บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

อิทธิพลของน้ำหนักเข้าฆ่าที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรเพศผู้ (performance)

ในการผลิตสุกรเพื่อการค้านั้นต่างให้ความสำคัญในเรื่องของสมรรถนะการผลิต โดยรวมเป็นสำคัญทั้งในด้านปริมาณการกินอาหารน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต อัตราแลกเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร จำนวนวันที่เลี้ยง ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการผลิตสุกร ซึ่งคำจำกัดความของสมรรถภาพการผลิต (perfoemance) หมายถึง ขบวนการทำงานและหน้าที่ต่างๆ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด รวมทั้งเป็นปฏิบัติการเพื่อให้ร่างกายตามหน้าที่ได้อย่างเต็มที่ ทั้ง การเจริญเติบโต ขบวนการ และกิจกรรมต่างๆ เป็นต้น สุทัศน์ (2524) ให้คำจำกัดความของสมรรถภาพการผลิตของสุกร หมายถึง อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (average daily gain) และประสิทธิภาพการใช้อาหาร (feed efficiency) ของสุกร

การศึกษาของ สมชัย (2532) รายงานว่า การเจริญเติบโตของสุกรวัดด้วยน้ำหนักตัวของสุกร โดยทั่วไปมีลักษณะเป็นรูปตัวเอส (S–shaped) หรือ growth curve กล่าวคือ ในระยะแรกเมื่อสุกรอายุน้อยการเจริญ เติบโตเกิดขึ้นได้ช้า น้ำหนักตัวที่เพิ่มต่อวันมีค่าต่ำ จนเมื่อสุกรมีน้ำหนักตัวประมาณ 30 กก. สุกรจะมีอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวต่อวันสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงระยะโต เต็มที่ (mature) เมื่อสุกรมีน้ำหนักประมาณ 100 กก. อัตราการเจริญเติบโตจึงเริ่มลดลง (ภาพที่ 1 และ 2) ซึ่งการเจริญเติบโตของสุกรหรือน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเมื่อสุกรอายุมากขึ้นเป็นผลมาจากการสะสมปริมาณเนื้อเยื่อเนื้อแดง เนื้อเยื่อไขมันและกระดูก ระยะแรกเมื่อสุกรยังมีอายุน้อย ร่างกายจะประกอบด้วยกระดูกเป็นส่วนใหญ่ ในระยะเจริญเติบโตจะมีการสะสมเนื้อเยื่อเนื้อแดงมาก การสะสมเนื้อเยื่อไขมันและกระดูกจะเกิดขึ้นจำกัดตามเกณฑ์ จนถึงระยะโตเต็มที่การสะสมเนื้อเยื่อเนื้อแดงจะลดต่ำลง อาหารที่กินเข้าไปจะถูกนำไปสร้างและเก็บสะสมเป็นไขมันมากขึ้น (ภาพที่ 3)

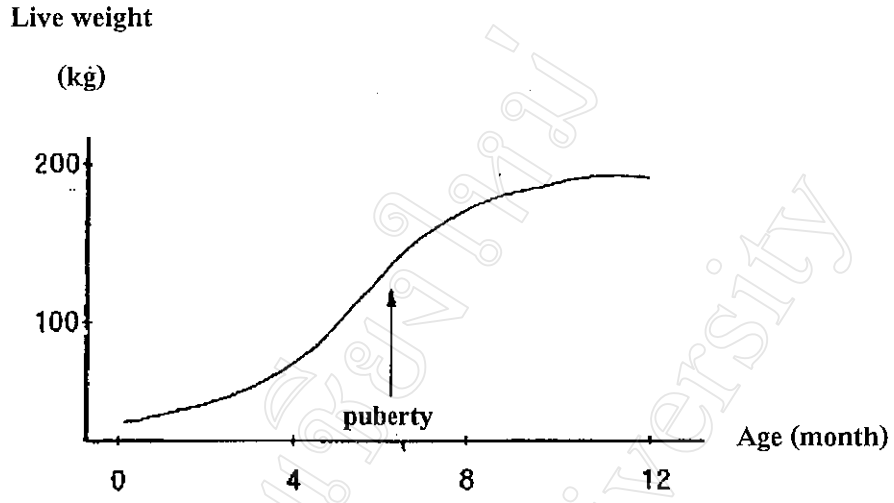

Figure 1 Growth curve of pigs at various ages (ดัดแปลงจาก; สมชัย, 2532)

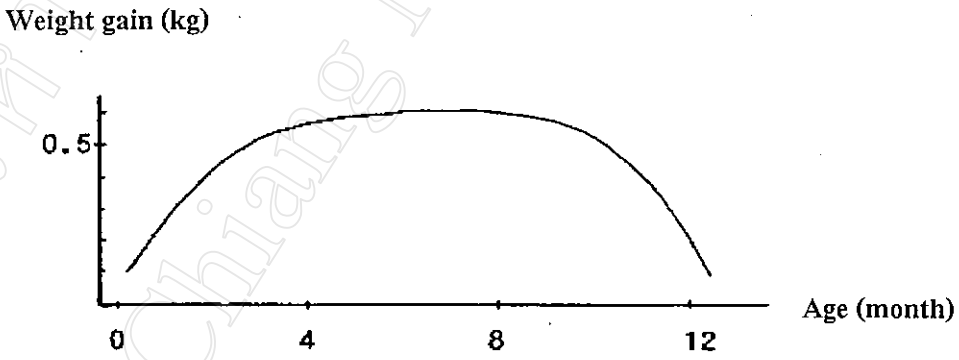

Figure 2 Weight gain in pigs at various ages (ดัดแปลงจาก; สมชัย, 2532)

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

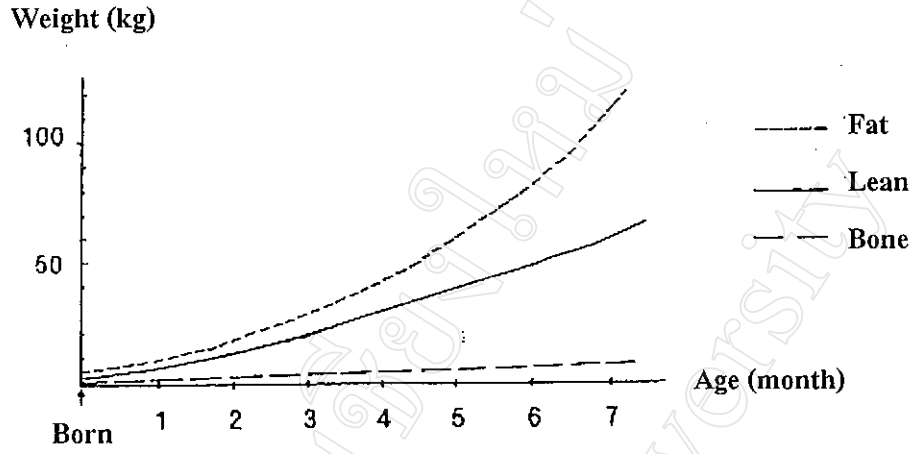

Figure 3 Carcass composition of pigs at various ages (ดัดแปลงจาก; สมชัย, 2532)

Weatherup *et al.* (1998) ศึกษาผลของการเพิ่มน้ำหนักที่เข้าฆ่าต่อสมรรถนะการผลิตของสุกรขุนเพศผู้ ที่น้ำหนัก 92, 103, 114 และ 125 กก. ตามลำดับ พบว่า อัตราการเจริญเติบโตประสิทธิภาพการใช้อาหารจะด้อยลง เมื่อน้ำหนักฆ่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ดังตารางที่ 1 เช่นเดียวกับ Ellis and Horsfield (1988) รายงานว่า การนำสุกรเข้าฆ่าที่น้ำหนักเกิน 90 กก. จะเป็นการเพิ่มต้นทุน ตลอดจนทำให้สมรรถภาพการผลิตด้อยลง โดยเฉพาะเข้าฆ่าที่น้ำหนัก 100 กก. ขึ้นไป เนื่องจากเมื่อน้ำหนักหลังจาก 90 กก.ไปแล้ว จะมีอัตราการเจริญเติบโตด้อยลง ทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารด้อยลง ซึ่งจะเป็นการสิ้นเปลืองค่าอาหาร โดยที่ Anderson *et al.* (1997) เสนอว่า สุกรเพศผู้จะเจริญเติบโตได้ดีในช่วง 60-100 กก.

Ellis *et al.* (1996) ศึกษาในสุกรพ่อพันธุ์ที่เข้าฆ่าเมื่อน้ำหนัก 80, 100 และ 120 กก. ตามลำดับ พบว่า เมื่อนำสุกรเข้าฆ่าที่น้ำหนักเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง ตลอดจนการให้อาหารแบบจำกัด จะเป็นการลดสมรรถภาพการผลิตบางประการ เช่น อัตราการเจริญเติบโต เมื่อเทียบกับการให้แบบเต็มที่ นอกจากนั้นยังมีรายงานเสริมว่า สุกรเพศผู้ตอนและสุกรสาวจะมีการเจริญเติบโตไปอย่างช้า ๆ จากช่วงน้ำหนัก 60 กก. จนกระทั่งเข้าฆ่า (140 กก.) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เข้าฆ่าเมื่อน้ำหนัก 100 กก. ขณะที่ บุญลือ (2536) เสนอว่า ในระยะขุน คือ 60 กก. จนถึงเข้าฆ่านั้น มีระดับการกินอาหารต่อวันสูง และการเจริญเติบโตดีที่สุด ภายหลังจากนั้นจะมีแนวโน้มที่ลดลง เนื่องจากมีการสะสมไขมันเพิ่มขึ้นนั่นเอง เช่นเดียวกับ Anderson *et al.* (1997) พบว่า สุกรเพศผู้จะเจริญเติบโตได้ดีในช่วง 60-100 กก. เป็นระยะที่สุกรมีการเจริญเติบโตมากที่สุด แต่สมรรถภาพการผลิตจะต่ำลง เมื่อเข้าฆ่าที่น้ำหนัก 100 กก. ขึ้นไป สอดคล้องกับ Ellis and Horsfield

(1988) รายงานว่า การนำสุกรเข้าฆ่าน้ำหนักเกิน 90 กก. เป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต เนื่องจากเมื่อน้ำหนักหลังจาก 90 กก. ไปแล้ว จะมีอัตราการเจริญเติบโตด้อยลง ทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารด้อยลง ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองค่าอาหาร เช่นเดียวกับ Casting and Cazaux (2000) ศึกษาสุกรฆ่าที่น้ำหนัก 115, 130 และ 145 กก. พบว่า การเพิ่มน้ำหนักเข้าฆ่าที่มากเกินไป จะทำให้ระยะเวลาการเลี้ยงมากขึ้น และประสิทธิภาพการใช้อาหารด้อยลง

Table 1 The production performance of pigs at various slaughter weights

Criteria	**Slaughter weight (kg)**				
	Boars' carcass weight[1]				
	70	80	90	100	SE
Average daily feed intake, kg	2.32[a]	2.28[a]	2.51[b]	2.58[c]	0.06
Period of feeding, days	-	-	-	-	-
Average daily gain, kg	1.153	1.159	1.126	1.130	0.30
Feed conversion ratio	2.51[a]	2.48[a]	2.65[ab]	2.81[b]	0.06
Killing out, g/kg	772[ab]	768[a]	780[bc]	781[c]	3.10
	Boars' slaughter weight[2]				
	90	100	110	120	SE
Average daily feed intake, kg	1.70	1.81	1.95	2.05	0.025
Period of feeding, days	89.31[c]	106.57[ab]	114.42[ab]	130.25[a]	3.79
Average daily gain, kg	0.85	0.77	0.77	0.75	0.02
Feed conversion ratio	2.54	2.81	2.84	2.88	3.42
Killing out, g/kg	-	-	-	-	-

[a,b,c] Means with common superscript is not significantly different (P>0.05)

Adapted from [1] Weatherup *et al.* (1998)

[a,b,c] Mean within rows showing different superscripts is not significantly different (P>0.05)

ดัดแปลงจาก [2] สมจิต และคณะ. (2543)

Paschma *et al.* (1989) ศึกษาในสุกรลูกผสมแลนด์เรซเพศผู้และเมียที่เข้าฆ่าที่น้ำหนัก 85, 95, 105 และ 115 กก. ตามลำดับ พบว่า สุกรเพศผู้จะมีประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการเจริญเติบโตดีกว่าเพศเมีย รวมทั้งจะให้เนื้อแดงมากกว่าทุกกลุ่มน้ำหนักแต่เมื่อเทียบในเพศเดียวกัน ส่วนด้านสมรรถนะการผลิตจะด้อยลง เมื่อฆ่าสุกรที่น้ำหนักสูง ซึ่งสอดคล้องกับ Hansson *et al.* (1975) cited by Cisneros *et al.* (1996) เปรียบเทียบในสุกรเพศผู้ไม่ตอน ผู้ตอน และเพศเมีย ที่เข้าฆ่า 70, 90, 110 และ 130 กก. ตามลำดับ พบว่า สุกรเพศผู้จะมีประสิทธิภาพในการสร้างเนื้อแดงและเปลี่ยนอาหารดีกว่าเพศอื่นๆ แต่จะมีความแตกต่างเพิ่มขึ้น เมื่อเข้าฆ่าที่น้ำหนักสูง ๆ จึงอาจเป็นไปได้ว่าการนำสุกรเพศผู้น้ำหนักมากกว่า 100 กก. น่าจะดีกว่า สอดคล้องกับรายงานของ Kumar and Barsaul (1991) ทำการศึกษาการผลิตสุกรพันธุ์ ลาจ์ทไวท์ เพศผู้ ผู้ตอน และเพศเมีย จำนวน 36 ตัว

Table 2 The production performance of pigs at various slaughter weights

Criteria	Slaughter weight (kg)			
	Barrows' weight[1]			
	100	113	127	SE
Average daily feed intake, kg	-	-	-	-
Period of feeding, days	-	-	-	-
Average daily gain, kg	0.671	0.662	0.671	0.11
Feed conversion ratio	3.43	3.62	3.62	0.09
Killing out, g/kg	-	-	-	-
	Boars' slaughter weight[2]			
	80	100	120	SE
Average daily feed intake, kg	-	-	-	-
Period of feeding, days	-	-	-	-
Average daily gain, kg	0.785	0.769	0.725	0.85
Feed conversion ratio	-	-	-	-
Killing out, g/kg	769	786	800	1.40

Means with common superscript is not significantly different (P>0.05)

Adapted from [1] Neely *et al.* (1979)

Mean within rows showing different superscript is not significantly different (P>0.05)

Adapted from [2] Ellis *et al.* (1996)

สภาวะของประเทศอินเดีย เพื่อประเมินผลของเพศและน้ำหนักฆ่าที่ 50, 70 และ 90 กก. ตามลำดับ พบว่า สุกรเพศผู้ที่ฆ่า 70 กก. จะมีการเติบโตและมีสมรรถภาพการผลิตดีกว่าเพศผู้ตอนและเพศเมีย โดยให้เหตุผลว่า เมื่อน้ำหนักเข้าฆ่าถึง 70 กก. จะเป็นช่วงที่เหมาะสมและให้ผลดีทั้งในด้านสมรรถภาพการผลิต รวมทั้งเป็นที่ต้องการของตลาด แต่พบว่าภายหลังจากนั้นจะด้อยลง ซึ่งมีผลทั้งคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อตามมา

Candek Potokar *et al.* (1998) ศึกษาผลของการเพิ่มอายุและน้ำหนักเข้าฆ่าที่ 100 และ 130 กก. ภายใต้สภาวะการจำกัดอาหาร 30 % ผลที่ตามมา ก็คือ การเติบโตที่ต่ำลง แต่มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าเล็กน้อย ขณะที่การให้อาหารแบบเต็มที่ สุกรที่เข้าฆ่าน้ำหนัก 130 กก. จะมีการเติบโตและการใช้อาหารต่ำกว่า แต่จะมีการสะสมไขมันเพิ่มขึ้น ซึ่งได้มีบางรายงานพบว่า การจำกัดอาหารนั้นจะมีผลเพียงเล็กน้อยต่อน้ำหนักที่เข้าฆ่า แต่จะเป็นการลดอัตราการเพิ่มน้ำหนัก และเพิ่มระยะเวลาในการเลี้ยง ส่งผลต่อต้นทุนการผลิตตามมา

