บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะทางกายภาพและสรีระของสุกรแต่ละเพศขึ้นอยู่กับอิทธิพลของฮอร์โมนเพศในแต่ละเพศของสัตว์ที่มีในปริมาณที่ต่างกัน

ฮอร์โมน เป็นสารอินทรีย์ที่ปล่อยออกมาจากเซลล์มีชีวิตบริเวณใดบริเวณหนึ่งของตัวสัตว์ ซึ่งจะถูกส่งหรือแพร่ไปยังอวัยวะเป้าหมาย (target organ) และมีผลต่ออวัยวะนั้น ซึ่งจะเหนี่ยวนำให้เกิดการเจริญเติบโต (growth) การเปลี่ยนแปลง (differentiation) และทำให้มี metabolic activity ของเซลล์ (Norman and Litwack, 1997)

ฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องในระบบสืบพันธุ์เพศผู้

ฮอร์โมนที่ควบคุมการทำงานของระบบสืบพันธุ์เพศที่สำคัญ ได้แก่ กลุ่มฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ที่เรียกว่า gonadotropins มีฮอร์โมนที่สำคัญคือ luteinizing hormone (LH) และ follicle-stimulating hormone (FSH) ส่วนอีกกลุ่มคือฮอร์โมนที่ผลิตจากอัณฑะได้แก่ androgens กลไกการควบคุมการทำงานของระบบฮอร์โมนในระบบสืบพันธุ์เพศผู้แสดงใน Fig. 1 โดย LH จะกระตุ้นการสร้าง androgens จาก Leydig cell ในอัณฑะ โดย LH จะจับกับ receptor บน Leydig cell และกระตุ้นให้เกิดกลไกสร้าง testosterone ภายในเซลล์ จากนั้นจึงปล่อย testosterone ผ่านผนังเซลล์เข้าสู่กระแสเลือด สำหรับ FSH จะกระตุ้นให้ Sertoli cell สร้างและหลั่ง androgen-binding protein (ABP) ซึ่งจะไปจับกับ androgens ทำให้มีการสะสม androgens ในช่องว่างของท่อขนาดเล็กที่ขดอยู่มากมาย (seminiferous tubule) ในอัณฑะ เพื่อประโยชน์ในกระบวนการผลิตอสุจิ และ ABP ยังมีส่วนในการเปลี่ยน testosterone ไปเป็น estrogen (Goodman, 1988)

androgen เป็นชื่อของกลุ่มฮอร์โมนเพศผู้ที่อยู่ในกลุ่ม steroid hormone มีสูตรพื้นฐานเป็น cyclopentanophrenanthrene ประกอบด้วยวงแหวนคาร์บอน 6 เหลี่ยม 3 วง (A, B และ C) และวงแหวนคาร์บอน 5 เหลี่ยม 1วง (D) และรวมทั้งหมดมีคาร์บอน 21 ตัว (Fig.2) ซึ่งประกอบด้วยฮอร์โมนที่สำคัญ เช่น testosterone, androstenedione, dehydroepiandrostenone และ 5α-dihydrotestosterone แหล่งที่สำคัญของ androgens คือ Leydig cell ในอัณฑะ นอกจากนี้พบว่าต่อมหมวกไตในส่วน adrenal cortex ก็สามารถสร้าง androgen ได้ด้วย (Norman and Litwack, 1997)

