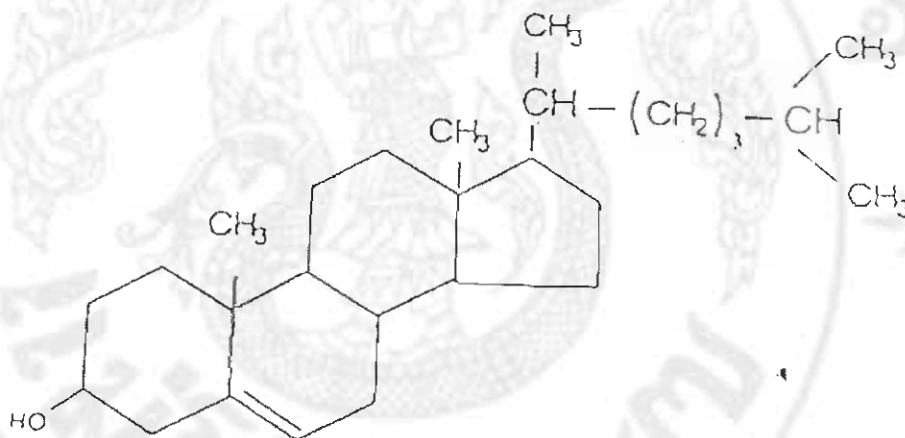
อุตสาหกรรมปศุสัตว์ในปัจจุบันได้มีการนำเข้าพันธุ์สัตว์จากต่างประเทศ ที่ให้ผลผลิตสูงมาเลี้ยงเพื่อผลิตเป็นการค้าและปรับปรุงสายพันธุ์สัตว์เลี้ยงในบ้านเราให้ดีขึ้น การเลี้ยงสัตว์เพื่อให้มีการผลิตสูงขึ้นและต้นทุนต่ำลง สัตว์มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แต่คุณภาพซากสัตว์เลี้ยงมักจะมีไขมันและคอเลสเตอรอล (cholesterol) ในระดับที่สูง

คอเลสเตอรอลส่วนเกินจะสะสมในส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น กล้ามเนื้อไขมัน (adipose tissue) และเยื่อหุ้มเซลล์ (cellular membrane) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นเลือดฝอยที่หล่อเลี้ยงหัวใจและสมอง เมื่อเกิดการสะสมมากๆ คอเลสเตอรอลเกาะบริเวณภายในหลอดเลือด ทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดเลือดแคบลง แรงดันเลือดสูงขึ้นเป็นผลให้มีแคลเซียมมาเกาะผนังของเส้นเลือดมากขึ้น ทำให้เส้นเลือดเปราะและขาดความยืดหยุ่น เป็นผลให้ผนังเส้นเลือดแตกได้ง่าย เมื่อเหตุการณ์นี้เกิดกับเส้นเลือดที่หล่อเลี้ยงหัวใจ จะทำให้กล้ามเนื้อหัวใจบริเวณนั้นขาดเลือด

หล่อเลี้ยงเกิดการตายของกล้ามเนื้อ (necrosis) และถ้าเกิดขึ้นกับสมองอาจทำให้อัมพาตและถึงแก่ชีวิตได้

คอเลสเตอรอล (cholesterol)

นิโลบล (2542) ได้กล่าวไว้ว่า คอเลสเตอรอลในร่างกายมีสองชนิด คือ คอเลสเตอรอลอิสระ (free cholesterol, มีร้อยละ 30) และคอเลสเตอรอลเอสเทอร์ (esterified cholesterol, มีร้อยละ 70) ซึ่งจับตัวอยู่กับกรดไขมัน คอเลสเตอรอลในอาหารถูกเปลี่ยนให้เป็นคอเลสเตอรอลอิสระที่ตับ และถูกเปลี่ยนต่อไปเป็น cholic acid และเกลือน้ำดี (bile salts) ตามลำดับ ร่างกายใช้คอเลสเตอรอลบางส่วนในการสร้างฮอร์โมนที่ผลิตจากรังไข่ ต่อมลูกหมาก และต่อมหมวกไต (adrenal gland)



ภาพ 2 แสดงสูตร โครงสร้างของคอเลสเตอรอล

ที่มา: Bartley (1989)