สมจิต และคณะ (2543) ศึกษาเปรียบเทียบน้ำหนักฆ่าที่ระดับต่าง ๆ ของสุกรเพศผู้ จำนวน 28 ตัว น้ำหนักฆ่าเฉลี่ย 90, 100, 110 และ 120 กก. ตามลำดับ พบว่า ในด้านสมรรถภาพการผลิตของสุกรเพศผู้ จะสัมพันธ์โดยตรงต่อน้ำหนักที่เข้าฆ่า โดยที่กลุ่มฆ่าที่น้ำหนัก 90 กก. มีแนวโน้มที่จะให้ประสิทธิภาพการผลิตสูงสุด เมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ แต่สุกรที่เข้าฆ่า 120 กก. จะให้ผลที่ด้อยลงในด้านสมรรถภาพการผลิตโดยรวม ทั้งใช้เวลาในการเลี้ยงมากขึ้นและเป็นการสิ้นเปลือง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 สอดคล้องกับ บุญลือ (2536) เสนอแนะว่า น้ำหนักเข้าฆ่าที่เหมาะสม คือ 90-100 กก. เนื่องจากจะให้ผลในแง่สมรรถนะการผลิตที่ค่อนข้างดี ตลอดจนเป็นช่วงน้ำหนักที่ตลาดต้องการ และเกษตรกรผู้เลี้ยงสามารถนำไปเพื่อพิจารณาต่อไป เช่นเดียวกับ สุทัศน์ (2540) รายงานว่า สุกรจะมีอัตราการเพิ่มน้ำหนักต่อวันสูงที่สุด ในช่วงอายุ 13-18 สัปดาห์ หรือน้ำหนักตัว 30-60 กก. ซึ่งเป็นช่วงที่มีการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อเกิดขึ้นสูงที่สุด สำหรับประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรจะสูงในช่วงที่ยังเล็กอยู่ เพราะสุกรมีขนาดน้ำหนักน้อย ปริมาณการกินอาหารยังไม่มาก แต่อัตราการเพิ่มน้ำหนักจะมาก โดยสุกรที่โตแล้วแม้ว่าจะมีอัตราการเพิ่มน้ำหนักสูงกว่า ปริมาณการกินอาหารก็จะเพิ่มตามขนาดน้ำหนักตัว จึงทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง

Christian *et al.* (1980) ทำการศึกษาในสุกรพันธุ์ลูกผสม จำนวน 288 ตัว โดยนำสุกรเข้าฆ่าที่ น้ำหนัก 90.8 และ 113.5 กก. ตามลำดับ เพื่อเปรียบเทียบอาหารระดับโปรตีน 12 และ 16 % กับน้ำหนักเข้าฆ่า พบว่า การเพิ่มระดับโปรตีนและนำสุกรเข้าฆ่าที่ 113.5 กก. จะมีการเจริญเติบโตและมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มที่เข้าฆ่า 90.8 กก. เล็กน้อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่เมื่อให้โปรตีนระดับต่ำและฆ่าที่น้ำหนักเดียวกัน สุกรที่ฆ่าน้ำหนักสูง จะมีความแตกต่างในอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารลดต่ำลงอย่างเห็นได้ชัด

เช่นเดียวกับการศึกษาของ Cisneros *et al.* (1996) สุกรพันธุ์ลูกผสมที่ฆ่าน้ำหนักต่างๆ กัน คือ 100, 115, 130, 145 และ 160 กก. ตามลำดับ พบว่า การเพิ่มน้ำหนักที่ส่งโรงฆ่าจะสัมพันธ์กับการเพิ่มปริมาณอาหารที่กิน รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารตามมา โดยรายงานว่า การคัดเลือกสายพันธ์สุกรให้มีน้ำหนักถึง 160 กก. จะถูกจำกัดโดยสมรรถภาพการเจริญเติบโต หรือแม้กระทั่งคุณภาพเนื้อที่ได้ด้วย

อิทธิพลของน้ำหนักเข้าฆ่าที่มีผลต่อคุณภาพซากของสุกรเพศผู้ (carcass quality)

ในการผลิตสุกรเพื่อการค้าแล้ว นอกจากจะให้ความสำคัญในด้านประสิทธิภาพการผลิตแล้วนั้น สิ่งหนึ่งที่ผู้ผลิตต่างก็ให้ความสำคัญไม่น้อยไปกว่ากัน คือ คุณภาพซากของสุกร อันเป็นผลมาจากภายหลังการฆ่าแล้ว ซึ่งหลายฝ่ายมักเข้าใจว่าคุณภาพซาก เป็นในเรื่องของปริมาณเนื้อแดง และไขมัน เป็นหลัก ซึ่งผู้เลี้ยงเองต้องการผลิตสุกรให้มีเนื้อแดงมาก ไขมันน้อย จึงมีการปรับปรุงและจัดการด้านการผลิตสุกรให้มีเนื้อแดงมาก ไขมันน้อย จึงมีการปรับปรุงและจัดการด้านการผลิตเรื่อยมา เช่น การคัดเลือกสายพันธุ์ ระบบการให้อาหาร การเสริมสารอาหารบางอย่าง (feed additives) เป็นต้น ซึ่งให้ผลดีในระดับหนึ่ง ดังนั้นเพื่อให้เกิดเข้าใจในด้านคุณภาพซากกันมากขึ้น จึงขอให้คำจำกัดความของ "คุณภาพซาก" เพื่อใช้ในการพิจารณา ดังนี้คือ

คุณภาพซาก หมายถึง ลักษณะร่วมกันทั้งคุณสมบัติทางกายภาพ ซึ่งได้แก่ สี ลักษณะ ของเนื้อแดงและไขมันที่แห้งแข็งไม่นุ่มเยิ้ม หรือ หมายถึง ความละเอียดของโครงสร้างเส้นใยกล้ามเนื้อและคุณภาพทางเคมี ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ ของโปรตีน ไขมัน ความชื้น และไวตามินต่างๆ ที่ได้จากเนื้อซึ่งมีผลต่อผู้บริโภคในการยอมรับสูงสุด (สัญชัย, 2534)

ลักษณะคุณภาพซากสุกรเพศผู้ (Walstra and Kroeske, 1986 cited by Seideman *et al.*, 1982)

1. มีความยาวซากที่สูง
2. มีความหนาไขมันสันหลังต่ำที่ตำแหน่งไล่ เนื้อสัน และสะโพก
3. มีเปอร์เซ็นต์ไขมันต่ำ และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงสูง ลักษณะความเป็นเนื้อสูง
4. มีเปอร์เซ็นต์ส่วนไหล่และสะโพกสูง
5. มีเปอร์เซ็นต์ซากต่ำ เมื่อเทียบกับสุกรเพศเมีย

โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพซากแบ่งเป็นปัจจัยภายในตัวสัตว์เอง เช่น พันธุ์ เพศ น้ำหนักและอายุ ส่วนปัจจัยภายนอกตัวสัตว์ เช่น สภาพแวดล้อม อุณหภูมิ และอาหาร เป็นต้น รวมทั้งปัจจัยในด้านน้ำหนักที่เข้าฆ่าก็มีผลต่อคุณภาพซากสุกรเช่นกัน เห็นได้จากการศึกษาของจุฑารัตน์ (2528) รายงานว่า น้ำหนักและอายุของสุกรมีความสัมพันธ์โดยตรงกับคุณภาพซาก คือ สุกรที่มีน้ำหนักตัวน้อย มีปริมาณเนื้อแดงสูง ไขมันต่ำ เมื่อคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก

(ตารางที่ 3) เช่นเดียวกับรายงานของ Rhim *et al.* (1987) ศึกษาลักษณะซากในสุกรขุนที่ฆ่าเมื่ออายุ 120, 170, 220, และ 320 วัน ตามลำดับ พบว่า ความหนาไขมันสันหลังที่ซี่โครงที่ 10 จะเพิ่มขึ้น (ตั้งแต่ 1.4 ถึง 5.1 ซม.) และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันเพิ่มขึ้น เมื่อสุกรอายุมากขึ้น สอดคล้องกับ Allen *et al.* (1961) รายงานว่า สุกรจะมีการสร้างเนื้อแดงและสันหลังเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งน้ำหนัก 68 กก. จากนั้นอัตราการสร้างเนื้อแดงจะค่อยๆ ลดลง แต่การสร้างไขมันสันหลังจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามน้ำหนักตัว เช่นเดียวกับ สัญชัย (2534) รายงานว่า สัตว์ที่อายุน้อย จะมีกล้ามเนื้อมาก ไขมันน้อย กระดูกมาก แต่เมื่ออายุมากขึ้น จะมีกล้ามเนื้อลดลงไขมันมาก สัดส่วนของกระดูกลดลง เช่นเดียวกับสุกรที่มีน้ำหนักสูงขึ้นและมีอายุเพิ่มขึ้นนั่นเอง จะเห็นได้จากการศึกษาของ Cruz Bustillo *et al.* (1987) ศึกษาในสุกรเพศผู้ตอนซึ่งฆ่าที่อายุ 100, 214 และ 252 วัน ตามลำดับ พบว่า สุกรที่อายุ 252 วัน มีเปอร์เซ็นต์ซากสูง และเปอร์เซ็นต์กระดูกต่ำที่สุด ($P<0.01$) เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ฆ่าอายุ 214 และ 100 วัน ตามลำดับ ($P<0.01$)

Table 3 The carcass composition of pigs at various slaughter weights

Live weight (kg)	Lean meat (%)	Fat (%)	Bone (%)
90	48.1	32.2	12.0
100	45.6	35.8	11.2
110	43.4	39.4	10.5
120	40.9	43.2	9.8

ดัดแปลงจาก; จุฑารัตน์ (2528)

Jaturasitha *et al.* (2000b) ศึกษาผลของน้ำหนักฆ่าต่อคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อสุกรเพศผู้ ที่จำกัดระดับกรดอะมิโนทริปโตเฟนและเยื่อใย เข้าฆ่าเมื่อน้ำหนัก 90, 100, 110 และ 120 กก. ตามลำดับ พบว่า สุกรที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 120 กก. จะให้ผลเด่นชัดในด้านคุณภาพซาก ทั้งเปอร์เซ็นต์ซาก ความยาวซาก ความหนาไขมันสันหลัง และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 90 กก. เพียงเล็กน้อย ($P<0.05$)

Table 4 The selected carcass characteristics and carcass quality of pigs at various slaughter weights

Criteria	Slaughter weight (kg)				
	Boars' carcass weight[1]				
	105	118	132	145	SE
Dressing percentage, %	74.1	74.8	73.9	74.5	2.04
Carcass length, cm	85.2	87.9	89.3	91.6	12.94
Carcass backfat thickness, cm	1.95	2.19	2.39	2.72	0.21
Loin eye area, cm^2	31.8	34.5	38.3	41.4	9.57
	Barrows' weight[2]				
	45.5	68.2	90.9	113.6	SE
Dressing percentage, %	-	-	-	-	-
Carcass length, cm	60.82^a	69.26^b	75.02^c	79.14^d	0.85
Carcass backfat thickness, cm	2.01^a	2.88^b	3.57^c	4.02^d	0.15
Loin eye area, cm^2	14.76^a	19.81^b	23.45^c	25.87^d	0.38
Lean cut, %	-	-	-	-	-
Primal cut, %	71.61^a	68.56^a	67.77^b	67.35^b	2.36

Means with common superscript is significantly different ($P<0.01$)

Adapted from [1] Knudson *et al.* (1985)

^{a,b,c,d} Mean within rows showing different superscript is significantly different ($P<0.05$)

Adapted from [2] Shuler *et al.* (1983)

Carr *et al.* (1978) รายงานว่า พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันจะมีค่ามากขึ้น เมื่อน้ำหนักสุกรเพิ่มขึ้น โดยจะเพิ่มมากที่สุดในช่วงน้ำหนัก 45 ถึง 48 กก. และจะค่อยลดลงเมื่อน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น เนื่องจากน้ำหนักดังกล่าวนั้นอยู่ในช่วงระยะขุน สุกรจะมีการเจริญเติบโตสูงสุด (บุญลือ, 2536) ส่วน Neely *et al.* (1979) รายงานว่าสุกรที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 127 กก. จะมีความหนาไขมันสันหลัง และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันมากกว่า เมื่อเทียบกับสุกรเข้าฆ่าที่น้ำหนักฆ่า 100 กก.

Table 5 The selected carcass characteristics and carcass quality at various slaughter boar weights

Criteria	Slaughter weight (kg)		
	Boars' weight[1]		
	104.8	131.5	SE
Dressing percentage, %	-	-	-
Carcass length, cm	-	-	-
Carcass backfat thickness, cm	1.94[b]	2.61[a]	0.03
Loin eye area, cm^2	36.7[b]	42.0[a]	0.09
	Barrows' weight[2]		
	100	130	SE
Dressing percentage, %	78.9[b]	82.1[a]	1.7
Carcass length, cm	99.0[b]	107.2[a]	3.5
Carcass backfat thickness, cm	2.73[b]	3.42[a]	3.3
Loin eye area, cm^2	34.7[b]	44.1[a]	4.6

[a,b] Means with common superscript is significantly different (P<0.05)

Adapted from [1] George *et al.* (1983)

[a,b] Mean within rows showing different superscript is significantly different (P<0.05)

Adapted from [2] Candek Potokar *et al.* (1998)

Christian *et al.* (1980) รายงานว่า สุกรเข้าฆ่าที่น้ำหนัก 113.5 กก. มีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ความยาวซากมากกว่า ความหนาไขมันสันหลัง และเปอร์เซ็นต์ซากสูงกว่ากลุ่มที่ฆ่า 90.8 กก. แต่พบว่า มีเปอร์เซ็นต์โดยรวมของสะโพก และสันหลังต่ำกว่าสุกรที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 90.8 กก. เนื่องจากว่าสุกรที่เข้าฆ่า 90.8 กก.ขึ้นไป มีการเพิ่มน้ำหนักอย่างรวดเร็ว และเป็นช่วงที่มีการสร้างไขมันมากระหว่าง 73-137 กก. ซึ่งเป็นเพศเมียและสำหรับเพศผู้ตอน พบว่า เปอร์เซ็นต์เนื้อไหล่และสะโพกจะลดลง แต่เปอร์เซ็นต์รวมของเนื้อสันในและสามชั้น จะเพิ่มขึ้น เมื่อน้ำหนักเข้าฆ่าเพิ่มขึ้น ซึ่งประเมินได้จาก การเปลี่ยนแปลงตามส่วนประกอบและขนาดของร่างกายที่เพิ่มขึ้นนั่นเอง แต่ Hovorka and Pavilk (1974) cited by Martin *et al.* (1980) ศึกษาการนำสุกรเข้าฆ่าเมื่อน้ำหนัก 80 ถึง 120 กก. จะมีแนวโน้มที่เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงลดลง โดยที่สุกรที่เข้าฆ่า 90 และ 100 กก. จะให้เนื้อแดงดีที่สุด สอดคล้องกับ Cisneros *et al.* (1996) พบว่า การฆ่าสุกรที่น้ำหนัก 160 กก. จะมีเปอร์เซ็นต์เนื้อสันจะเพิ่มขึ้น แต่ส่วนเนื้อไหล่และสะโพก รวมทั้ง กระดูกชี่โครงจะลดลง เมื่อเทียบ