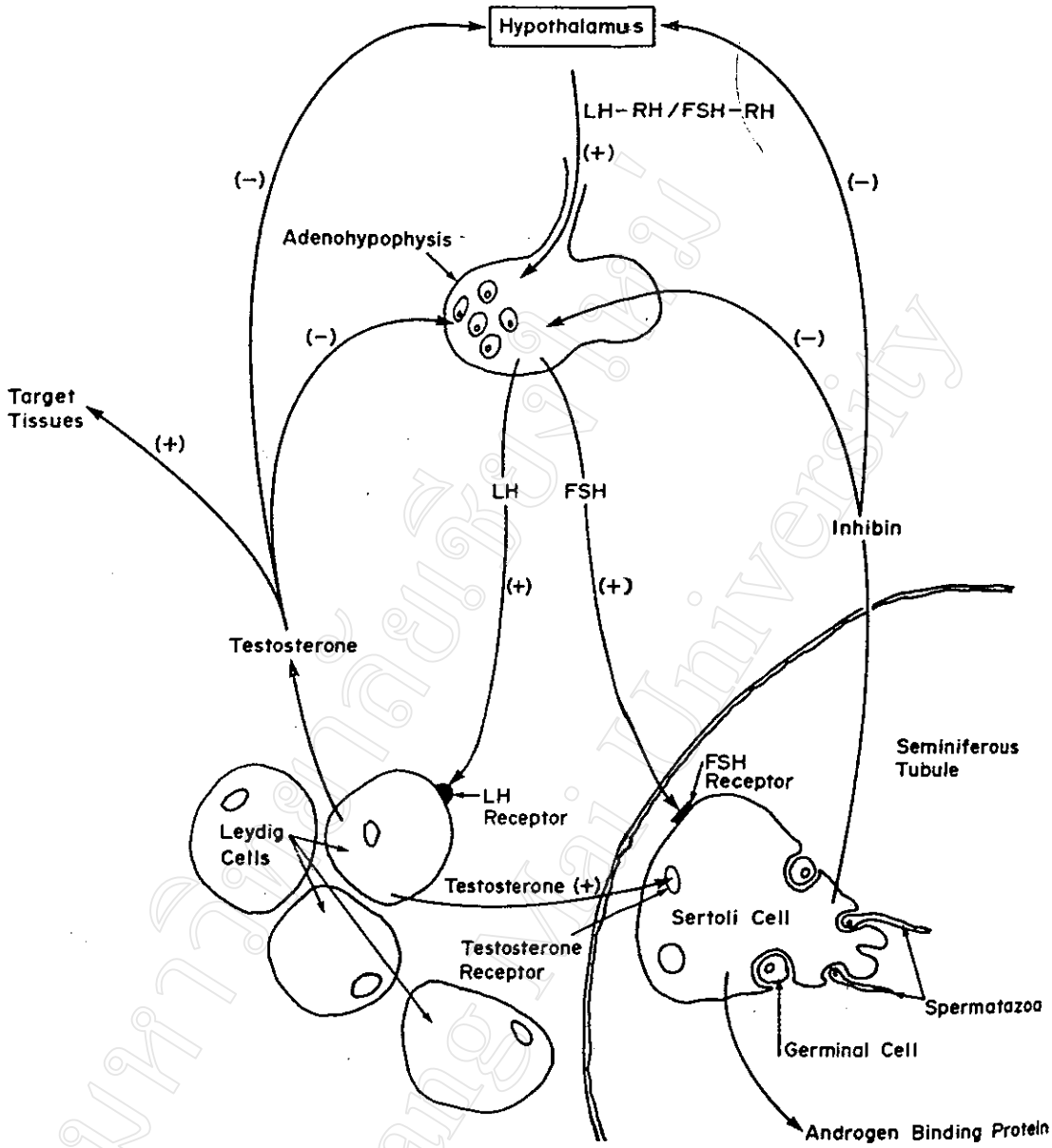

Fig. 1 Schematic diagram of the anatomic and functional components of human testis. LH-RH/FSH-RH, gonadotropin releasing hormone; LH, luteinizing hormone; FSH, follicle-stimulating hormone; (+) indicate a positive or stimulatory effect and (-) a negative or inhibitory effect of a hormone (Goodman, 1988)

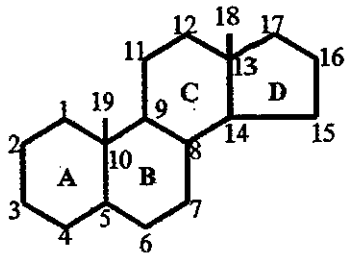

Fig. 2 Structure of steroid hormone (Butt, 1976)

การสังเคราะห์ androgens จากโคเลสเตอรอลมี progesterone และ pregnenolone เป็นสารตัวกลาง (Fig. 3)

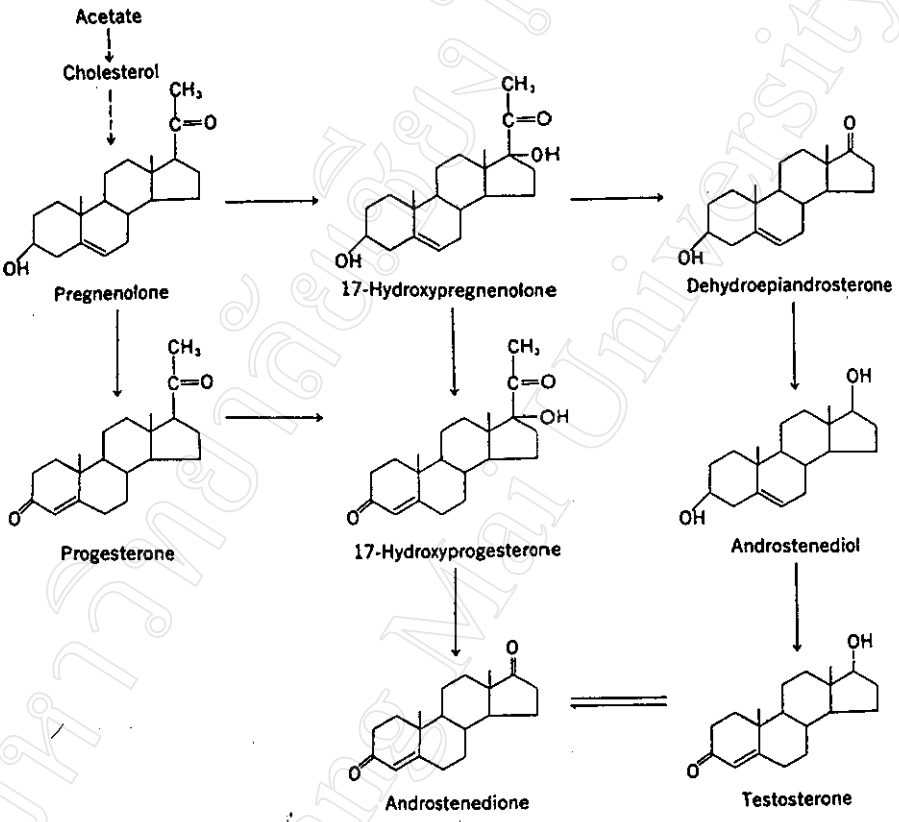

Fig. 3 Pathways of androgen biosynthesis in domestic species (Goodman, 1988)