คอเลสเตอรอลมีแหล่งที่มา 2 ทาง คือ ผลิตในร่างกาย ร้อยละ 90 โดยตับและลำไส้ อีกส่วนมาจากอาหารที่มาจากสัตว์ เช่น เนื้อสัตว์ อาหารทะเล และผลิตภัณฑ์จากนม คอเลสเตอรอลที่มาจากอาหารจะเป็นชนิดคอเลสเตอรอลเอสเทอร์ ถูกไฮโดรไลซ์ที่ลำไส้ทำให้เป็นคอเลสเตอรอลอิสระ และกรดไขมันอิสระ (ประมาณ 30 - 60 เปอร์เซ็นต์ ของคอเลสเตอรอลที่ลำไส้) โดยปฏิกิริยาของเอนไซม์คอเลสเตอรอลเอสเทอเรส (cholesterol esterase) ซึ่งระดับของคอเลสเตอรอลที่ลำไส้นี้สามารถยับยั้งการสร้างคอเลสเตอรอลที่ตับได้ ดังนั้นจำนวนคอเลสเตอรอลที่ถูกดูดซึมจากลำไส้จึงเป็นตัวควบคุมการสร้างคอเลสเตอรอลในร่างกาย

การสังเคราะห์คอเลสเตอรอล

นิโลบล (2542) กล่าวว่า การสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในร่างกายเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการรวมตัวของอะซิติลโคเอ (acetyl CoA) ซึ่งได้มาจากเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโน และกรดไขมัน นับเป็นอวัยวะหลักในการสังเคราะห์รองลงมาคือ ทางเดินอาหารและผิวหนัง ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม อย่างไรก็ดี พบว่าต่อมต่างๆ ที่มีการสร้างสเตอรอยด์ฮอร์โมนก็สามารถสร้างคอเลสเตอรอลได้ การสังเคราะห์เกิดในส่วนไซโตพลาสซึมของเซลล์ แต่เอนไซม์ที่ใช้ในปฏิกิริยาอยู่ในเอนโดพลาสมิก เรติคิวลัม (endoplasmic reticulum)

อุษณีย์ (2538) กล่าวถึง การสังเคราะห์เริ่มจากหน่วยย่อยที่เรียกว่า ไอโซพรีน (isoprene) จะถูกสร้างขึ้นมาก่อน แล้วจึงนำไปสร้างคอเลสเตอรอลและลิพิดอื่นที่มีโครงสร้างไอโซพรีนในโมเลกุล การสร้างคอเลสเตอรอลในร่างกาย มีขั้นตอนสำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้าง mevalonate (C_6) โดยการรวม acetyl CoA 3 ตัวเข้าด้วยกัน เกิดเป็น β -hydroxyl, β -methylglutaryl-CoA (HMG - CoA) ก่อนแล้วถูกรีดิวซ์เป็น mevalonate โดย NADPH และเอนไซม์ HMG-CoA reductase ซึ่งเป็น regulatory enzyme ควบคุม rate-limiting step ของการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล ขั้นตอนนี้ถูกจำกัด และการยับยั้งได้โดยคอเลสเตอรอลจากอาหาร
2. การสร้าง isoprenoid (C_5) เป็นโครงสร้างของสารพวกสเตอรอยด์ โดยการเติมหมู่ฟอสเฟต (phosphorylation) จาก ATP ให้กับ mevalonate จนเปลี่ยนเป็น isopentenyl pyrophosphate (IPPP) และ isomerize ได้เป็น 3,3 - dimethylalkyl pyrophosphate (DMAPP)
3. เป็นการรวม IPPP และ DMAPP เข้าด้วยกัน กลายเป็น squalene (C_{30}) โดยปฏิกิริยา decarboxylation ใช้พลังงานจากการสลาย ATP 3 โมเลกุล และ condense ไปเป็น squalene
4. การเปลี่ยนจาก squalene ไปเป็น lanosterol (C_{30}) มีการเปลี่ยนรูปเป็นวงแหวน โดยจะได้ squalene-2, 3-epoxide ก่อน แล้วเอนไซม์ squalene-2, 3 - epoxide lanosterol cyclase จะทำให้วงแหวนปิดกลายเป็น lanosterol
5. การเปลี่ยนรูปจาก lanosterol ไปเป็นคอเลสเตอรอล จะมีการเปลี่ยนแปลงหลายขั้นตอน ซึ่งปฏิกิริยาทั้งหมด สรุปได้ดังนี้



การควบคุมการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล

การควบคุมการสังเคราะห์เกิดที่ตับเป็นสำคัญ จะถูกควบคุมด้วยปริมาณคอเลสเตอรอลในอาหาร จำนวนแคลอรีจากอาหาร สอร์โมน และกรดน้ำดี โดยพบว่า เมื่อปริมาณคอเลสเตอรอลจากอาหารมีมากกว่าคอเลสเตอรอลจากการดูดซึม ซึ่งอยู่ในรูปโคเลสเตอรอลจะยับยั้งเอนไซม์ HMG CoA reductase ที่ตับ สอร์โมนอินซูลินหรือไตรไอโอโดไธรอนีน (triiodothyronine, T3) จะเพิ่มศักยภาพเอนไซม์ให้ดีขึ้น ในขณะที่กลูคากอน (glucagon) หรือคอร์ติซอล (cortisol) จะลดศักยภาพของเอนไซม์ (อุษณีย์, 2538)

การสลายคอเลสเตอรอล

อุษณีย์ (2538) กล่าวว่า คอเลสเตอรอลถูกสลาย โดยการเปลี่ยนเป็นสารประกอบอื่น ๆ ที่สำคัญ คือ กรดน้ำดี ซึ่งสร้างขึ้นที่ตับ แล้วส่งไปเก็บไว้ในถุงน้ำดี (gall bladder) ส่วนประกอบที่สำคัญของน้ำดีได้แก่รงควัตถุน้ำดี (bile pigment) เกลือน้ำดี (bile salts) และคอเลสเตอรอลในน้ำดีมีเกลือน้ำดีประมาณ 8–10 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นเกลือโพแทสเซียม และโซเดียมของกรดน้ำดี หลังจากนั้นจะหลั่งสู่ลำไส้เล็กทำหน้าที่ช่วยให้น้ำและไขมันรวมตัวกัน (emulsifying agent) ของกระบวนการย่อยและดูดซึมไขมัน กรดน้ำดีบางส่วนจะถูกดูดซึมกลับที่ลำไส้ใหญ่ ส่งกลับไปที่ตับ บางส่วนถูกเมแทบอลิซึมโดยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ และถูกขับออกไปกับอุจจาระ (enterohepatic circulation of bile acids) ซึ่งเป็นทางเดียวที่ร่างกายจะขับคอเลสเตอรอลในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ส่วนสัตว์ปีกสามารถขับคอเลสเตอรอลออกมาทางไข่ได้ด้วย

คอเลสเตอรอลนับว่าเป็นสารที่มีประโยชน์มากในระบบการทำงานของร่างกาย สามารถสร้างได้เองจากตับ ไต และเนื้อเยื่อของร่างกาย รวมทั้งจากผนังโลหิต ร่างกายสร้างคอเลสเตอรอลอยู่ตลอดเวลา ปกติแล้วในเลือดจะมีคอเลสเตอรอลประมาณ 150–220 มิลลิกรัม./100 มิลลิลิตร. ซึ่งมีปริมาณของคอเลสเตอรอลอิสระและคอเลสเตอรอลเอสเทอร์ในอัตราส่วน 25–33 ต่อ 75–67 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคอเลสเตอรอลในปริมาณที่เหมาะสมนั้นมีประโยชน์และจำเป็นต่อการสร้างเซลล์ใหม่ ๆ ของร่างกาย แต่ถ้าร่างกายมีคอเลสเตอรอลสูงเกินกว่าระดับปกติในเลือด จะเกิดอันตรายซึ่งเป็นสาเหตุของการอุดตันของเส้นเลือด การที่คอเลสเตอรอลถูกสะสมไว้ได้ เพราะคอเลสเตอรอลเป็นสารที่มีนิวเคลียสสเตอรอล (sterol nucleus) ที่มีโมเลกุลใหญ่ ไม่ถูกสลายด้วยการเติมออกซิเจน จึงสะสมอยู่ตามเส้นเลือดต่าง ๆ และที่ถุงน้ำดี ผิดกับพวกไตรกลีเซอไรด์ กรดไขมัน ฟอสโฟลิพิด เพราะสารเหล่านี้ถูกออกซิไดซ์เปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ได้หมด การมีระดับคอเลสเตอรอลในเลือดเพิ่มขึ้น จะทำให้มีโอกาสเป็นโรคหลอดเลือดของหัวใจได้มาก ทั้งนี้การเป็นโรคจะเป็นสัดส่วนผกผันกับปริมาณ คอเลสเตอรอลใน HDL สัดส่วนระหว่าง LDL และ

HDL ที่ดี คือ ปริมาณคอเลสเตอรอลรวม [total cholesterol = (LDL-Cholesterol) + (HDL-Cholesterol) + (VLDL-Cholesterol)] ควรมีมากกว่า HDL 4 เท่า สัดส่วนระดับนี้ จะช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจได้