กับสุกรที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 100 กก. สอดคล้องกับการศึกษาของ Knudson *et al.* (1985) ศึกษาลักษณะซากสุกรในสุกรขุนเพศผู้ และเพศผู้ตอนที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 105, 118, 132 และ 145 กก. ตามลำดับ พบว่า ความยาวซาก ความหนาไขมันสันหลัง และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน จะเพิ่มขึ้น (ตามอัตราส่วน 0.16 มม., 0.02 มม. และ 0.23 ลบ.ซม./กก. ของน้ำหนักมีชีวิต ตามลำดับ) เมื่อน้ำหนักเข้าฆ่าเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4) รวมทั้ง George *et al.* (1983) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาไขมันสันหลัง และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันของสุกรเพศผู้ ฆ่าเมื่อน้ำหนักฆ่า 104.3 และ 131.5 กก. พบว่า ความหนาไขมันสันหลังและพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน จะเพิ่มขึ้น 0.024 ซม./กก. และ 0.185 ลบ.ซม./กก. ตามลำดับ หรือคิดเป็น 34.5 % และ 14.4 %ของน้ำหนักมีชีวิต (ตารางที่ 5) Albar *et al.* (1990) รายงานว่า ความหนาไขมันสันหลัง วัดที่กระดูกซี่โครงสุดท้าย (P_2 mm) จะเพิ่มขึ้น 1.3 มม.ต่อน้ำหนักที่เพิ่มทุกๆ 10 กก. ส่วนเปอร์เซ็นต์ซากจะเพิ่มขึ้น 0.5 % แต่เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงรวมนั้นจะลดลง 1 % ทุกๆ 10 กก. ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งศึกษาในช่วงระหว่าง 105-135 กก. อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

Eggert *et al.* (1993) ทำการศึกษาส่วนประกอบของซากสุกรพันธุ์ลูกผสมลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ เพศผู้ตอนและเมีย ที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 231, 264 และ 297 ปอนด์ ตามลำดับ รายงานว่า สุกรที่เข้าฆ่าน้ำหนักสูง (297 ปอนด์) นั้น จะมีความหนาไขมันสันหลังที่ตำแหน่งซี่โครงซี่ที่ 10 และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ฆ่า 231 ปอนด์ อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) รวมทั้งเปอร์เซ็นต์ไขมันที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงลดลง สอดคล้องกับ Fortin *et al.* (1980) ศึกษาผลของน้ำหนักเข้าฆ่าต่อคุณลักษณะซากสุกรพันธุ์ยอร์คเชียร์ เมื่อน้ำหนัก 85, 92, 103 และ 112 กก. ตามลำดับ พบว่า เปอร์เซ็นต์ซาก และความหนาไขมันสันหลังจะเพิ่มตามน้ำหนักที่เข้าฆ่า อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยสุกรฆ่าที่น้ำหนัก 103 กก. จะเป็นกลุ่มที่ดีทั้งในด้านคุณภาพซากมากที่สุด (ตารางที่ 7)

การศึกษาของ Buck *et al.* (1963) cited by Cisneros *et al.* (1996) เปรียบเทียบสุกรเพศผู้กับสุกรสาว (เพศเมีย) ที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 68, 91 และ 118 กก. ตามลำดับ พบว่า ไขมันที่ได้จากการแยกชิ้นส่วนสูงในกลุ่มที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 118 กก. แต่ Braude *et al.* (1963) cited by Cisneros *et al.* (1996) พบว่า ไม่มีความแตกต่างในลักษณะซากระหว่างสุกรที่ฆ่า 91 และ 118 กก. ตามลำดับ แต่ในปริมาณส่วนตัดเนื้อที่ได้ (cutting yield) พบว่า การเพิ่มน้ำหนักเข้าฆ่าจะเป็นการเพิ่มเปอร์เซ็นต์เนื้อไหล่ (shoulder) สะโพก (ham) และสันนอก (loin) แต่ Arganosa *et al.* (1977) พบว่า ลักษณะซากสุกรที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 50, 70, 90, 100 และ 130 กก. ตามลำดับ พบว่า เปอร์เซ็นต์สะโพกมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น เมื่อน้ำหนักฆ่าเพิ่มขึ้น ขณะที่ เปอร์เซ็นต์กระดูกนั้นจะลดลง โดยสุกรฆ่าน้ำหนัก 130 กก. มีเปอร์เซ็นต์กระดูกต่ำที่สุด ($P>0.05$)

Table 6 The carcass composition of various slaughter boar weights in term of style cutting

Parameter	Slaughter weight (kg)						
	Boars' weight						
	73	85	100	112	126	137	SE
Belly	15.9	16.7	17.2	17.7	18.5	19.3	0.05
Bone	14.7	13.4	12.0	12.0	11.3	11.4	0.16
Ham	25.5	25.4	25.1	24.4	24.6	24.4	0.38

Means with common superscript is not significantly different (P>0.05)

Adapted from Martin *et al.* (1980)

Table 7 The carcass composition of finishing pigs at various slaughter weights in style cutting (% of chilled carcass weight)

Parameter	**Slaughter weight (kg)**				
	Barrows' weight				
	85	92	103	112	SE
Loin	25.93	27.34	26.85	27.52	2.36
Belly	16.04	15.34	16.07	15.61	1.80
Ham	21.88	22.56	23.06	22.16	1.18
Shoulder	26.47	27.66	27.00	27.87	1.93
Ham+loin+shoulder	74.28	77.56	76.91	77.55	3.27

Mean with a common superscripts are not significantly different (P>0.05)

Adapted from Fortin *et al.* (1980)

อิทธิพลของน้ำหนักเข้าฆ่าที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อของสุกรเพศผู้ (meat quality)

สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งในการเลี้ยงสุกรขุน นอกจากการผลิตสุกรและคุณภาพซากแล้วนั้น อันเป็นผลตามมาจากภายหลังจากสัตว์ตายเช่นกัน ซึ่งจะสัมพันธ์กับคุณภาพการบริโภคและประโยชน์ทางอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ภายในประเทศและต่างประเทศ โดยเฉพาะมีความสำคัญต่อตลาดการค้าเนื้อสุกร คือ คุณภาพเนื้อสุกร เพื่อให้การผลิตสุกรขุนครบวงจรควบคู่ไปกับสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซาก ซึ่งผู้บริโภคต่างมีความพิถีพิถันด้านการบริโภคมากขึ้น ฉะนั้นในการผลิตสัตว์นั้นไม่ว่าจะเป็นด้านการผลิต การให้อาหาร การคัดเลือกพันธุ์ จนกระทั่งถึงการฆ่าสัตว์จะต้องให้ความสำคัญกันทุกขบวนการ เพื่อให้ได้เนื้อสุกรที่มีคุณภาพ สะอาด ปลอดภัยและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ทั้งความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อการพิจารณาด้านคุณภาพเนื้อและขบวนการแปรรูป ประกอบด้วย ผลการยอมรับ เทคโนโลยี โภชนะ และขบวนการฆ่าที่ทันสมัย สะอาด ปลอดภัย ซึ่งปัจจัยที่มีผลทั้ง สายพันธุ์ อายุ เพศ น้ำหนักตัว อาหาร การขนส่ง สภาพก่อนฆ่าและการจัดการซาก รวมทั้งการเก็บรักษาเนื้อ จะต้องใช้ในการพิจารณาด้วย (Garcia Diez, 1995) ซึ่ง สัญชัย (2543) ได้ให้คำจำกัดความของ "คุณภาพเนื้อ" (Meat Quality) คือ

คุณภาพเนื้อ (Meat Quality) หมายถึง เนื้อที่ผ่านการคัดเลือกให้ได้คุณลักษณะตามที่ต้องการโดยการพัฒนาปรับปรุงการผลิต การฆ่า และการคัดเลือกหลังฆ่า ความต้องการของผู้บริโภคและผู้ประกอบการแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ มีความสำคัญต่อคุณภาพเนื้อสัตว์ เช่น ความสามารถในการอุ้มน้ำ กลิ่น ชนิดและปริมาณไขมัน ปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อ รวมทั้งสีอีกด้วย

Weatherup *et al.* (1998) ทำการศึกษาคุณภาพเนื้อของสุกรขุนเพศผู้ที่มีน้ำหนักซาก 70, 80, 90 และ 100 กก. ตามลำดับ รายงานว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH value) ค่าการสูญเสียน้ำ (drip loss) สีของเนื้อ (colour) และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (shear value) จะไม่ได้รับผลเนื่องจากน้ำหนักที่เข้าฆ่า (P>0.05) (ตารางที่ 8) แต่เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเนื่องจากการปรุงอาหาร (cooking loss) จะลดลง (ตารางที่ 9) ในกลุ่มที่ฆ่าน้ำหนักสูง ๆ ส่วนเปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีนและไขมันของเนื้อสันนอก จะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามน้ำหนักฆ่า (P>0.05) (ตารางที่ 10) สอดคล้องกับ Meller (1992) ศึกษาสุกรที่น้ำหนักซาก 70, 80 และ 90 กก. ตามลำดับ พบว่า ไม่มีความแตกต่างในค่าความเป็นกรดเป็นด่าง สี ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) แต่พบว่า เนื้อจากสุกรที่ฆ่า 70 กก. มีค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการปรุงอาหาร (cooking loss) มากกว่ากลุ่มที่ฆ่าน้ำหนักสูง แต่จะเห็นได้จากการศึกษาของ Tam *et al.* (1998) สุกรฆ่าที่น้ำหนัก 40, 60, 80, 100, 115 และ 130 กก. ตามลำดับ พบว่า ค่า pH ที่เนื้อสันนอกภายหลังฆ่า 45 นาทีลดลงเมื่อเพิ่มน้ำหนักฆ่า ซึ่งจะมีโอกาสเกิดลักษณะเนื้อ PSE มากขึ้น เมื่อน้ำหนักฆ่าเพิ่มขึ้น จะทำให้ส่งผลเสียต่อคุณภาพเนื้อด้านอื่นตามมาเช่นกัน

Table 8 Meat quality traits at various slaughter boar weights

Traits	Slaughter weight (kg)				
	Boars' carcass weight[1]				
	70	80	90	100	SE
pH-value					
• 45 min p.m. (loin)	-	-	-	-	-
• 24 h p.m. (loin)	5.59	5.56	5.56	5.55	0.02
Color					
• Luminosity (L)	58.5	57.6	58.7	58.7	0.70
• Red-green index (a)	4.73	4.50	4.50	5.14	0.29
• Yellow-blue index (b)	8.62	8.81	8.94	9.23	0.23
	Boars' weight[2]				
	92	105	118	131	SE
pH-value					
• 45 min p.m. (loin)	-	-	-	-	-
• 24 h p.m. (loin)	5.51^{b}	5.51^{b}	5.49^{ab}	5.48^{a}	0.007
Color					
• Luminosity (L)	59.13^{a}	57.86^{a}	58.00^{a}	57.35^{b}	0.609
• Red-green index (a)	4.13^{a}	5.07^{b}	5.20^{b}	5.20^{b}	0.263
• Yellow-blue index (b)	8.68	9.09	9.29	9.84	0.197

Means with common superscript is not significantly different (P>0.05)

Adapted from [1] Weatherup *et al.* (1998)

[a,b] Mean within rows showing different superscript is significantly different (P<0.05)

Adapted from [2] Beattie *et al.* (1999)

Ellis *et al.* (1996) รายงานว่า น้ำหนักเข้าฆ่ามีผลต่อคุณภาพเนื้อเช่นกัน เห็นได้จากสีเนื้อที่เข้มขึ้น ความเหนียวที่มากขึ้น ซึ่งแสดงให้ถึงความเหนียวของเนื้อ อันเป็นผลมาจากอายุและน้ำหนักที่มากขึ้น ปริมาณเม็ดสีในเนื้อ (myoglobin) และขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใหญ่ขึ้น (สัญชัย, 2534) สอดคล้องกับรายงานของ Cisneros *et al.* (1994) พบว่า การเพิ่มน้ำหนักที่เข้าฆ่าจะมี

ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญต่อความนุ่มและการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า สัตว์ที่ไม่ตอนนั้นจะคงลักษณะของความเหนียว และสีคล้ำของเนื้อ ซึ่งไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค จึงเป็นไปได้ว่าความนุ่มที่ลดลง เมื่อนำสุกรเข้าฆ่าที่น้ำหนักสูง เนื่องจากอัตราการเจริญเติบโตที่ลดลง การสร้างเนื้อแดงที่ค่อนข้างต่ำ จึงมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ (proteolytic enzyme) ภายหลังการฆ่าและปริมาณคอลลาเจน (collagen) ในกล้ามเนื้อ ทำให้เนื้อเหนียวขึ้น (Kempster and Warkup, 1991)

Monin *et al.* (1999) รายงานว่า สุกรที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 127 กก. จะไม่มีความแตกต่างกันต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างภายหลังการฆ่า (pH_1) (45 นาทีภายหลังฆ่า) เมื่อเทียบกับสุกรที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 101 กก. เนื่องจากจะมีความยาวของ sarcomeres มากกว่า และมีความชื้นน้อยกว่ากลุ่มที่ฆ่าน้ำหนักเบา (101 กก.) ($P<0.05$) แต่ในลักษณะด้านอื่น ไม่พบความแตกต่างระหว่างน้ำหนักที่เข้าฆ่า สอดคล้องกับ Sutton *et al.* (1997) และ Leach *et al.* (1996) พบว่า ปริมาณไขมันแทรกในเนื้อ (intramuscular fat) จะเพิ่มขึ้นในสุกรฆ่าที่ 127 กก. ซึ่งบางรายงานเสริมว่า ปริมาณไขมันแทรกในเนื้อจะเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักที่เข้าฆ่า โดยทำการศึกษาในสุกรที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 110 ถึง 140 กก.

Candek Potokar *et al.* (1998) เสนอแนะว่า การเพิ่มน้ำหนักฆ่า จะเป็นการปรับปรุงคุณภาพเนื้อเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทั้งในด้านสีเนื้อ a* (redness) และปริมาณไขมันแทรกในเนื้อ (intramuscular fat) ซึ่งมีผลต่อลักษณะเนื้อและความรู้สึกในการยอมรับ (sensory evaluation) รวมทั้งจะมีโอกาสในการเกิดเนื้อซีด เหลว และแฉะ (Pale Soft Exudative, PSE) เนื่องจากเป็นการเพิ่มกิจกรรมของสุกร (activity) และการหลั่งฮอร์โมนจากต่อมอะดรีนอล คอร์เทกซ์ (adrenal cortex) มากขึ้น ทำให้สุกรเกิดความเครียดได้ง่ายส่งผลต่อคุณภาพเนื้อตามมา สอดคล้องกับ Cisneros *et al.* (1994) รายงานเสริมว่า โอกาสที่จะเกิด PSE ในกลุ่มสุกรที่ฆ่าน้ำหนักสูงได้ง่ายกว่า เห็นได้จากค่า pH_1 (45 นาทีภายหลังฆ่า), ค่า L* และ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำ (drip loss) ที่เพิ่มขึ้น เมื่อ น้ำหนักเข้าฆ่าเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Kuhn and Kuchemeister (1992) ทำการศึกษาสุกรที่น้ำหนักฆ่า 85.2, 90.3 และ 92.1 กก. ตามลำดับ พบว่า ค่า pH_1 ของกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) จะมีแนวโน้มที่ต่ำลง เมื่อน้ำหนักฆ่าเพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีโอกาสที่เกิดเนื้อ PSE โดยจะเห็นได้จากค่าการสูญเสียน้ำ (drip loss) ที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน ส่วน ค่า a* และ b* ที่เพิ่มขึ้น เมื่อน้ำหนักฆ่าเพิ่มขึ้น ($P>0.05$)

อย่างไรก็ตามสิ่งที่สำคัญสำหรับคุณภาพเนื้อ เช่น ความชุ่มฉ่ำ ความนุ่ม และการสูญเสียจากการปรุงอาหาร (cooking loss) น่าจะสามารถปรับปรุงได้เมื่อน้ำหนักซากเพิ่มขึ้นจาก 70 ถึง 120 กก. นอกจากนี้การจำกัดอาหารก็จะเป็นการลดระดับไขมันแทรก รวมทั้งความนุ่มและความชุ่มฉ่ำของเนื้อ (Ellis *et al.*, 1996)