ฮอร์โมนในกลุ่ม androgen มีหน้าที่ในการกระตุ้นให้เกิดการสร้างและยืดอายุตัวอสุจิในอัณฑะ ควบคุมการแสดงออกทางลักษณะและสรีระของเพศผู้ นอกจากนี้ยังเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้อาหารโปรตีนของร่างกาย ซึ่งทำให้มีการสะสมไนโตรเจนและเพิ่มจำนวนและความหนาของเส้นใยกล้ามเนื้อ ทำให้กล้ามเนื้อเติบโตมากในวัยหนุ่มสาว (puberty) ซึ่งเพิ่มขบวนการเมตาบอลิซึมในร่างกาย 5-10% โดยเป็นผลทางอ้อมจากการสร้างโปรตีน โดยเฉพาะเอนไซม์จะช่วยทำให้การทำงานของเซลล์เพิ่มขึ้น รวมถึงผลต่อการเติบโตของกระดูกและการสะสมของแคลเซียม ทำให้อัตราการเจริญของกระดูกเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นทำให้ epiphysis ของกระดูกยาว (long bone) ปิดตั้งแต่อายุน้อย ทำให้ความสูงถูกจำกัดบ้าง (Goodman, 1988)

Snochowski *et al.* (1981) รายงานว่า androgen มีฤทธิ์ในขบวนการ anabolic ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อ glucocorticoid receptor ซึ่งก็จะทำให้มีผลต่อ metabolism ของคาร์โบไฮเดรต และยังมีผลต่อ metabolism ของโปรตีนและไขมัน ในขณะที่สุกรเพศผู้ตอนจะถูกทำการตัดเอาส่วนของอัณฑะออกตั้งแต่วัยเล็ก ทำให้ไม่มีฮอร์โมนที่สามารถผลิตได้จากอัณฑะโดยเฉพาะอย่างยิ่งฮอร์โมนในกลุ่มของ androgen แต่อาจจะมีได้เนื่องจากสามารถผลิตได้เพียงเล็กน้อยจากต่อมหมวกไต ทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักของโปรตีนและกล้ามเนื้อในร่างกาย (Kay and Houseman, 1974)

ฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์เพศเมีย

ฮอร์โมนที่ควบคุมการทำงานของระบบสืบพันธุ์เพศเมียที่สำคัญคือ กลุ่มฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า จะหลั่งฮอร์โมนที่เกี่ยวข้อง 3 อย่างที่เกี่ยวข้องกับหน้าที่ของรังไข่

1. Follicle stimulating hormone (FSH)
2. Luteinizing hormone (LH)
3. Prolactin

FSH มีผลกระตุ้นการเจริญเติบโตของ follicle ส่วน LH จะทำหน้าที่เสริมฤทธิ์ของ FSH โดย LH จะกระตุ้นให้ thecal cell ของ follicle ผลิต testosterone ต่อมาจะถูกเปลี่ยนเป็น estradiol ใน granulosa cell ภายใต้อิทธิพลของ FSH และยังช่วยการเจริญเติบโตของ follicle และจำเป็นสำหรับการสร้างและหลั่งฮอร์โมนจาก follicle ภายในรังไข่คือ โปรเจสเตอโรน (progesterone) และเอสโตรเจน (estrogen) โดยมีโปรเจสเตอโรนเกี่ยวข้องกับการเตรียมมดลูกสำหรับการตั้งครรภ์และเต้านมสำหรับการหลั่งน้ำนม ส่วนเอสโตรเจนช่วยเร่งการเติบใหญ่ของเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะเพศ และ secondary sex characteristics ของเพศเมียเอสโตรเจนที่หลั่งออกมาในธรรมชาติมีอย่างน้อย 6 ชนิด แต่ชนิดที่มีจำนวนมากพอที่จะทำหน้าที่ได้มีเพียง 3 ชนิด คือ β–estradiol, estrone และ estriol รังไข่และรกเป็นแหล่งผลิต estrogen ที่สำคัญที่สุด นอกจากนี้ estrogen ยังถูกสร้างได้จากต่อมหมวกไตอีกด้วย (Goodman, 1988)

หน้าที่ของ estrogen ทำให้อวัยวะเพศเปลี่ยนแปลงจากเด็กเป็นผู้ใหญ่ แสดงออกถึงลักษณะที่เป็นเพศเมีย และทำให้การสร้างโปรตีนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากช่วยการเจริญเติบโตของอวัยวะเพศและเนื้อเยื่อด้วย รวมทั้งมีการเจริญเติบโตของท่อต่างๆ เกือบสมบูรณ์ แต่ยังไม่พร้อมที่จะทำงาน ทำให้มีการเจริญเติบโตของกระดูก นอกจากนี้ยังทำให้ไขมันกระจายตัวและจับที่ส่วนต่างๆ ของร่างกายหลายแห่ง เช่น เต้านม ก้น และต้นขา เป็นต้น