การใช้คอเลสเตอรอล

คอเลสเตอรอลเป็นสารตั้งต้นของสเตียรอยด์ฮอร์โมนซึ่งแยกได้สามกลุ่มได้แก่ กลุ่มที่หนึ่ง กลุ่มฮอร์โมนต่อมหมวกไต (adrenal hormone) เช่น กลูโคคอร์ติคอยด์ (glucocorticoids) และมินเนอรัลโรคอร์ติคอยด์ (mineralocorticoids) กลุ่มที่สอง กลุ่มฮอร์โมนเพศ เช่น แอนโดรเจน (androgen) และเอสโตรเจน (estrogen) กลุ่มที่สาม กลุ่มอนุพันธ์ของวิตามิน ดี (vitamin D - derivatives) (เพทาย, 2538)

การกำจัดคอเลสเตอรอลออกจากร่างกายที่สำคัญที่สุดคือ กรดน้ำดี (bile acids) ที่สำคัญได้แก่ cholic acid และ chenodeoxycholic acid ซึ่งสังเคราะห์ในตับและหลั่งในรูปของไกลซีน (glycine) หรือทอรีน (taurine) คู่ท่อน้ำดีหลังจากนั้นจะหลั่งสู่ลำไส้เล็กทำหน้าที่ช่วยการรวมตัวกันระหว่างน้ำกับไขมัน (emulsifying agent) ในขบวนการย่อยและดูดซึมไขมันและวิตามินที่ละลายได้ในไขมัน (fat and fat-soluble vitamins) อัตราการหมุนเวียนกลับของกรดน้ำดี จากตับสู่กระแสเลือดและจากเลือดกลับสู่ตับใช้เวลาไม่นานมาก มีการสูญหายระหว่างกระบวนการหมุนเวียนกลับน้อยกว่าหนึ่งกรัมต่อวัน ถูกเมตาบอไลซ์โดยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่และถูกขับออกมาในอุจจาระ ซึ่งเป็นทางเดียวเท่านั้นที่ร่างกายขับคอเลสเตอรอลออกมาจากร่างกายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Avila, 1996)

การศึกษาการใช้เปลือกกุ้งในสัตว์ต่าง ๆ

การใช้ไคโตซานในเปลือกกุ้งกับสุกรแต่ละระยะพบว่า สุกรมีอัตราการแลกเนื้อเพิ่มขึ้น และสามารถลดปริมาณการใช้ยาปฏิชีวนะลงได้ในปริมาณมาก โดยการเพิ่มปริมาณการใช้ไคโตซานจากที่ไม่ได้ใช้เลยไปเป็น 1.5 กิโลกรัม/ตัน และเป็น 2 กิโลกรัม/ตัน ทำให้การใช้ยาปฏิชีวนะ Amoxy ลดลงจาก 300 ppm/ตัน เหลือเพียง 100 ppm/ตัน และ การใช้ยาปฏิชีวนะ Chlortetracycline (CTC) 15 เปอร์เซ็นต์ ลดลงจาก 2 กิโลกรัม/ตัน เหลือเพียง 1 กิโลกรัม/ตัน เป็นผลทำให้สุกรมีสุขภาพดีขึ้น อัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น และอาจจะทำให้ลดต้นทุนการผลิตได้ (ปิยะบุตร, 2543)

การทดลองเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้แหล่งโปรตีนแตกต่างกัน 6 ชนิดคือ เลือดปลา หัวกุ้ง กากถั่วเหลือง เนื้อปลา เกล็ดและกระดูก ผลปรากฏว่า การใช้กากถั่วเหลือง มีผลให้อัตราการเจริญเติบโตวันดีที่สุด

รองลงมาคือเกลบกั้ง ซึ่งสรุปได้ว่าเกลบกั้งสามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ดีหากใช้ร่วมกับแหล่งโปรตีนอื่นๆ (Kondos, 1997)

การศึกษาการใช้กั้งปนแทนถั่วเหลือง ต่อแม่ไก่ Single Comb White Leghorn จากอายุ 18 ถึง 38 สัปดาห์ การใช้กั้งปนที่ระดับ 0 20 40 60 หรือ 80 เปอร์เซ็นต์แทนถั่วเหลืองปนพบว่าระดับความแตกต่างของกั้งปนในอาหารไม่มีนัยสำคัญต่อผลผลิตไข่ การกินอาหารเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อใช้กั้งปน 40 และ 80 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร น้ำหนักไข่และน้ำหนักตัวเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งกั้งปนสามารถที่จะใช้ในระดับสูงได้ต่อการทดแทนถั่วเหลืองปนในอาหารไก่ไข่ โดยไม่มีผลเสียเกิดขึ้น (Garnet, 2001)