Sather *et al.* (1991) รายงานถึง การยอมรับคุณภาพเนื้อที่มีไขมันแทรกประมาณ 10 กรัมต่อกก.ต่อน้ำหนักแห้ง โดยทั่วไปสุกรจะมีไขมันแทรกอยู่ระหว่าง 7.6-7.9 กรัมต่อกก. ส่วนค่าการสูญเสียน้ำ (drip loss) นั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่ในด้านคุณค่าทางโภชนะ (nutritive values) จะสัมพันธ์กับการเพิ่มเปอร์เซ็นต์โปรตีนและไขมัน แต่เปอร์เซ็นต์ความชื้นจะลดลง เมื่อน้ำหนักฆ่าเพิ่มขึ้น (Beattie *et al.*, 1999; Knudson *et al.*, 1985)

Table 9 Water holding capacity (WHC) of loin chop at various slaughter boar weights

Traits	Slaughter weight (kg)				
	Boars' carcass weight[1]				
	70	80	90	100	SE
Water holding capacity, WHC					
• Drip loss, g/kg	58	54	60	66	4.20
• Thawing loss, g/kg	-	-	-	-	-
• Cooking loss, g/kg	273	253	243	227	6.10
• Shear force, kg/cm^2	3.18	3.20	3.03	3.13	0.13
	Boars' weight[2]				
	92	105	118	131	SE
Water holding capacity, WHC					
• Drip loss, %	5.88	6.23	6.08	6.68	0.23
• Thawing loss, %	-	-	-	-	-
• Cooking loss, %	25.85^a	25.93^a	25.04^a	23.35^b	0.43
• Shear force, kg/cm^2	3.32	3.15	3.12	3.11	0.07

Means with common superscript is not significantly different (P>0.05)

Adapted from [1] Weatherup *et al.* (1998)

[a,b] Mean within rows showing different superscript is significantly different (P<0.05)

Adapted from [2] Beattie *et al.* (1999)

Shuler *et al.* (1983) ศึกษาคุณภาพเนื้อสุกรเพศผู้ตอนฆ่าเมื่อน้ำหนัก 45.5, 68.2, 90.9 และ 113.6 กก. ตามลำดับ พบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเนื่องจากการปรุงอาหาร (cooking loss) และค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ของเนื้อ ไม่ได้รับผลเนื่องจากน้ำหนักเข้าฆ่าที่เพิ่มขึ้น (P>0.05) ส่วนเปอร์เซ็นต์ไขมันที่สกัดได้ (ether extract) และค่าการสูญเสียภายหลังการแช่แข็ง (thawing loss) จะมีความแตกต่างในกลุ่มที่เข้าฆ่า 45.5 และ 68.2 กก. มากกว่าเข้าฆ่า 90.9 และ 113.6 กก. ตามลำดับ (P>0.05) สอดคล้องกับรายงานของ Stant *et al.* (1968) พบว่า เมื่อค่าไขมันที่สกัดได้เพิ่มขึ้นจะทำให้ความชื้นลดลง ตามน้ำหนักฆ่าที่มากขึ้น และอาจเป็นไปได้ที่ความชื้นลดลง มีผลให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเนื่องจากการแช่แข็งจะลดลง สำหรับคุณภาพด้านอื่นๆ ทั้งความแน่นของไขมัน (firmness) ค่าแรงตัดผ่านเนื้อและสีของเนื้อ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำในด้านอื่นนั้น Kuhn *et al.* (1997) ศึกษาในสุกรที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 100, 120, 140 และ 160 กก. ตามลำดับ พบว่า น้ำหนักฆ่าที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลต่อการสูญเสียน้ำเนื่องจากการย่างมากขึ้น ซึ่งจะมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับน้ำหนักฆ่าที่เพิ่มขึ้น (P<0.05) รวมทั้งการศึกษาของ Pour *et al.* (1976) รายงานว่า ค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการย่าง (grilling loss) มีความสัมพันธ์ในทางลบกับค่า pH หลังฆ่า คือ เมื่อค่า pH ลดลง จะมีการสูญเสียน้ำมากขึ้น เนื่องจาก pH ที่ลดลงจะส่งผลต่อค่าความสามารถในการอุ้มน้ำที่ต่ำลง จึงมีการสูญเสียน้ำที่เพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ Sutton *et al.* (1997) ทำการศึกษาผลของน้ำหนักฆ่าที่ 110 และ 140 กก. ต่อคุณภาพเนื้อสุกร พบว่า น้ำหนักเข้าฆ่าไม่มีผลต่อระดับโปรตีนทั้งหมด (total protein), salt soluble protein, ค่าสี L*, a* และ b* ของเนื้อหรือความแน่นและคะแนนไขมันแทรกของไขมัน (P>0.05)

การศึกษาของ Beattie *et al.* (1999) รายงานว่า การนำสุกรเพศผู้เข้าฆ่าที่น้ำหนัก 92, 105, 118 และ 131 กก. (น้ำหนักซาก 70, 80, 90 และ 100 กก. ตามลำดับ) พบว่า เมื่อน้ำหนักซากเพิ่มขึ้น จะมีความแตกต่างเพียงเล็กน้อย (P<0.05) ต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างจะลดลง เช่นเดียวกับเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเนื่องจากปรุงอาหาร (cooking loss) (ตารางที่ 9) แต่ค่าน้ำหนักวัตถุแห้ง (dry matter) และโปรตีน (protein) ในกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi)* จะเพิ่มขึ้น (P<0.01) (ตารางที่ 10) ซึ่งอาจเป็นได้ว่าคุณภาพเนื้อสุกรเพศผู้จะสามารถปรับปรุงได้ เมื่อน้ำหนักซากเพิ่มจาก 70 ถึง 120 กก.

Table 10 Nutritive values of loin chop in boar meat at various slaughter weights

Traits	Slaughter weight (kg)				
	Boars' carcass weight[1]				
	70	80	90	100	SE
Nutrient composition of loin (LD), % in fresh matter					
Dry matter, g/kg	251[b]	252[ab]	255[bc]	257[c]	1.2
Moisture, g/kg	-	-	-	-	-
Protein, g/kg	236	236a	238a	244b	1.4
Fat, g/kg	8.3[ab]	6.8[a]	9.7[b]	10.0[b]	0.84
	Boars' weight[2]				
	92	105	118	131	SE
Dry matter, g/kg	249[a]	249[a]	254[a]	256[b]	0.60
Moisture, g/kg	-	-	-	-	-
Protein, g/kg	234[a]	236[a]	240[b]	241[b]	0.70
Fat, g/kg	7.1	7.2	7.9	8.4	0.36
	Boars' weight[3]				
	105	118	132	145	EMS
Dry matter, %	-	-	-	-	-
Moisture, %	74.5	74.4	74.2	74.7	1.19
Protein, %	22.4	22.5	23.1	22.8	1.95
Fat, %	2.81	2.51	2.31	2.25	2.12

[a,b,c] Means with common superscript is significantly different (P<0.05)

Adapted from [1] Weatherup *et al.* (1998)

[a,b] Mean within rows showing different superscript is significantly different (P<0.05)

Adapted from [2] Beattie *et al.* (1999)

Means with common superscript is not significantly different (P>0.05)

Adapted from [3] Knudson *et al.* (1985)

เมื่อพิจารณาคุณภาพเนื้อในด้านอื่นเช่น การตรวจชิม (sensory evaluation) นั้น เป็นการทดสอบคุณค่าขั้นสุดท้ายของเนื้อสัตว์ อยู่ที่การยอมรับของผู้บริโภค (acceptability) ว่าจะมีความนิยมหรือไม่อย่างไร การยอมรับหรือความนิยมนี้มากน้อยขึ้นอยู่กับการตอบสนองทางจิตวิทยา และความรู้สึกของการบริโภค (sensory) ซึ่งเป็นความรู้สึกสัมผัสของแต่ละบุคคลไป (ไพโรจน์, 2535) ซึ่งการพิจารณาปัจจัยต่างๆ เช่น ลักษณะที่ปรากฏ (appearance) ได้แก่ กลิ่นขณะปรุงอาหาร ปริมาณของส่วนที่บริโภคได้ ความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ รสชาติ และคุณค่าทางโภชนะล้วนแล้วแต่เป็นปัจจัยร่วมที่จะสามารถส่งผลต่อการยอมรับ และความนิยมของผู้บริโภค (ชัยณรงค์, 2529) ซึ่ง Nold *et al.* (1997) พบว่า การยอมรับเนื้อสุกรเพศผู้ของผู้บริโภคที่มีผลเนื่องจากกลิ่นที่ต่างกันไป ซึ่งแปรผันไปตามความรู้สึก ตลอดจนสิ่งแวดล้อม ระบบการผลิต และความชำนาญในการรับรู้สารของแต่ละคน (Bonneau *et al.*, 1992) ซึ่งการประเมินในด้านคุณสมบัติการตรวจชิมนั้นจะเป็นการยอมรับโดยประสาทสัมผัสแห่งการรับรู้ (Schwörer et al., 1999 อ้างโดย สัญชัย, 2542) เช่น มอง ดมกลิ่น ชิม และความรู้สึก เป็นต้น ความสำคัญของคุณสมบัติด้านนี้ คือ ลักษณะที่ปรากฏได้แก่ สี รูปร่าง ปริมาณไขมันแทรก รสชาติ ความชุ่มฉ่ำ และความนุ่ม เป็นต้น ส่วนกลิ่นนั้นเป็นผลมาจากการรวมตัวกันของสารประกอบมากมาย ซึ่งคุณสมบัติเรื่องกลิ่นนี้มักนิยามในรูปของการยอมรับเนื้อสัตว์

Ellis and Horsfield (1988) พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการประเมินคุณค่าการบริโภคทั้ง อายุ ระดับความเป็นหนุ่มเป็นสาว สายพันธุ์ น้ำหนักที่ส่งฆ่า อายุ คุณค่าทางโภชนะ และคุณภาพบริโภคเนื้อสุกรล้วนมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคทั้งสิ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Ramaswami *et al.* (1993) ประเมินคุณภาพการบริโภคของสุกรเพศผู้ตอนเข้าฆ่าที่น้ำหนักต่างกัน พบว่า ด้านการบริโภคจะมีคะแนน กลิ่นรส ความชุ่มฉ่ำ และความนุ่มจะลดลง เมื่อน้ำหนักฆ่าเพิ่มขึ้น ($P<0.01$) ซึ่งคะแนนการยอมรับโดยรวมจะมีแนวโน้มที่ดีกว่าในกลุ่มสุกรที่ฆ่าน้ำหนักต่ำเมื่อเทียบกับกลุ่มฆ่าน้ำหนักสูง ($P<0.05$) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Ellis *et al.* (1996) การยอมรับเนื้อของสุกรที่น้ำหนักฆ่า 80, 100 และ 120 กก. ตามลำดับ พบว่า ในด้านคะแนนความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ กลิ่นรส และความพอใจโดยรวม ในกลุ่มสุกรที่ฆ่าน้ำหนัก 80 กก. จะดีกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จึงเป็นไปได้ว่าผู้บริโภคมีการยอมรับเนื้อสุกรที่ได้จากกลุ่มที่ฆ่าน้ำหนักน้อย จะเห็นได้จากคะแนนความพอใจโดยรวมนั้นเอง (ตารางที่ 12)

Table 11 Trained panel evaluations of *Longissimus dorsi* (LD) of pork at various slaughter weights

Criteria	Slaughter weight (kg)		
	Boars' weight[1]		
	100	110	SE
Colour[1/]	1.94[b]	2.33[a]	0.10
Firmness[1/]	2.89[a]	2.56[b]	0.12
Marbling[1/]	1.72	1.72	0.08
Tenderness[2/]	4.07[b]	4.31[a]	0.13
Juiciness[2/]	4.25	4.30	0.12
Off-flavour[2/]	1.59[a]	1.25[b]	0.08
	Barrows' weight[2]		
	110	140	SE
Colour[3/]	2.30	2.13	0.12
Firmness[3/]	2.69	2.33	0.15
Marbling[3/]	1.24	1.53	0.15

[1/]Scale of 1 to 5; 1 = pale pinkish-gray, very soft and very watery, devoid to practically devoid; 5 = dark purplish red, very firm and dry, moderately abundant or greater

[2/]Scale of 1 to 8; 1 = extremely tender, juicy, no off-flavor; 8 = extremely tough, dry, extremely strong off-flavor.

[3/]Measured on M. *longissimus lumborum* only.

[a,b] Means with common superscript is significantly different (P<0.05)

Adapted from [1]Nold *et al.* (1997)

Means with common superscript is not significantly different (P>0.05)

Adapted from [2]Sutton *et al.* (1997)

Jerimiah and Weiss (1984) ศึกษาในสุกรเพศผู้ตอนที่ฆ่าน้ำหนัก 79.5, 93.1, 106.7, 120 และ 134 กก. ตามลำดับ พบว่า ไม่พบความแตกต่างระหว่างเปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำเนื่องจากการปรุงอาหาร ความชุ่มฉ่ำ และความนุ่ม โดยจะมีแนวโน้มที่ค่าการสูญเสียน้ำลดลง เมื่อน้ำหนักฆ่าเพิ่มขึ้น ส่วนความชุ่มฉ่ำเนื้อนั้นจะลดลง เมื่อน้ำหนักฆ่าเพิ่มขึ้นเช่นกันจึงส่งผลให้การยอมรับโดยรวม (overall acceptability) ลดลงนั่นเอง (P>0.05)

Table 12 Panel scores of *Longissimus dorsi* (LD) of pork at various slaughter weights

Criteria	Slaughter weight (kg)			
	80	**100**	**120**	**SE**
Tenderness	4.72	4.40	3.95	0.062
Juiciness	3.89	3.67	3.61	0.006
Pork flavour intensity	4.17	4.05	4.11	0.039
Overall acceptability	4.65	4.44	4.25	0.045

Means with common superscript is not significantly different (P>0.05)

Adapted from Ellis *et al.* (1996)

นอกจากนี้ Monin *et al.* (1999) ศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัส (texture of meat) ของสุกรเพศผู้ที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 101 และ 127 กก. ตามลำดับ พบว่า คะแนนของลักษณะเนื้อในสุกรที่ฆ่าน้ำหนัก 127 กก. จะต่ำกว่า เนื่องจากจะมีความยาวของ sarcomeres มากกว่า และมีความชื้นน้อยกว่ากลุ่มที่ฆ่าน้ำหนักเบา (101 กก.) (P<0.05) แต่ในลักษณะด้านอื่น ไม่พบความแตกต่างระหว่างน้ำหนักที่เข้าฆ่า ตลอดจน Nikitenko *et al.* (1990) ทำการศึกษาประเมินการยอมรับเนื้อสุกรเพศผู้ฆ่าที่น้ำหนัก 90-100 กก. พบว่า เนื้อที่ผ่านการปรุงอาหาร และเนื้อที่ผ่านการรมควัน จะไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่เข้าฆ่า แต่จะมีแนวโน้มที่ความชุ่มฉ่ำของเนื้อสุกรที่ฆ่า 90 กก. ดีกว่าทั้ง 2 กรรมวิธี แม้ว่าจะมีวิธีที่แตกต่างกันก็ตาม (P>0.05)

อิทธิพลของน้ำหนักเข้าฆ่าที่มีต่อคุณภาพไขมันของสุกรเพศผู้ (fat quality)

ในการผลิตสุกรไม่เพียงแต่ผู้ผลิตจะให้ความสำคัญในด้านคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ คุณภาพไขมันของสุกรก็มีความสำคัญเช่นกัน โดยเฉพาะเพื่อใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเนื้อสุกรเพศผู้ ไขมันจึงจัดได้ว่าเป็นสารประกอบของเนื้อสัตว์ที่จะขาดไม่ได้เพราะไขมันจะทำให้เนื้อขณะปรุงไม่แห้ง และยังทำให้เกิดกลิ่นที่ชวนให้น่ารับประทานเป็นอย่างยิ่ง จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดความน่ากิน ความพึงพอใจโดยรวม เนื่องจากการตรวจชิม และในขณะเดียวกันก็บ่งบอกถึงอายุการเก็บรักษาของเนื้อ (shelf life) และผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาจากโอกาสที่เกิดการหืนขึ้นนั่นเอง (rancidity)