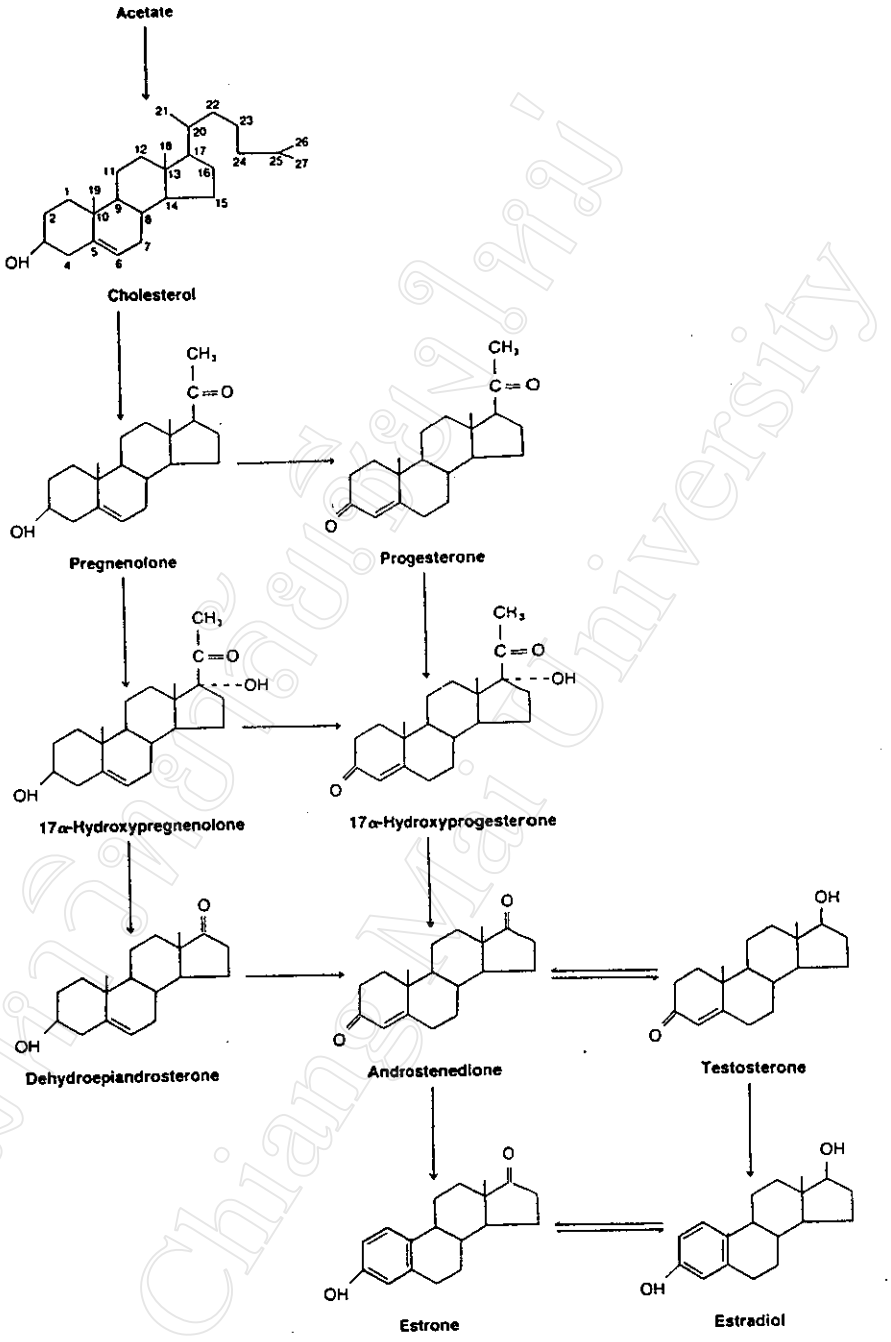

Fig. 4 Pathways for estrogen biosynthesis in domestic species (Goodman, 1988)

ผลของกลุ่มฮอร์โมนเอนโดรเจน และเอสโตรเจนคล้ายกับ steroid hormone อื่น ที่จะจับกับโปรตีนของ cytoplasm เมื่อเข้าไปในนิวเคลียส เอสโตรเจนจะเร่งการสังเคราะห์ messenger RNA (mRNA) ใน cytoplasm mRNA จะกระตุ้นการสร้างโปรตีนใหม่ ซึ่งถือว่าเป็นฤทธิ์ของฮอร์โมนต่อเซลล์ (Fig. 5) นอกจากนี้ Claus *et al.* (1994) รายงานว่าเอสโตรเจนยังเพิ่มการสังเคราะห์โปรตีนโดยไปกระตุ้นการหลั่ง GH และ IGF-I

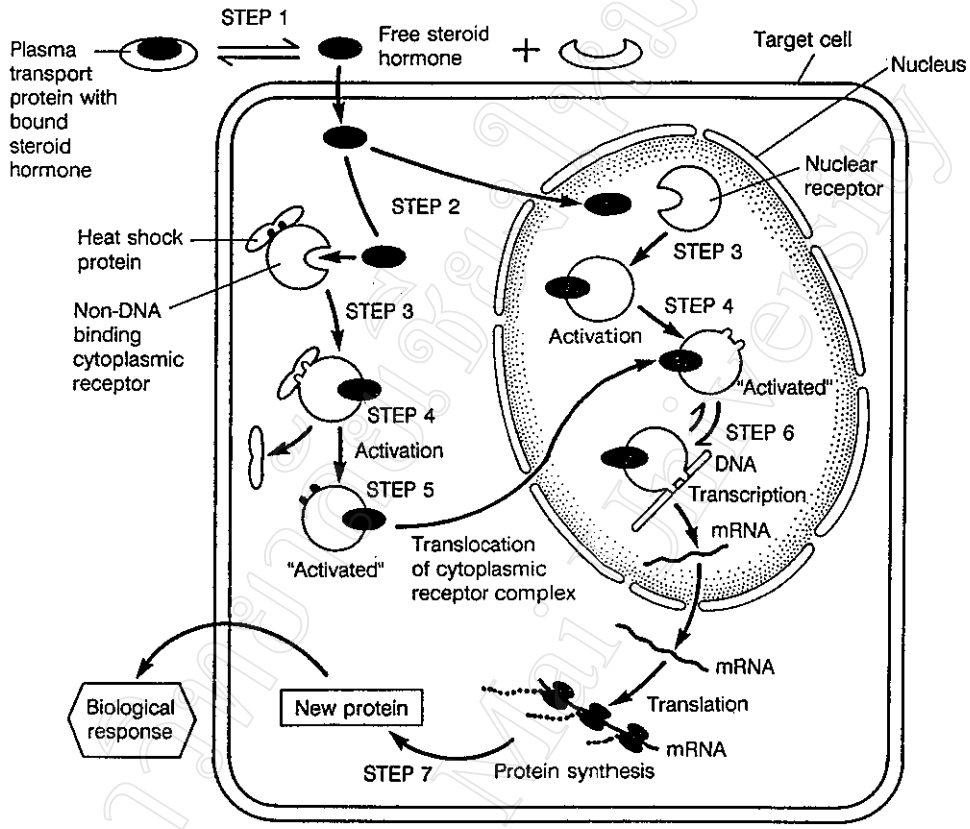

Fig. 5 Pathways of estradiol-17β stimulate protein synthesis (Norman and Litwack, 1997)

อิทธิพลของเพศที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต (production performance) ของสุกร

สมรรถภาพการผลิตของสุกร หมายถึง อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (average daily gain; ADG) และประสิทธิภาพการใช้อาหาร (feed efficiency) ของสุกร

Fuller (1980) อ้างโดย สุรพงษ์ (2527) รายงานว่าความแตกต่างระหว่างเพศขึ้นอยู่กับการเจริญเติบโตของสุกร เพราะเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของต่อมไร้ท่อ ส่งผลต่อการพัฒนาทางเพศ ความแตกต่างระหว่างเพศจะมีน้อยมากเมื่อน้ำหนักตัวน้อยกว่า 40-45 กก และเมื่อน้ำหนักเกิน 50 กกจะเริ่มแตกต่าง และแตกต่างกันอย่างชัดเจนเมื่อน้ำหนักมากกว่า 70 กก ซึ่งสอดคล้องกับ Thornton (1989) พบว่าสุกรที่ได้รับโภชนะในระดับเดียวกัน สุกรเพศผู้มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าสุกรเพศผู้ตอน และสุกรเพศเมีย ซึ่งความแตกต่างนี้จะมีเพียงเล็กน้อยในช่วงน้ำหนักตัว 40 กก แต่หลังจากนั้นสุกรเพศผู้จะมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าเพศเมีย และเพศผู้ตอนอย่างมีนัยสำคัญ (Fig. 6)

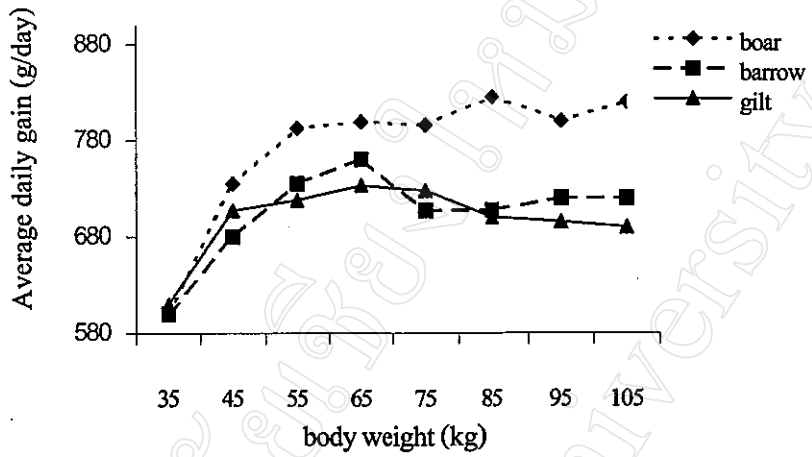

Fig. 6 Average daily gain at each body weight of boars, barrows and gilts (Thornton, 1989)

ในขณะที่ Weatherup *et al.* (1998) รายงานว่าสุกรเพศผู้มีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันมากกว่าสุกรเพศเมีย ซึ่งสอดคล้องกับ Newell and Bowland (1972); Chadd *et al.* (1993) และ Blanchard *et al.* (1999) และมากกว่าสุกรเพศผู้ตอน (Wood and Rilley, 1982) ซึ่งขัดแย้งกับ Jaturasitha *et al.* (2000) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของสุกรเพศผู้ สุกรเพศผู้ตอน และสุกรเพศเมียไม่แตกต่างกันแต่มีแนวโน้มที่สุกรเพศผู้โตเร็วที่สุด รองมาคือสุกรเพศผู้ตอน และสุกรเพศเมียตามลำดับ