คุณภาพไขมัน (fat quality) หมายถึง เนื้อเยื่อไขมันในซากสัตว์ที่มองเห็นได้ มีโครงสร้างและคุณภาพความแข็ง (firmness) ที่ดี เป็นที่ยอมรับจากร้านขายเนื้อและตำราอาหาร ซึ่งไขมันคุณภาพต่ำจะมีลักษณะอ่อน มันเยิ้ม เปียก สีออกเทา และเหลว นอกจากนี้ยังรวมถึงกลิ่นที่ได้รับขณะรับประทาน โดยเฉพาะการปรากฏของกลิ่นแปลกปลอม

ในปัจจุบันได้เกิดปัญหาเนื่องจากสุกรมีเนื้อแดงมากเกินไป โดยเฉพาะสายพันธุ์สุกรที่ให้เนื้อแดงมาก ไขมันน้อย ทำให้ไขมันเหลวและการแยกตัวของไขมันจากเนื้อแดง และเนื่องจากผลการปรับปรุงนี้เอง ส่งผลต่อความเข้มข้นของกรดไขมันอิ่มตัวมีน้อยลง เนื้อเยื่อไขมันประกอบด้วยน้ำและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมากขึ้น รวมทั้งสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวมีปริมาณสูงขึ้น ซึ่งมีโอกาสเกิดการเหม็นหืนได้ง่ายขึ้น ส่วนการแยกตัวของไขมันและเนื้อแดงอาจเกิดเนื่องจากผลของการคัดเลือก ทำให้สุกรเจริญเติบโตเร็วขึ้น ทำให้สุกรส่งโรงฆ่ามีอายุน้อยลง จึงอาจทำให้เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้างและเยื่อไขมันและเนื้อแดงยังพัฒนาไม่สมบูรณ์เต็มที่ทำให้ไม่แข็งแรงเพียงพอ จึงได้มีการปรับปรุงเรื่อยมา ทั้งการจำกัดอาหาร และการใช้สุกรเพศผู้ไม่ตอนเป็นสุกรขุน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้สุกรเพศผู้ไม่ตอนที่ทำให้ผลเด่นชัดในด้านเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของอายุ หรือน้ำหนักส่งโรงฆ่า เพื่อให้เกิดปัญหาต่อคุณภาพไขมัน คุณภาพเนื้อ น้อยที่สุด (จุฑารัตน์, 2532 และ สมชัย, 2532) ดังจะเห็นได้จาก รายงานของ สมชัย (2532) สนับสนุนว่า เมื่อสุกรมีน้ำหนักมากขึ้นจะเกิดการสะสมไขมันที่มีอัตราส่วนของกรดไขมันอิ่มตัวต่อกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงขึ้น ไขมันจับตัวกันแน่นยิ่งขึ้น สัดส่วนของปริมาณน้ำและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันลดลง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ล้วนมีผลทำให้ไขมันแน่น (firmness) สอดคล้องกับ Ellis *et al.* (1996) ศึกษาการประเมินความแน่นของไขมันของสุกรที่น้ำหนักฆ่า 80, 100 และ 120 กก. ตามลำดับ พบว่า เมื่อน้ำหนักฆ่าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความแน่นของไขมันเพิ่มขึ้น ดังนั้น ทั้ง อายุหรือน้ำหนักเข้าฆ่า จึงอาจนำมาพิจารณาประยุกต์ใช้เมื่อประสบปัญหาด้านคุณภาพไขมันในซากสุกรชำแหละ เช่นเดียวกับ Wiseman and Agunbiade (1998) ศึกษาผลของอาหารไขมันต่อส่วน

ประกอบของซากและระดับกรดไขมันในซากสุกรขุนที่เข้าฆ่าเมื่อน้ำหนัก 67.5, 80 และ 92.5 กก. ตามลำดับ พบว่า สัดส่วนของกรดไขมันในซากและกล้ามเนื้อ จะมีแนวโน้มที่จะเป็นพวกกรดไขมันอิ่มตัวมากกว่า สอดคล้องกับ Nicholls and Price (1987) ทำการศึกษาคุณภาพไขมันที่ได้จากสุกรเพศผู้และผู้ตอน เข้าฆ่าที่น้ำหนัก 110, 120, 130 และ 140 กก. ตามลำดับ จะพบว่า ในกลุ่มสุกรเพศผู้ที่น้ำหนักต่ำกว่า 140 กก. จะมีปริมาณไขมัน และระดับกรดไขมันไม่อิ่มตัวต่ำกว่ากลุ่มที่ฆ่าน้ำหนักสูง ส่วนด้านคะแนนของกลิ่นจะลดลง เมื่อน้ำหนักฆ่าเพิ่มขึ้น จึงอาจเป็นไปได้ว่า การนำเนื้อสุกรเพศผู้เข้าฆ่า 100-110 กก. น่าจะเป็นที่ยอมรับต่อผู้บริโภคมากกว่า เทียบเท่ากับคุณภาพไขมันของสุกรเพศผู้ตอนที่น้ำหนักเข้าฆ่าเดียวกัน เช่นเดียวกับ Sather *et al.* (1991) ทำการศึกษาคุณภาพไขมันของสุกรเพศผู้และเพศเมียที่เข้าฆ่าเมื่อน้ำหนัก 92.3 กก. พบว่า ไขมันที่ได้จากสุกรเพศผู้นั้นจะมีค่า ID (iodine value) สูงกว่าสุกรเพศเมีย สอดคล้องกับ Barton-Gade *et al.* (1987) รายงานว่า สุกรเพศผู้จะมีค่า ID มากกว่าสุกรเพศผู้ตอนและสุกรสาว โดยที่จะประกอบไปด้วยสัดส่วนของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวเป็นส่วนใหญ่ จึงส่งผลให้ความแน่นของไขมันสันหลัง (firmness) ลดลง เนื่องจากมีปริมาณไขมันที่อิ่มตัวน้อยทำให้ไขมันเหลว ซึ่งเป็นปัญหาต่อผู้บริโภค และมีโอกาสที่จะเกิดการหืนได้ง่ายกว่า (rancidity) รวมทั้งในการใช้เป็นส่วนประกอบการทำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเนื้อสุกรเพศผู้ (Asghar *et al.*, 1988) เช่นเดียวกับ Cameron (1990) พบว่า สุกรเพศผู้จะมีปริมาณเนื้อแดงที่มากจะส่งผลให้ความชื้นในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น และมีค่า pH ลดลง รวมทั้งปริมาณไขมันแทรกที่น้อยกว่า จึงทำให้ความแน่นไขมันลดลง (fat firmness) สอดคล้องกับ สัญชัย (2543) พบว่า ลิปิดที่สกัดมาจากเนื้อเยื่อไขมันสุกรเพศผู้จะมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงกว่าสุกรเพศผู้ตอนโดยเปรียบเทียบที่น้ำหนักซากเท่ากัน และมีปริมาณกรด linoleic สูง รวมทั้งมีอัตราส่วนของ monoene : saturated สูงกว่า นอกจากนี้ สุกรเพศผู้ยังมีปริมาณไขมันอิสระในรูปวัตถุแห้งในไขมันสันหลังสูง แต่ไม่มีความแตกต่างโดยรวมต่อคุณภาพไขมัน ส่วนด้านความแน่น (firmness) จะเห็นได้ว่า ไขมันสุกรเพศผู้จะมีความแน่นกว่าสุกรเพศผู้ตอน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาโดยรวมสุกรเพศผู้มีคุณภาพไขมันด้อยกว่าสุกรเพศผู้ตอน เนื่องจากมีเนื้อมากกว่า

Cameron and Enser (1991) ศึกษาส่วนประกอบของกรดไขมันในกล้ามเนื้อสันนอก *(Longissims dorsi)* สุกรเพศผู้พันธุ์ดูรอค (Duroc) และแลนด์เรซ (Landrace) ผลปรากฏว่าสุกรพันธุ์ดูรอคจะมีความเข้มข้นของกรดไขมันอิ่มตัวสูงกว่า แต่มีพวกไม่อิ่มตัวน้อยกว่าสุกรพันธุ์แลนด์เรซ ซึ่งในทางคุณภาพการบริโภคนั้น นิยมให้มีการปรับปรุงระดับกรดไขมันที่อิ่มตัวให้สูงขึ้น และพยายามลดพวกที่ไม่อิ่มตัว โดยการจำกัดในเรื่องสูตรอาหารและสายพันธุ์ เป็นต้น

Table 13 Fatty acids composition in backfat of pigs at various slaughter weights (Garcia Macias *et al.*, 1996)

Criteria	Carcass weight (kg)		
	72.8	**100.1**	**SD**
Backfat fatty acids (mg/g)			
C16 : 0 palmitic	264.6[a]	252.9[b]	14.7
C18 : 0 stearic	126.0	123.6	15.5
C18 : 1 oleic	459.9[b]	490.4[a]	2.23
C18 : 2 linoleic	97.2[a]	90.1[b]	11.6

[a,b] Different letters indicate is significantly different ($P<0.05$)

Wood *et al.* (1985) ทำการศึกษาคุณภาพไขมันที่ได้จากส่วนของไขมันสันหลังของสุกรเพศผู้และผู้ตอน ที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 90 กก. พบว่า ความแน่นของไขมันของสุกรเพศผู้ไม่มีความแตกต่างกันกับสุกรเพศผู้ตอน แต่ในด้านองค์ประกอบทางเคมีของไขมัน พบว่า สุกรเพศผู้จะมีปริมาณกรดลิโนเลอิค (linoleic) สูง แต่มีปริมาณกรดสเตียริค (stearic acid) ต่ำกว่า เมื่อนำสุกรเข้าฆ่าน้ำหนัก 90 กก. รวมทั้ง Garcia Macias *et al.* (1996) ศึกษาคุณภาพไขมันของซากสุกรที่มีน้ำหนักฆ่าระดับต่ำ (90 กก.) กับระดับสูง (120 กก.) พบว่า ในไขมันสันหลัง (backfat) จะมีสัดส่วนของกรดไขมันโอเลอิค C18:1 (oleic acid) ลิโนเลอิค C18:2 (linoleic acid) สูงขึ้น แต่กรดไขมันพาลมิติค C16:0 (palmitic acid) ลดลง ในกลุ่มสุกรที่เข้าฆ่าเมื่อน้ำหนัก 120 กก. (ตารางที่ 13)

รวมทั้งยังมีบางรายงานสนับสนุนว่า การเพิ่มน้ำหนักเข้าฆ่าออกไปจะช่วยปรับปรุงคุณภาพไขมันได้ เช่น ปริมาณกรดไขมันโอเลอิค และลิโนเลอิค ที่มากขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Fischer *et al.* (1990) การเพิ่มน้ำหนักที่เข้าฆ่าของสุกรจาก 105 ถึง 120 กก. จะมีผลเพียงเล็กน้อยต่อกรดไขมันในไขมันสันหลัง แต่จะประกอบด้วย กรดไขมันพาลมิติค และกรดสเตียริคที่น้อยกว่า อย่างไรก็ตามในทางอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์นั้นไม่ต้องการสุกรที่มีไขมันมาก จึงพยายามที่จะต่อต้านสุกรที่ฆ่าเมื่อน้ำหนักมากๆเนื่องจากว่ามีความสำคัญต่อเศรษฐกิจในด้านการจัดการ ซึ่งถูกจำกัดเรื่องต้นทุนการผลิตนั่นเอง (Fortin *et al.*, 1980)

การหืนของเนื้อและไขมัน

Allen and Hamilton (1994) รายงานว่า การพิจารณาค่าการหืนของเนื้อและไขมันนั้น มีหลักการทั่วไปคือ การทดสอบ TBA test ซึ่งเป็นวิธีการเบื้องต้น เพื่อใช้ประเมินการเกิดออกซิเดชันของลิปิด ทั้งในเนื้อและไขมัน โดยที่กลุ่มสารประกอบพวก aldehyde ของไขมันทำปฏิกิริยาระหว่างสาร thiobarbituric acid กับ malodialdehyde ได้เป็นสารประกอบสีแดง (red chromogen) สามารถวิเคราะห์โดยเครื่อง spectrophotometer (ภาพที่ 4) วัดที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร

การที่มีปริมาณไขมันในซากมากเกินไป อาจเป็นผลเสียต่อคุณภาพไขมันเช่นกัน ทั้งปัญหาด้านการหืนที่ตามมาอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะสุกรเพศผู้จะมีโอกาสหืนได้ง่ายกว่าสุกรเพศอื่น เนื่องจากปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่สูงกว่านั่นเอง (สัญชัย, 2543; Wood *et al.*, 1985)

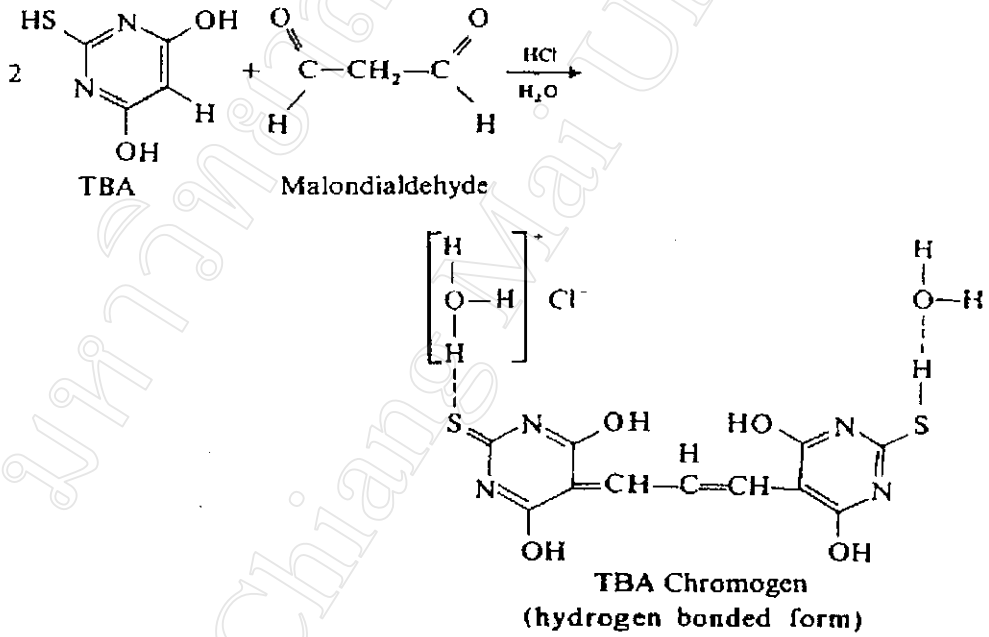

Figure 4 Oxidative rancidity of meat (Allen and Hamilton, 1994)

กลิ่นในเนื้อ และไขมัน (boar taint)

ในการผลิตสุกรขุนเพศผู้เชิงการค้าเป็นที่นิยมกันมากขึ้น ซึ่งจะให้ผลดีในด้านสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซาก ทั้งนี้มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงสูง ไขมันน้อย เมื่อเทียบกับเพศอื่นๆ แต่พบว่า ในเนื้อสุกรเพศผู้นั้นมีข้อจำกัดในเรื่องของกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ของผู้บริโภค (boar taint odour) ทำให้ธุรกิจการขุนสุกรเพศผู้ไม่แพร่หลายเท่าที่ควรเพราะ กลิ่นดังกล่าวนั้นจะสะสมทั่วไปในไขมันของสุกรซึ่งผู้บริโภคสามารถรับรู้ได้ชัดขึ้น เมื่อไขมันหรือเนื้อได้รับความร้อนขณะปรุงอาหารโดยเฉพาะการต้ม ซึ่งกลิ่นเพศผู้ของสุกรประกอบไปด้วย Androstenone (5α-androst – 16 ene - 3 one) ซึ่งเป็น steroid จากอัณฑะ และจะมีกลิ่นคล้ายปัสสาวะ โดยมี pathway เดียวกับการสังเคราะห์ androgen และ Skatole (3-methylindole) ซึ่งสร้างโดยแบคทีเรียที่อยู่บริเวณลำไส้ส่วนท้าย (colon) ของสุกร โดยมีกรดอะมิโน ที่มีชื่อว่า tryptophan เป็นสารตั้งต้น (precursor) และจะมีกลิ่นคล้ายอุจจาระ ซึ่งมักจะพบได้ในเนื้อเยื่อไขมันของสุกรเพศผู้ (สัญชัย, 2540)

Androstenone

กลิ่นเพศผู้ (boar taint) ของสุกรเพศผู้มีลักษณะคล้ายปัสสาวะ Brook and Pearson (1986) รายงานว่า สารที่ทำให้เกิดกลิ่นในไขมันของสุกรคือ 5α-androst-16-en-3one (ภาพที่ 5) ซึ่งจะพบมากในสุกรเพศผู้ที่ไม่ตอน แต่ไม่พบในสุกรเพศเมียและสุกรเพศผู้ตอน

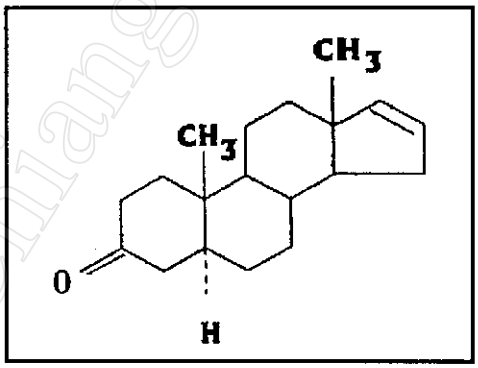

Figure 5 Structure of androstenone (Patterson *et al.*, 1968)

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ Androstenone

1. **น้ำหนักที่ส่งโรงฆ่า (slaughter weight)** พบว่า น้ำหนักนั้นมีผลโดยตรงกับอายุ โดยสัตว์ที่มีน้ำหนักมาก อายุย่อมสูงขึ้น ดังนั้นปริมาณของ Androstenone ย่อมสูงขึ้นไปด้วย (Hassen *et al.*, 1997 cited by Bonneau *et al.*, 1997b) ส่วน Weiler *et al.* (1995) พบว่า ระดับสาร

Androstenone ในไขมันสันหลังจะเพิ่มขึ้น ตามน้ำหนักเข้าฆ่าที่เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ฆ่า 95 และ 115 กก. ตามลำดับ โดยทั่วไปสัตว์ที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์จะมีปริมาณ steroid ในน้ำเลือด (blood plasma) สูง (Mortensen *et al.*, 1986)

2. **พันธุกรรม (genetics)** พบว่า สัตว์ที่มีการพัฒนาเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ต่างกัน ยังผลให้ปริมาณความเข้มข้นของ Androstenone ต่างกันไปด้วย (Hetzog *et al.*, 1993 อ้างโดย สัญชัย, 2540)
3. **สารอาหาร (nutrients)** พบว่า ระดับของโภชนะจะมีผลต่อการกระตุ้นให้อัณฑะสามารถทำงาน (function) ได้ก่อนเวลา (Kempster and Lowe, 1993 อ้างโดย สัญชัย, 2540)
4. **ฤดูกาล (season)** Bonneau *et al.* (1992) รายงานว่า ระดับสาร Androstenone ที่เพิ่มขึ้นภายใต้ความยาวของวันที่สั้น ดังนั้น พบว่า จะมีปริมาณสูงในฤดูหนาว แต่ Weiler *et al.* (1995) ศึกษาในสุกรเพศผู้ พบว่า สุกรที่ฆ่าในช่วงฤดูหนาว (winter) จะมีแนวโน้มที่เนื้อมีกลิ่นที่รุนแรงน้อยกว่า สุกรที่ฆ่าในช่วงฤดูร้อน ซึ่งจะมีกลิ่นเพศที่มากกว่า ($P>0.05$)

การศึกษาของ Bonneau *et al.* (2000) รายงานถึง ความเป็นไปได้ที่จะใช้สุกรเพศผู้ในขบวนการอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ ซึ่งนิยมเลี้ยงในทางประเทศยุโรป (EU) มีจำนวนสูงขึ้น และพัฒนาไปมากทั้งให้ผลดีในแง่ต้นทุนการผลิต และปริมาณเนื้อแดง อีกทั้งเป็นการปฏิบัติต่อสัตว์อย่างมีมนุษยธรรม แม้จะมีข้อจำกัดในเรื่องกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ก็ตาม สอดคล้องกับการศึกษาของ Judge *et al.* (1990) รายงานว่า การผลิตเนื้อสุกรเพศผู้ไม่ตอน จะให้ผลดีทางด้านเศรษฐกิจหลายๆ อย่าง แต่ก็มีข้อจำกัดในด้านกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ดังนั้น EU (European Union) ได้กำหนดมาตรฐาน การยอมรับเนื้อสุกรเพศผู้ไม่ตอนที่ผ่านการเลี้ยงมาว่า จะต้องมีน้ำหนักซากไม่เกิน 80 กก. และมี Androtenone ไม่เกิน 0.5 ppm ส่วน Skatole จะพบได้ไม่เกิน 0.25 ppm (Malmfors and Lundström, 1983) รวมทั้งการศึกษาของ Xue *et al.* (1996) เพื่อประเมินการยอมรับกลิ่นไขมันสุกรเพศผู้ จำนวน 220 ตัว ที่เข้าฆ่าเมื่อน้ำหนักเฉลี่ย 100.4 $\pm$ 0.4 กก. พบว่า จากการตรวจชิม 49 % ของสุกรเพศผู้จะมี Androstenone ประมาณ 1 ppm และเพียง 2 % จะมีระดับ Skatole 0.25 ppm ที่ตรวจพบ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Claus *et al.* (1994) รายงานว่า สุกรเพศผู้ที่มีอายุมากขึ้นและ น้ำหนักเข้าฆ่าเพิ่มขึ้น จะมีระดับ Androstenone เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับสุกรเพศผู้ที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 110 กก. นั้น จะปรากฏกลิ่นดังกล่าว (Bonneau *et al.*, 1997b; Xue *et al.*, 1996) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Patterson (1984) พบว่า ในสุกรเพศผู้ที่เข้าฆ่าน้ำหนัก 81, 93 และ110 กก. ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ปริมาณสาร Androstenone ที่วิเคราะห์ได้ในไขมันสันหลังเช่นเดียวกับ และในเลือดของสุกรเพศผู้ที่น้ำหนักต่างๆ กันจะเพิ่มขึ้น ตามน้ำหนักฆ่าที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 14) ซึ่งสอดคล้องกับ Hassen *et al.* (1997) cited by Bonneau *et al.* (1997b) (ภาพที่ 6) เช่นเดียวกับ Malmfors *et al.* (1978) พบว่าในสุกรเพศผู้ พันธุ์ Large White ที่น้ำหนักฆ่า 70, 90, 110 และ 130 กก. ตามลำดับ

ซึ่งจะมีระดับสาร Androstenone ในไขมันสันหลังเพิ่มขึ้น ในกลุ่มที่ฆ่าน้ำหนัก 130 กก. เมื่อเทียบกับกลุ่มน้ำหนักอื่น ($P<0.05$) รวมทั้ง Bonneau *et al.* (1979) พบว่า ระดับ Androstenone ในไขมันสันหลังจะสัมพันธ์กับระดับของสัดส่วนระหว่างกรดไขมันไม่อิ่มตัวต่อกรดอิ่มตัว และระดับกรด linoleic ในสุกรเพศผู้ โดยที่กลุ่มที่ฆ่าน้ำหนัก 90 กก. จะมีกลิ่นที่รุนแรงน้อยกว่ากลุ่มที่ฆ่า 100 กก. ซึ่งสุกรพันธุ์ Pietrain มีแนวโน้มที่มีกลิ่น boar taint ที่รุนแรงกว่าพันธุ์อื่นๆ

Table 14 The concentration of Androstenone in backfat and blood of pigs at various slaughter boar weights

Concentration	Slaughter weight (kg)					
	81	**SE**	**93**	**SE**	**110**	**SE**
Androstenone in backfat, µg/g	0.21	0.07	0.14	0.04	0.28	0.09
Androstenone in blood, ng/ml	20.99	2.59	27.45	4.05	36.60	4.10

Means with common superscript is not significantly different ($P>0.05$)

Adapted from Patterson (1984)

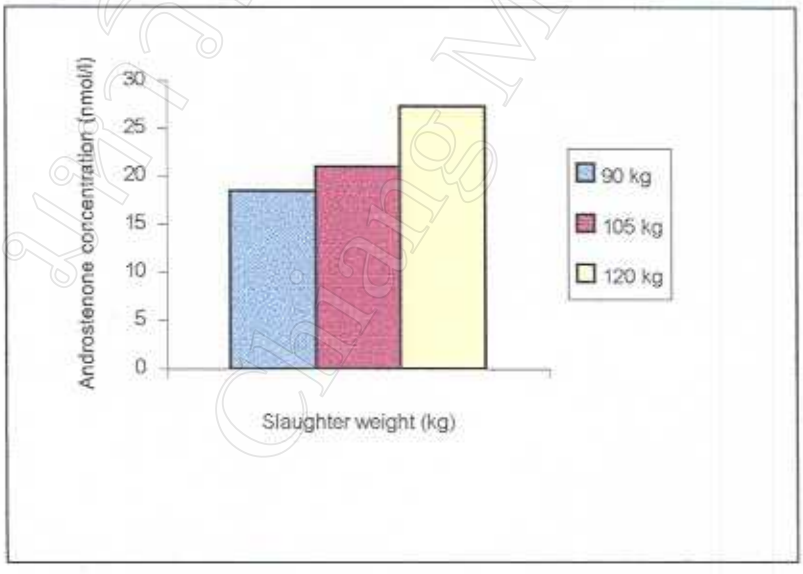

Figure 6 Level of androstenone in backfat at 90-120 kg of slaughter weight

Adapted from Hassen *et al.* (1997) cited by Bonneau *et al.* (1997b)

การศึกษาของ Adam (1978) ในสุกรเพศผู้ที่ฆ่าน้ำหนัก 60, 75 และ 90 กก. ตามลำดับ พบว่า ระดับ Androstenone ไม่ได้รับผลเนื่องจากน้ำหนักที่เข้าฆ่า แต่มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อน้ำหนักเข้าฆ่าเพิ่มขึ้น ($P>0.05$) เช่นเดียวกับ Oeckel *et al.* (1996) พบว่า อายุและน้ำหนักที่เข้าฆ่าไม่มีอิทธิพลมากนักต่อการประเมินยอมรับไขมันและเนื้อ ($P>0.05$) ถึงแม้ว่าระดับ Androstenone จะเพิ่มขึ้น เมื่อน้ำหนักฆ่ามากขึ้นก็ตาม สอดคล้องกับการศึกษาของ Bonneau (1987) พบว่าสุกรเพศผู้ที่ฆ่าน้ำหนัก 105 และ 125 กก. ตามลำดับ พบว่า เมื่อสุกรมีน้ำหนักมากขึ้น จะมีระดับ Androstenone มากขึ้นเช่นกัน

รวมทั้งได้มีรายงานบางส่วน พบว่า การยอมรับเนื้อสุกรเพศผู้จากผู้บริโภค มักจะพบระดับของ Androstenone ในไขมันสันหลังมากกว่า ระดับของ Skatole ซึ่ง Desmoulin *et al.* (1982) cited by Bonneau *et al.* (1997c) เสนอว่า สาร Androstenone ที่ขับออกมานั้นจะเป็นกลิ่นที่เกิดจากสุกรเพศผู้ โดยสัมพันธ์กับปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบอื่นๆ เช่น Skatole สอดคล้องกับ Bonneau *et al.* (1997a) ที่ศึกษาซากสุกรเพศผู้ที่น้ำหนักซากประมาณ 80 กก. จะตรวจพบระดับ Androstenone มากกว่า 0.5 mg/g ระหว่าง 39.1 - 55 % ของซากทั้งหมด และระดับ Skatole 0.25 mg/g ระหว่าง 2.2 % - 12.3 % ของซากทั้งหมด จึงประเมินได้ว่า กลิ่นสุกรเพศผู้น่าจะเป็นเหตุมาจากสาร Androstenone มากกว่า (Lundstrom *et al.*, 1980 cited by Claus *et al.*, 1994) รวมทั้ง Brennen *et al.* (1986) ศึกษาการให้อาหารแบบเต็มที่ ต่อระดับ Androstenone ที่เพิ่มขึ้นระหว่างสุกรเข้าฆ่าที่ 100 และ 130 กก. พบว่า สุกรที่มีน้ำหนักฆ่า 130 กก. จะมีแนวโน้มที่มีระดับ Androstenone น้อยกว่า ซึ่งน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะใช้ในการผลิตสุกรขุนเพศผู้ทั้งได้ เปอร์เซ็นต์ซากสูง และมีปัญหาเรื่องกลิ่นน้อยกว่า

Skatole

สาร Skatole เป็นสารประกอบที่ระเหยง่าย (ภาพที่ 7) และมีกลิ่นคล้ายอุจจาระถูกผลิตในลำไส้ใหญ่ส่วนท้าย โดยจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายกรดอะมิโน tryptophan ซึ่งได้มาจากโปรตีนในอาหาร (endogenous secretion) และการหลุดลอกของผนังเซลล์ภายในลำไส้ (Claus *et*

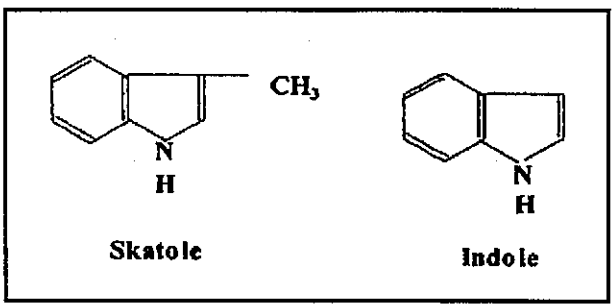

Figure 7 Structure of skatole and indole (Claus *et al.*, 1994)

al., 1994) การหลุดลอกของเซลล์นี้ เกิดเนื่องจากการทำงานของฮอร์โมน glucocorticoids (ภาพที่ 9) tryptophan สามารถสลายตัวได้สารประกอบ Indole กระบวนการนี้สามารถเกิดได้โดยจุลินทรีย์หลายชนิด และบางชนิดสามารถสลาย tryptophan ได้เป็นสารประกอบ Indoleacetic acid ซึ่งสามารถสลายตัวเป็นสาร Skatole ได้

สาร Skatole บางส่วนถูกดูดซึมจากลำไส้ และขนส่งเข้าไปกระแสเลือด เพื่อส่งไปยังตับ เนื่องจากตับเป็นอวัยวะที่สำคัญในการสลายสาร Skatole หลังจากสลายตัวจะถูกขับออกทางปัสสาวะ ส่วน Skatole ที่ไม่สลายตัวจะไปสะสมในไขมัน และกล้ามเนื้อ (ภาพที่ 8) ด้วยเหตุนี้ สาร Skatole จึงเป็นสาเหตุทำให้เกิดกลิ่นไม่ดีในเนื้อ (Jensen and Jensen, 1997)