ส่วนน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในระยะสุกรรุ่นของสุกรเพศเมียมากกว่าสุกรเพศผู้ และสุกรเพศผู้ตอนอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในระยะสุกรขุนการเพิ่มน้ำหนักตัวของสุกรเพศเมียน้อยกว่าสุกรเพศผู้ตอน และสุกรเพศผู้ตามลำดับ (Kumar and Barsaul, 1991) สุกรเพศผู้ตอนมีอัตราการเจริญเติบโตมากกว่าสุกรเพศเมีย (Christian *et al.*, 1980; Friesen *et al.*, 1994 และ Cisneros *et al.*, 1996) Kanis and Koops (1990) พบว่าสุกรเพศผู้ตอนมีอัตราการเจริญเติบโตมากกว่าสุกรเพศเมียในระยะสุกรรุ่น และเมื่อเข้าสู่ระยะสุกรขุนอัตราการเจริญเติบโตจะลดลง จนใกล้เคียงกับสุกรเพศเมียในช่วงน้ำหนัก 110 กก อัตราการเจริญเติบโตที่รวดเร็วส่งผลให้ระยะเวลาในการเลี้ยงสั้นลงด้วย บุญลือ และคณะ (2532) รายงานว่าในระยะสุกรรุ่น สุกรเพศผู้ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงน้อยกว่าสุกรเพศผู้ตอน และสุกรเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่พบความแตกต่างในระยะขุน

Newell and Bowland (1972) และ Weatherup *et al.* (1998) พบว่าสุกรเพศผู้ตอนกินอาหารมากกว่าสุกรเพศเมีย สอดคล้องกับ Kanis and Koops (1990) และ Friesen *et al.* (1994) และมากกว่าสุกรเพศผู้ Weatherup *et al.* (1998) ยังพบอีกว่าการกินอาหารของสุกรเพศ

ผู้และเพศเมียไม่แตกต่างกัน ซึ่งให้ผลขัดแย้งกับ Chadd *et al.* (1993) ที่รายงานว่าสุกรเพศผู้กินอาหารน้อยกว่าสุกรเพศเมีย ส่วนบุญลือ และคณะ (2532) พบว่าสุกรเพศผู้กินอาหารไม่แตกต่างกับสุกรเพศผู้ตอนและเพศเมีย แต่พบว่าสุกรเพศผู้ตอนกินอาหารมากกว่าสุกรเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ

Table 1 Average daily gain (ADG) and average daily feed intake (ADFI) of different gender

	Boar	Barrow	Gilt	SE.	Sig.	Reference
ADG (kg/day)	1.193^{a}	1.160^{a}	1.073^{b}	25.7	**	Weatherup *et al.* (1998)
	-	0.869^{a}	0.813^{b}	0.0174	*	Cisneros *et al.* (1996)
	-	0.990^{a}	0.900^{b}	-	**	Friesen *et al.* (1994)
	0.881^{a}	-	0.827^{b}	16.6	**	Chadd *et al.* (1993)
	0.920^{a}	0.601^{b}	-	30.4	***	Wood and Rilley (1982)
FI (kg/day)	2.73^{b}	3.10^{a}	2.68^{b}	0.059	***	Weatherup *et al.* (1998)
	1.85^{b}	-	1.92^{a}	0.030	*	Chadd *et al.* (1993)
	-	3.16^{a}	3.03^{b}	-	**	Friesen *et al.* (1994)
	2.1^{ab}	2.37^{a}	2.09^{b}	-	*	บุญลือ และคณะ (2532)

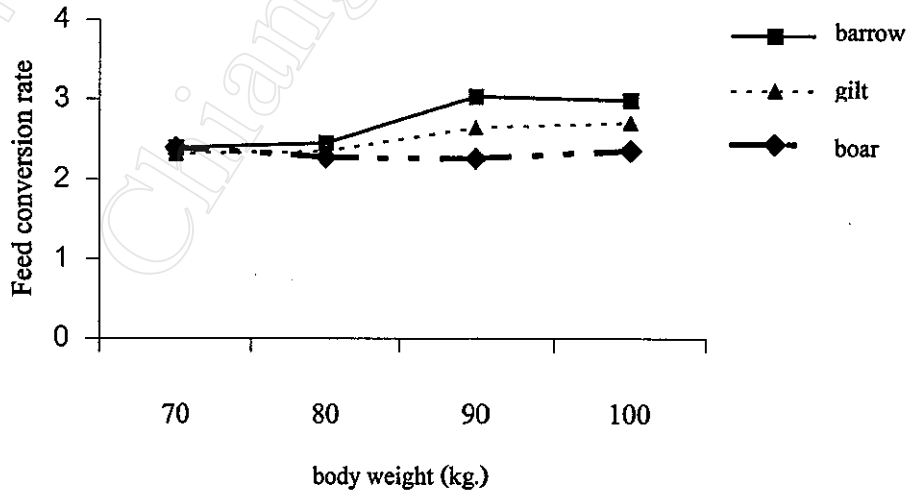

Fig. 7 Feed conversion rate of boars, barrows and gilts at each body weight (Weatherup *et al.* 1998)

Newell and Bowland (1972) พบว่าสุกรเพศผู้มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีกว่าสุกรเพศเมีย และสุกรเพศผู้ตอนตามลำดับ Kanis and Koops (1990) พบว่าสุกรเพศเมียมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีกว่าสุกรเพศผู้ตอน Kumar and Barsaul (1991) พบว่าสุกรเพศผู้มีอัตราแลกเนื้อดีกว่าสุกรเพศเมีย (Chadd *et al.*, 1993; Blanchard *et al.*, 1999; Weatherup *et al.*, 1998) และดีกว่าสุกรเพศผู้ตอนตามลำดับ ซึ่งขัดแย้งกับรายงานของบุญลือ และคณะ (2532) และ Jaturasitha *et al.* (2000) พบว่าอัตราแลกเนื้อของสุกรทั้ง 3 เพศไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มที่สุกรเพศผู้ดีกว่าสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมีย Friesen *et al.* (1994) พบว่าอัตราแลกเนื้อของสุกรเพศผู้ตอนดีกว่าสุกรเพศเมีย

อิทธิพลของเพศที่มีต่อคุณภาพซาก (carcass quality) ของสุกร

คุณภาพซาก (carcass quality) หมายถึงร่างกายสัตว์ภายหลังจากถูกฆ่า ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ กระดูก กล้ามเนื้อ และไขมัน (จุฑารัตน์, 2532) โดยเป็นผลลัพธ์จากการเลี้ยงดูในฟาร์มจนถึงน้ำหนักส่งตลาด และเมื่อทำการแปรสภาพเป็นเนื้อจะได้ผลผลิตที่เป็นที่ถูกใจผู้บริโภคทั้งในแง่คุณภาพบริโภคและปริมาณเนื้อแดง โดยเฉพาะส่วนที่มีราคาแพง (ชัยณรงค์, 2531)

สุกรเพศผู้มีเปอร์เซ็นต์ซากต่ำกว่าสุกรเพศเมีย (Jaturasitha *et al.*, 2000; Blanchard *et al.*, 1999; Klindt *et al.*, 1995 และ Judge *et al.*, 1990) และสุกรเพศผู้ตอน (Jaturasitha *et al.*, 2000) แต่ Judge *et al.* (1990) รายงานว่าเปอร์เซ็นต์ซากของสุกรเพศผู้และเพศผู้ตอนไม่แตกต่างกัน แต่ต่ำกว่าสุกรเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ Friesen *et al.* (1994) รายงานว่าสุกรเพศเมียมีเปอร์เซ็นต์ซากมากกว่าสุกรเพศผู้ตอน แต่ Jaturasitha *et al.* (2000) และ Christian *et al.* (1980) กลับไม่พบความแตกต่างนั้น Ellis *et al.* (1983) พบว่าสุกรเพศผู้ไม่ตอนมีสัดส่วนซากทั้งน้ำหนักซากอุ่น และน้ำหนักซากเย็นต่ำกว่าสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมีย ซึ่งสอดคล้องกับ Weatherup *et al.* (1998) การที่เปอร์เซ็นต์ซากของสุกรเพศผู้ต่ำกว่าสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมียนี้ Klindt *et al.*(1995) และ Ellis *et al.* (1983) รายงานว่าเป็นเพราะที่น้ำหนักมีชีวิตเท่ากันสุกรเพศผู้มีสัดส่วนเศษเหลือหลังจากตัดแต่งซาก (หัว ข้อเท้า หนังและอวัยวะภายใน) และยังรวมไปถึงการมีเครื่องเพศ (อัณฑะ) ที่มีขนาดใหญ่กว่าสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมีย นอกจากนี้ Weatherup *et al.* (1998) ยังรายงานว่าอาจเนื่องมาจากอัตราส่วนระหว่างอาหารในช่องท้องต่อน้ำหนักซากของสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมียต่ำกว่าสุกรเพศผู้

Sather *et al.* (1995) พบว่าสุกรเพศผู้มีปริมาณไขมันในร่างกายที่ต่ำที่สุด รองมาคือสุกรเพศเมีย และสุกรเพศผู้ตอนจะมีไขมันมากที่สุด โดยสุกรเพศผู้ตอนมีไขมันจากการตัดแต่งเนื้อมากกว่าสุกรเพศเมียถึง 10% ขณะที่สุกรเพศผู้มีไขมันจากการตัดแต่งเนื้อน้อยกว่าเพศเมีย 10%

Table 2 Carcass characteristics of boars, barrows and gilts

	Boar	Barrow	Gilt
No. of pigs	65	50	65
Killing out proportion[1/] (hot wt)	0.763[a]	0.770[b]	0.771[b]
Killing out proportion[1/] (cold wt)	0.748[a]	0.753[b]	0.756[b]
Maximum shoulder fat[1/] (mm)[1/]	32.3[a]	37.8[c]	35.4[b]
Maximum loin fat[1/] (mm)[1/]	11.8[a]	19.9[c]	15.6[b]
P, fat (mm)[1/]	12.2[a]	16.1[c]	13.1[b]
Average backfat[2/], cm	2.44[c]	3.07[a]	2.63[b]
Loin eye area[2/], cm^2	37.3[ab]	33.7[b]	40.8[a]
Percentage of muscle[2/], %	51.9[a]	47.5[b]	52.8[a]

Values with different superscripts within each row differ significantly ($P<0.05$)

[1/] Ellis *et al.* (1983)

[2/] Nold *et al.* (1997)

Ellis *et al.* (1983) พบว่าสุกรเพศผู้มีชั้นไขมันที่ตำแหน่งไหล่ สันนอก และ P_2 (ห่างจากกลางสันหลังค่อนไปทางลำตัว 65 มม) น้อยกว่าสุกรเพศเมียและสุกรเพศผู้ตอนตามลำดับ สอดคล้องกับ Nold *et al.* (1997) และ Jaturasitha *et al.* (2000) ที่รายงานว่า สุกรเพศผู้มีความหนาไขมันสันหลังบางกว่าสุกรเพศเมีย (Blanchard *et al.*, 1999; Fortin *et al.*, 1987) และสุกรเพศผู้ตอน (Wood and Rilley, 1982) Friesen *et al.* (1990) พบว่าสุกรเพศเมียมีไขมันสันหลังบางกว่าสุกรเพศผู้ตอน แต่ Chirstian *et al.* (1980) พบเพียงแนวโน้มของไขมันสันหลังของสุกรเพศเมียบางกว่าสุกรเพศผู้ตอน