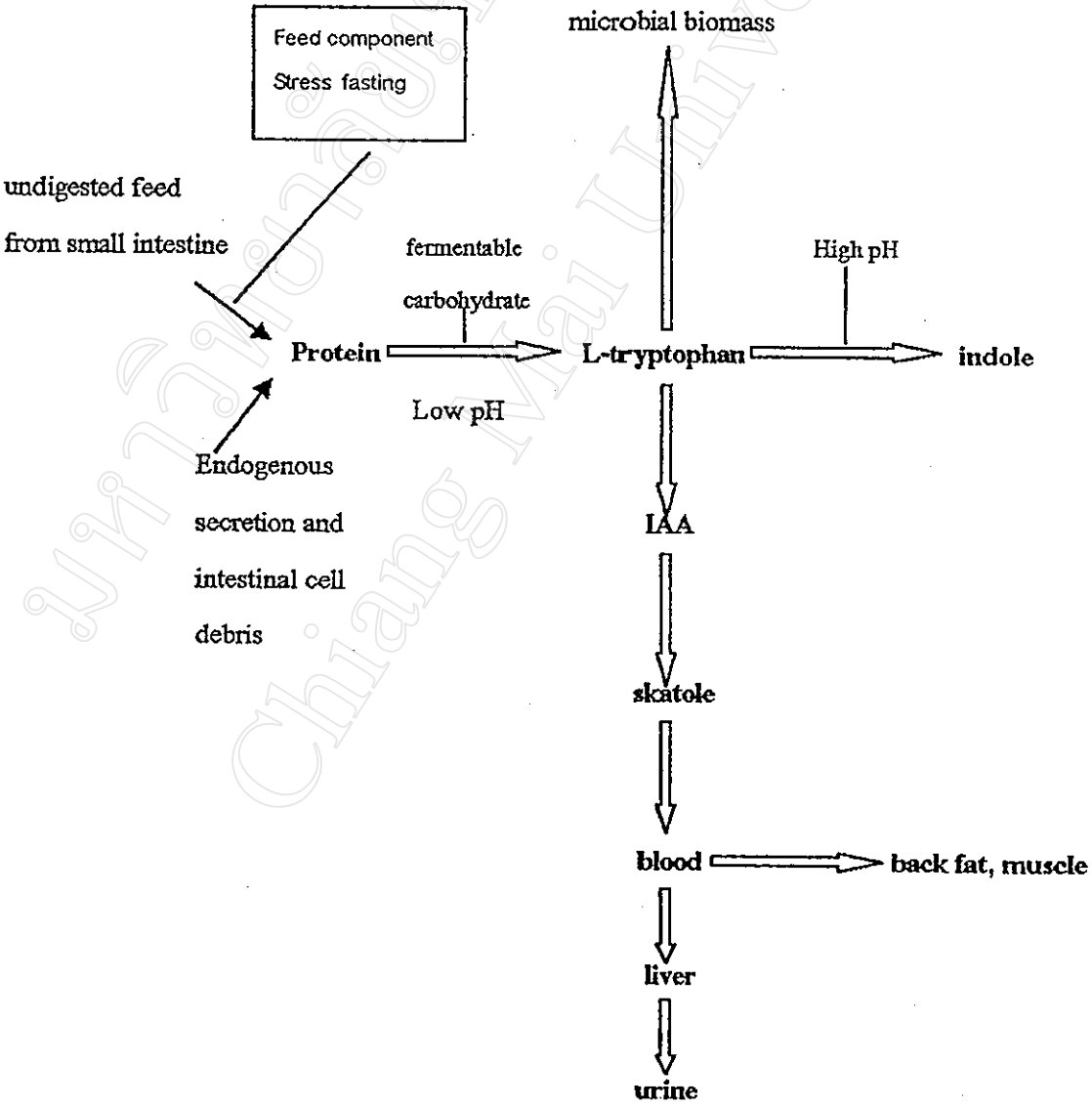

Figure 8 Factors of skatole metabolism in large intestine of pigs (Adapted from Jensen and Jensen, 1997)

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ Skatole

1. **พันธุ์สัตว์** ปริมาณสาร Skatole ที่แตกต่างกัน ขึ้นกับพันธุ์ของสุกร ซึ่ง Claus *et al.* (1994) ทำการศึกษาปริมาณของ Skatole ในสุกรบ้านและสุกรป่า พบว่า สุกรบ้านจะมีปริมาณ Skatole สูงกว่าสุกรป่าถึง 3 เท่า ในสุกรเพศผู้ ส่วน Bonneau *et al.* (1992) รายงานว่า สุกรพันธุ์ Pietrain จะมีปริมาณ Skatole ต่ำกว่าลูกผสม Large white x Pietrain
2. **เพศ (sex)** พบว่า สาร Skatole ไม่ได้ถูกสร้างขึ้นจากฮอร์โมนเพศผู้อย่างเดียว สามารถพบได้ในสุกรเพศผู้ตอน และเพศเมีย โดยที่สุกรเพศผู้จะมีปริมาณสูงกว่าเท่านั้น (Claus *et al.*, 1994) รวมทั้งจากการศึกษาของ Monin (2000) รายงานว่า ปัจจัยด้านสายพันธุ์ เพศ อายุ อาหาร สิ่งแวดล้อม รวมทั้งน้ำหนักเข้าฆ่า ที่มีต่อกลิ่นเพศผู้ (boar taint) โดยเฉพาะผลจากน้ำหนักฆ่าและอายุของสุกรจะมีอิทธิพลมากกว่าปัจจัยอื่น
3. **อายุ (age)** Bonneau *et al.* (1998) รายงานว่า สุกรที่อยู่ในระยะก่อนถึงวัยเจริญพันธุ์จะมี Skatole สูง ซึ่ง Moss *et al.* (1997) cited by Bonneau *et al.* (1997a) พบว่า น้ำหนักเข้าฆ่ามีผลโดยตรงกับอายุ ซึ่งสุกรที่มีน้ำหนักมาก อายุย่อมมากขึ้น จะมีปริมาณของ Skatole ที่เพิ่มขึ้น เมื่อน้ำหนักฆ่าเพิ่มขึ้น จะเห็นได้จาก Ryszkowski and Zebrowski (1986) ประเมินสุกรที่ฆ่าในอายุที่แตกต่างกันคือ 202, 236, 245 และ 265 วัน ตามลำดับ พบว่า มีกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ (boar taint) มากกว่าในสุกรที่ฆ่าอายุมากขึ้น
4. **อาหาร (feed)** Nonbe (1991) ทำการศึกษาโดยใช้ส่าเบียร์เลี้ยงสุกร พบว่า จะมีปริมาณ Skatole ในไขมันสันหลังของสุกรเพศผู้ที่เพิ่มขึ้น (Hassen *et al.*, 1997 cited by Bonneau *et al.*, 1997b)
5. **การจัดการและโรงเรือน (management)** พบว่า การจัดการที่ดี ตลอดจนโรงเรือนที่ถูกสุขอนามัย สะอาด มีการถ่ายเทอากาศที่ดี ซึ่งโรงเรือนสุกรที่ลักษณะพื้นสแลท (slat) จะช่วยลดระดับสาร Skatole ในไขมันสันหลัง เมื่อเทียบกับพื้นคอนกรีต เนื่องจาก Skatole จากมูล และปัสสาวะสุกรบางส่วนภายในโรงเรือนที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 30 °C นั้น สามารถซึมผ่านผิวหนังสุกร รวมทั้ง Skatole ในรูปของก๊าซ สามารถดูดซึมเข้าสู่ปอดของสุกรได้ (Larsen *et al.*, 1993 อ้างโดย สัญชัย, 2540) รวมทั้ง Hansen *et al.* (1995) พบว่า การเลี้ยงสุกรบนพื้นคอนกรีต และมีอุณหภูมิโรงเรือนมากกว่า 25 °C ในสุกรเพศผู้จะมีระดับการสะสม และปริมาณสาร Indole และ Skatole ในไขมันใต้ผิวหนังสูงกว่าพื้นสแลท เนื่องจากการทำความสะอาดที่ค่อนข้างยุ่งยาก และมีการตกค้างของมูล ซึ่งสาร Skatole ที่ถูกขับออกมากับปัสสาวะ และอุจจาระ สามารถจะดูดซึมผ่านกลับเข้าสู่ใต้ผิวหนัง และไปสะสมในไขมันมากยิ่งขึ้น

Jensen and Jensen (1997) รายงานว่า Skatole เป็นสารประกอบที่ระเหยง่าย และมีกลิ่นคล้ายอุจจาระ ถูกผลิตในลำไส้ใหญ่ โดยจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลาย tryptophan ซึ่งได้มาจากโปรตีนในอาหาร สารคัดหลั่งภายในร่างกาย (endogenous secretion) และการหลุดลอกของผนังเซลล์ภายในลำไส้ใหญ่ (cell debris) ซึ่งในการหลุดลอกของเซลล์นี้มีผลเนื่องจากการทำงานของฮอร์โมนกลูโคคอติคอยด์ (Claus *et al.*, 1994)

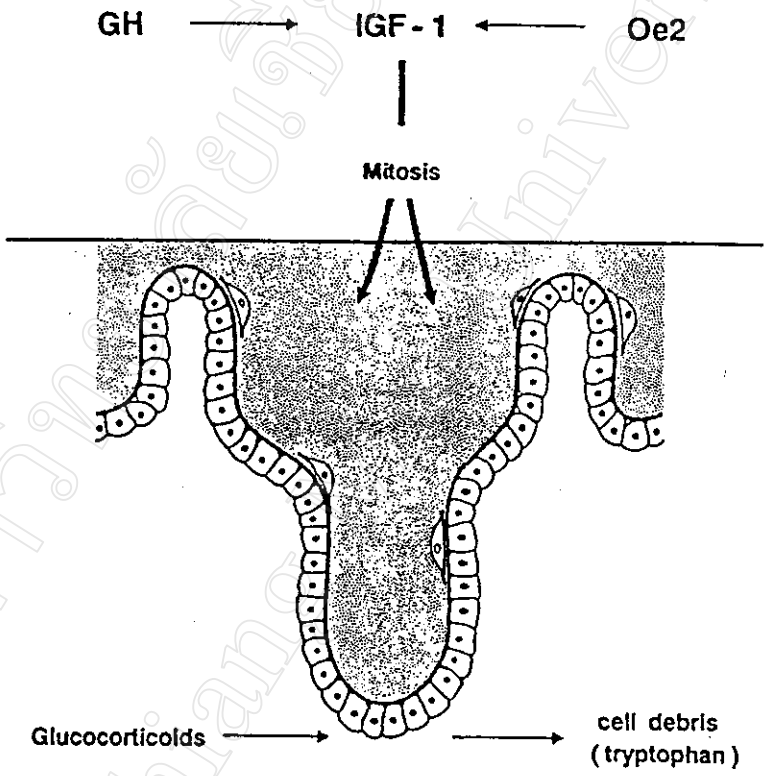

Figure 9 Hypothesis for anabolic and catabolic mechanisms which provide tryptophan for bacterial degradation (Claus *et al.*, 1994)

โดยมีสาเหตุมาจากกรดอะมิโน tryptophan ซึ่งสามารถสลายตัวได้สารประกอบ Indole โดยจุลินทรีย์หลายชนิด และมีแบคทีเรียอยู่ 6 สายพันธุ์ คือ *Lactobacillus sp.* Strain 11201 (Yokoyama *et al.*, 1977) *Clostridium scatologenes* และ *Clostridium nauseum, Rhizobium sp., Pseudiminas sp.* และ *Lactobacillus helveticus* ที่สามารถสลายทริปโตเฟนได้เป็นสารประกอบ Indoleacetic acid ซึ่งสารนี้สามารถสลายตัวเป็นสาร Skatole ได้ ดังภาพที่ 10 (Claus *et al.*, 1994)

โดยที่สาร Skatole บางส่วนจะถูกดูดซึมจากลำไส้และขนส่งเข้าไปในกระแสเลือดเพื่อส่งเข้าไปยังตับ ซึ่งทำหน้าที่สลาย Skatole และถูกขับออกทางปัสสาวะ ส่วน Skatole ที่ไม่สลายจะไปสะสมในไขมันและกล้ามเนื้อ

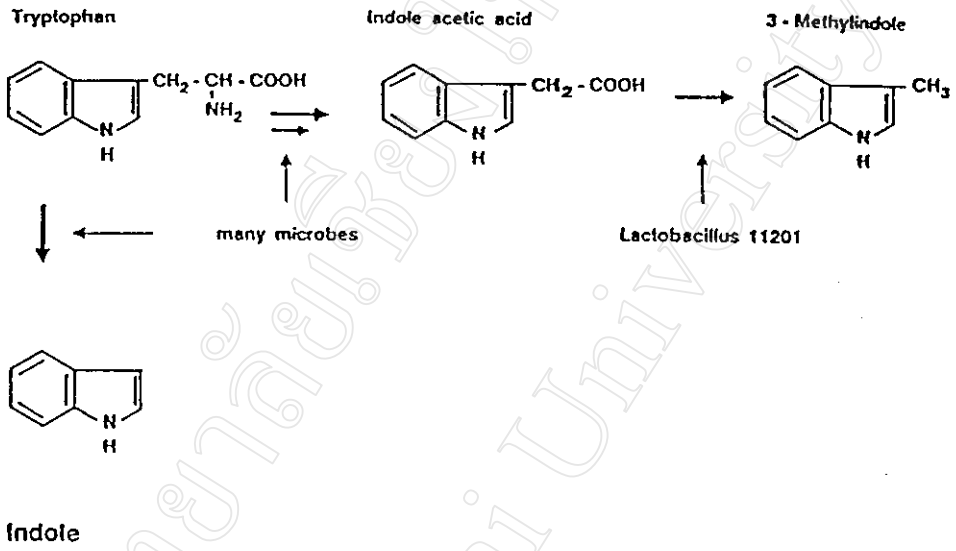

Figure 10 Microbial degradation of tryptophan in the intestinal tract (Claus *et al.*, 1994)

สำหรับการศึกษาของ Lundström *et al.* (1988) cited by Bonneau (1992) ศึกษาคุณภาพเนื้อของสุกรเพศผู้จำนวน 143 ตัว พบว่า มีเพียง 4 % ที่มีปริมาณ Skatole สูงกว่า 0.25 ppm แต่ Bonneau *et al.* (1992) ศึกษาในสุกรเพศผู้ 580 ตัว พบว่า มี Skatole สูงกว่า 0.25 ppm ถึง 10 % และยังพบว่าระดับของ Androstenone และ Skatole มีความสัมพันธ์กันสูงถึง r = +0.73 ในด้านของการตรวจชิม (sensory evaluation) เพื่อเป็นการศึกษาการยอมรับ ความพอใจของผู้บริโภคนั้น ซึ่งสามารถรับรู้กลิ่นอันไม่พึงประสงค์ในกรณีที่ไขมันมีปริมาณ Androstenone และ Skatole สูงกว่ามาตรฐาน เช่นเดียวกับ Denmat *et al.* (1993a) ทำการศึกษาสุกรเพศผู้ที่เข้าม่าน้ำหนัก 90 และ 105 กก. ตามลำดับ. พบว่า มีแนวโน้มที่กลิ่นไม่พึงประสงค์ (boar taint) กับปริมาณสาร Skatole เพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ฆ่า 105 กก. เทียบกับ 90 กก. ซึ่งจะมีผลต่อในขณะที่ทำการปรุงอาหาร ($P>0.05$)

Denmat *et al.* (1993b) รายงานว่า ในด้านคุณค่าการบริโภคของสุกรเพศผู้ จะมีแนวโน้มที่ลดลง มีความสัมพันธ์กับระดับ Skatole มากกว่า Androstenone โดยได้เสนอว่า การปรับปรุงน้ำหนักที่เข้าฆ่าให้เหมาะสม ลดจาก 105 เป็น 90 กก. จะให้ผลดีกว่า ซึ่งจะไม่ได้รับผลเนื่องจากกลิ่นเพศ (boar taint) มากนัก

การศึกษาของ Moss *et al.* (1997) cited by Bonneau *et al.* (1997a) ทำการศึกษาปริมาณสาร Skatole ในไขมันสันหลังของสุกรเพศผู้ที่เข้าฆ่าน้ำหนัก 92, 103, 114 และ 125 กก. ตามลำดับ พบว่า มีแนวโน้มที่มีปริมาณสาร Skatole เพิ่มขึ้น เมื่อน้ำหนักฆ่าเพิ่มขึ้น (P>0.05) ดังตารางที่ 15

Table 15 Effect of slaughter weight on skatole and indole concentration in boars backfat

Concentration	Slaughter weight (kg)					
	92	**104**	**113**	**125**	**Mean**	**Sig**
Skatole, ng/g	34.3	93.4	80.0	94.5	75.5	NS
Indole, ng/g	16.5	41.2	25.7	62.1	36.4	NS

Means with common superscript is not significantly different (P>0.05)

Adapted from Moss *et al.* (1997) cited by Bonneau *et al.* (1997a)

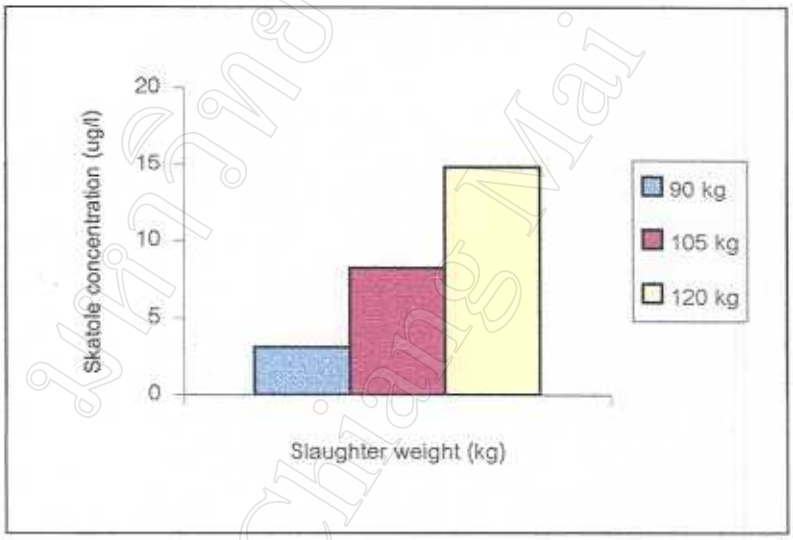

Figure 11 Level of skatole in backfat at 90-120 kg of slaughter weight

Adapted from Hassen *et al.* (1997) cited by Bonneau *et al.* (1997b)

Testosterone

ฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (Testosterone) ชื่อทางเคมีคือ 17β-Hydroxyandrost-4-en-3-one, Δ^4–androsten-17β-ol-3-one มีสูตรโครงสร้างทางเคมี $C_{19}H_{28}O_2$ (Budavari *et al.*, 1989; Kutsky, 1973 อ้างโดย ศุภมิตร, 2539) จัดอยู่ในกลุ่มของฮอร์โมนแอนโดรเจน (androgen) ซึ่งเป็นสารประเภทสเตอรอยด์ (steroid) ที่มีคาร์บอน 19 ตัว (C_{19}) มี ketone group และ hydroxyl ที่ตำแหน่ง C-3 และ C-17 ตามลำดับ แหล่งผลิต androgen ที่สำคัญ คือ leydig cell ในอัณฑะ รวมทั้งต่อหมวกไตในส่วนของ adrenal cortex (ทัศนีย์, 2540) โดยมีโครงสร้างทางเคมี ดังภาพที่ 12

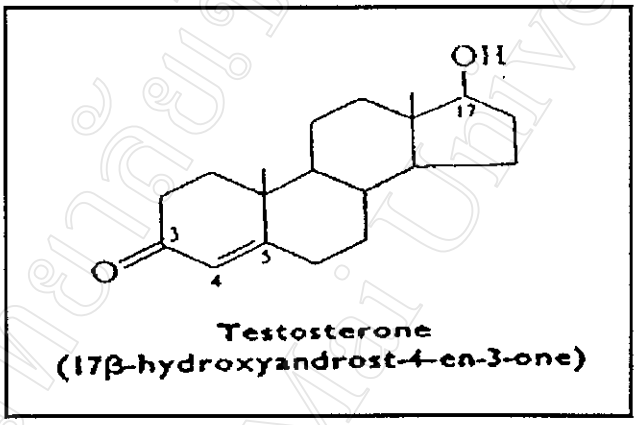

Figure 12 Structure of testosterone (ดัดแปลงจาก; ศุภมิตร, 2539)

คุณสมบัติทางเคมี

1. มวลโมเลกุล 288.41
2. จุดหลอมเหลว (melting point) 155 °C
3. ละลายในสารอินทรีย์ เช่น แอลกอฮอล์ (alcohol) อีเทอร์ (ether)
4. ดูดกลืนแสง ultraviolet (UV) สูงสุด 238 นาโนเมตร (nm)

เมตาบอลิซึมของเทสโทสเตอโรน

Testosterone เมื่อถูกสังเคราะห์ขึ้นมาแล้วจะปล่อยลงสู่กระแสเลือดซึ่งประมาณ 2/3 ของ Testosterone ใน plasma จะเกาะอยู่กับโปรตีนเช่น albumin, B-globulin บางส่วนก็จะเกาะอยู่กับ tissue หรือ สลายไปเป็น inactive product ซึ่งจะถูกขับออกนอกร่างกาย ส่วนที่เกาะอยู่กับเนื้อเยื่อจะถูกเปลี่ยนภายในเซลล์เปลี่ยนไปเป็น dihydrosterone ตอนแรก dihydrosterone จะเกาะกับ receptor protein ใน cytoplasm จากนั้นก็จะ diffuse เข้าไปใน nucleus และเกาะอยู่กับ nuclear

protein สำหรับส่วน Testosterone ที่ไม่ได้เกาะยึดกับ tissue จะถูกเปลี่ยนไปเป็น Androsterone และ Dehydroepiandrosterone โดย Testosterone บางส่วนจะถูก metabolize และอยู่ในรูป conjugate เช่น glucuronides หรือ sulfates ซึ่งจะถูกขับออกมาทางน้ำดี ปัสสาวะ หรือมูล (ยรรยง, 2541)

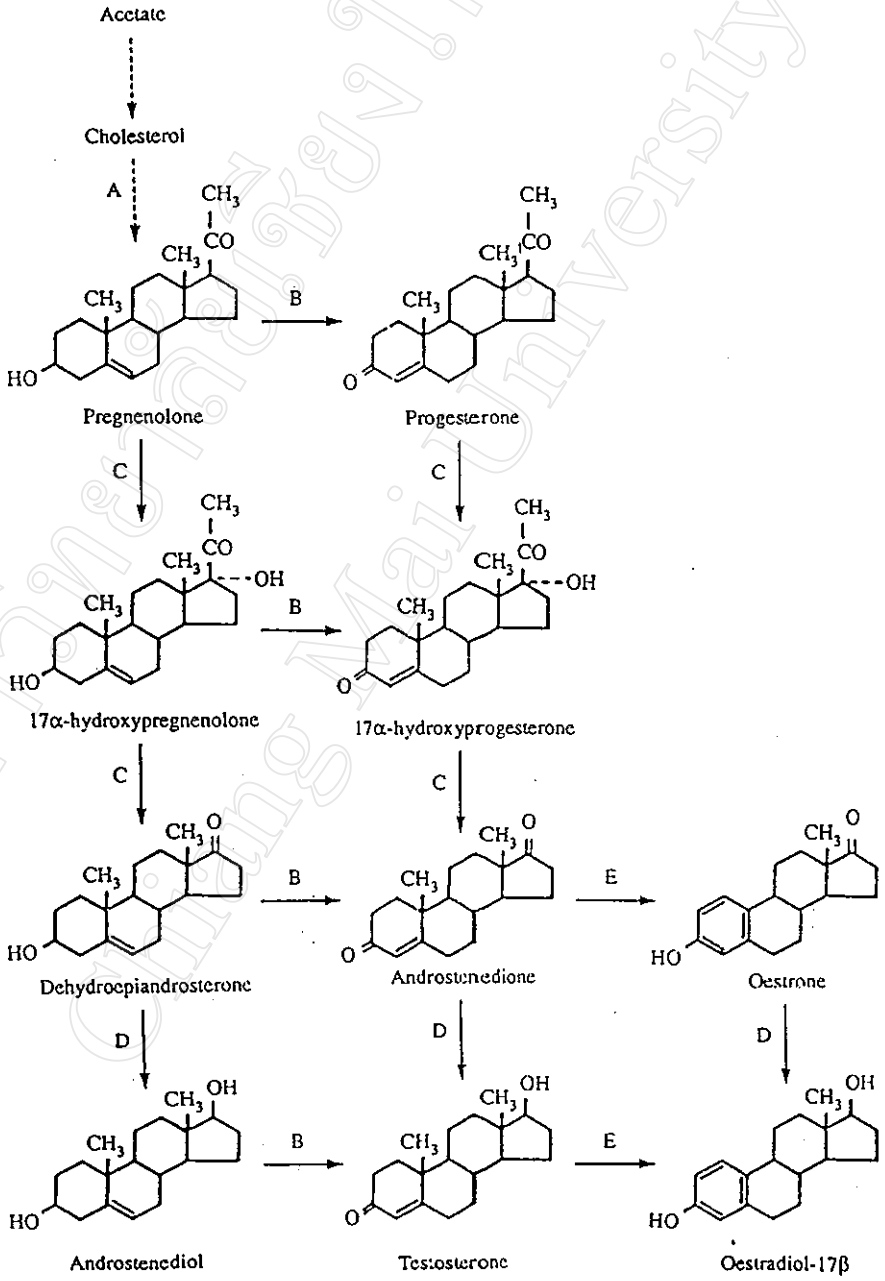

Figure 13 Synthesis of testosterone from leydig cells and sertoli cell of testis (ดัดแปลงจาก; ยรรยง, 2541)

หน้าที่ของฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (วารุณี, 2542)

1. แสดงลักษณะทางเพศ (characteristics) หลังจากการถึงระยะ puberty การหลั่ง Testosterone จะมีผลทำให้มีการเจริญของ penis, scrotum และ testes จนกระทั่งถึงระยะ puberty
2. Testosterone ทำให้มีการเจริญของขนและผม เกิดเสียงห้าว (cracking voice) และทำให้ผิวหนังหนา หยาบกร้าน
3. ทำให้มีการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อ ซึ่งเรียกว่าเป็น "youth hormone" รวมทั้งมีการเจริญของ bone matrix และทำให้เกิดการคั่งของแคลเซียม
4. Testosterone มีผลต่อ rate of metabolism ของร่างกายโดยทำให้มีการเพิ่มขึ้นได้ประมาณ 5-10 %

ผลเนื่องจากน้ำหนักฆ่าที่มีต่อระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน

ฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน เป็นสารในกลุ่มของฮอร์โมนเพศที่ผลิตจาก leydig cell ของสุกรเพศผู้ ซึ่งมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะเพศที่ปรากฏ ดังที่ได้กล่าวได้ในข้างต้น พบว่า มีความแปรปรวนค่อนข้างมาก ซึ่งจะมีปัจจัยหลายประการเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ด้านอาหาร สายพันธุ์ เพศ อายุ เป็นต้น (David, 1997) โดยที่ Martin *et al.* (1984) ศึกษาระดับ Testosterone ใน plasma ของสุกรเพศผู้ที่อายุตั้งแต่ 5-27 สัปดาห์ พบว่า ระดับ Testosterone จะมีค่าตั้งแต่ 1.5-1.9 ng/ml ที่อายุ 5-7 สัปดาห์ และจะลดลงเหลือประมาณ 0.3-0.6 ng/ml ระหว่างช่วง 7 และ 17 สัปดาห์ แต่จะเพิ่มขึ้นจนกระทั่งมีค่า 3.7 ng/ml ในสัปดาห์สุดท้าย ขณะที่ Vulcano *et al.* (1994) พบว่า ไม่มีผลเนื่องจากอายุของสุกรเพศผู้ ที่มีต่อระดับ Testosterone ในซีรัม เช่นเดียวกับ Kattesh (1979) สุกรเพศผู้ที่อายุ 160 - 185 วัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างระดับ Testosterone ใน plasma แต่จะมีแนวโน้มที่ลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น ซึ่ง David (1997) รายงานว่า ความเข้มข้นของ Testosterone จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับระยะความสมบูรณ์พันธุ์ของสุกรที่ลดลง และอายุที่เพิ่มขึ้นของสุกร ดังแสดงไว้ในภาพที่ 14

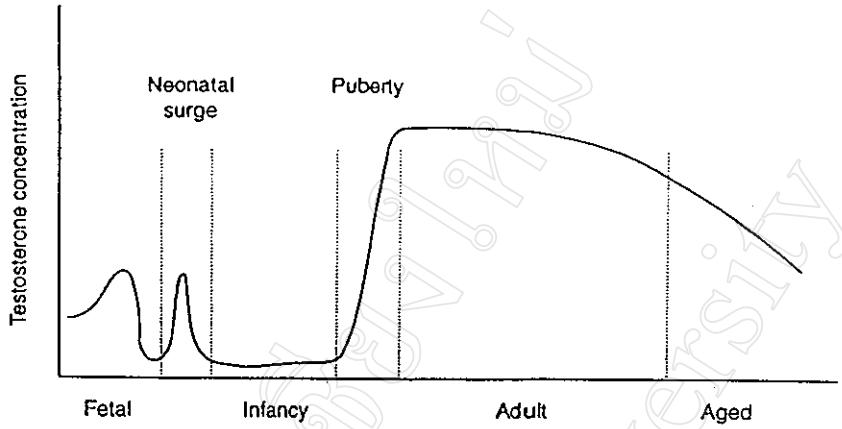

Figure 14 Level of testosterone concentration in blood plasma (David, 1997)

การศึกษาของ Bonneau *et al.* (1987) พบว่า สุกรเพศผู้ฆ่าที่อายุ 100, 125 และ 150 วัน ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ระดับ Testosterone ในเลือดจากสุกรที่ฆ่าเมื่ออายุ 100 วัน จะมากกว่ากลุ่มที่ฆ่าเมื่อ 150 วัน ซึ่งจะลดลง เมื่ออายุเพิ่มขึ้น ($P>0.05$) สอดคล้องกับ Martini and James (1971) อ้างโดย โสภิณ (2525) รายงานว่า ฮอร์โมนเพศจะออกฤทธิ์ต่ออวัยวะเป้าหมาย เมื่อร่างกายเข้าสู่หนุ่มสาว (puberty) การตอบสนองของอวัยวะก็ถูกกำหนดโดยอายุของสัตว์ด้วย ซึ่งในสัตว์ที่มีอายุน้อยจะมีการตอบสนองต่อฮอร์โมนเพศได้ดีกว่าสัตว์ที่อายุมาก จะเห็นได้จากปริมาณสาร Testosterone ที่สูงกว่านั่นเอง ซึ่ง Christenson *et al.* (1984) รายงานว่า สุกรเพศผู้ที่อายุ 80-180 วัน ไม่มีผลโดยตรงเนื่องจากอายุของสุกร แต่จะมีระดับ Testosterone ที่สูงกว่าในกลุ่มที่ฆ่าอายุน้อย (80 วัน) สูงกว่าสุกรที่อายุ 180 วัน เนื่องจาก เป็นระยะก่อนที่จะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ การทำงานของระบบฮอร์โมนจะมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่เมื่อสุกรมีอายุมากขึ้นจะมีอัตราการผลิตที่ค่อนข้างต่ำลงภายหลังจากผ่านระยะ puberty ไปแล้ว รวมทั้ง Dubiel *et al.* (1987) รายงานว่า ในสุกรเพศผู้ที่อายุน้อย จะมีความแปรปรวนของระดับ Testosterone ค่อนข้างสูง แต่เมื่อสุกรมีอายุมากขึ้น ระดับ Testosterone จะมีแนวโน้มที่ลดลง ทั้งนี้เป็นผลมาจากคุณภาพของน้ำเชื้อ การทำงานของระบบสืบพันธุ์เริ่มมีคุณภาพต่ำลง รวมทั้งขบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ภายในอัณฑะที่ค่อนข้างมาก