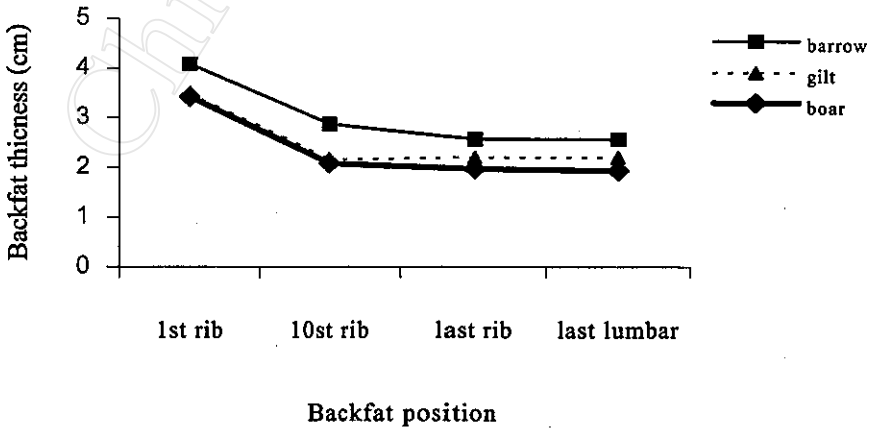

Fig. 8 Backfat thickness at each position of boars, barrows and gilts (Nold *et al.*, 1997)

พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันของสุกรเพศเมียมากกว่าสุกรเพศผู้ (Blanchard *et al.*, 1999; Nold *et al.*, 1997) และสุกรเพศผู้ตอน (Friesen *et al.*, 1994) แต่ Chirstian *et al.* (1980) พบเพียงแนวโน้มของพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันของสุกรเพศเมียมากกว่าสุกรเพศผู้ตอนเท่านั้น และ Nold *et al.* (1997) และ Wood and Rilley (1982) พบว่าสุกรเพศผู้มีแนวโน้มพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันมากกว่าสุกรเพศผู้ตอน ส่วนความยาวซากสุกรเพศเมียยาวกว่าสุกรเพศผู้ตอนอย่างมีนัยสำคัญ (Friesen *et al.*, 1994; Chirstian *et al.*, 1980)

Jaturasitha *et al.* (2000) พบว่าสุกรเพศผู้มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงที่มากกว่าสุกรเพศเมียและสุกรเพศผู้ตอน แต่ในสุกรเพศเมียและสุกรเพศผู้ตอนไม่แตกต่างกัน Nold *et al.* (1997) พบว่าเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงของสุกรเพศผู้และเพศเมียไม่แตกต่างกัน แต่มีค่าที่มากกว่าสุกรเพศผู้ตอนอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งขัดแย้งกับ Judge *et al.* (1990) ที่พบเพียงแนวโน้มสุกรเพศผู้สูงกว่าสุกรเพศผู้ตอน

Klindt *et al.* (1995) พบว่าสัดส่วนของเนื้อส่วนหัวไหล่ของสุกรเพศผู้มีปริมาณที่มากกว่าสุกรเพศเมีย และสุกรเพศผู้ตอน (Wood and Rilley, 1982) แต่สัดส่วนของเนื้อสะโพก (ham) เนื้อสัน และสามชั้นของสุกรเพศผู้กลับน้อยกว่าสุกรเพศเมีย และสุกรเพศเมียยังมีสัดส่วนของเนื้อสันและเนื้อสะโพกที่มากกว่าสุกรเพศผู้ตอน (Chirstian *et al.*, 1980) แต่สัดส่วนส่วนหัวไหล่และขาหน้ามีค่าที่ต่ำกว่าสุกรเพศผู้ตอน (Cisneros *et al.*, 1996) สุกรเพศผู้จะมีหนัง เนื้อและกระดูกที่มากกว่าสุกรเพศผู้ตอน (Wood and Rilley, 1982) และมากกว่าสุกรเพศเมีย (Fortin *et al.*, 1987) ส่วนสัดส่วนของไขมันสุกรเพศผู้จะมีปริมาณต่ำสุด รองมาคือ เพศเมียและเพศผู้ตอนตามลำดับ Kumar and Barsaul (1991) พบว่าสุกรเพศเมียมีลักษณะคุณภาพซากที่ดี เพราะมีปริมาณเนื้อและไขมันพอเหมาะ ขณะที่ซากสุกรเพศผู้มีลักษณะความเป็นเนื้อสูง และสุกรเพศผู้ตอนให้ซากที่มีไขมันสูง

Table 3 Wholesale cuts percentage of gilts and barrows (Cisneros *et al.*, 1996)

Wholesale cut percentage, %	Gilt	Barrow	SEM
Ham	25.45[a]	24.71[b]	0.230
Loin	25.71	25.59	0.301
Belly	16.05	16.29	0.193
Shoulder	25.51[b]	26.19[a]	0.192
Picnic	10.73[b]	11.14[a]	0.141
Jawl	3.15	3.12	0.122
Carcass trim [1/]	3.80[a]	3.54[b]	0.057

[1/] Carcass trim : wt. of feet + tail + diaphargm muscle

ลักษณะคุณภาพซากสุกรเพศผู้ (Walstra and Kroeske, 1968 อ้างโดย Seideman *et al.*, 1982)

1. มีความยาวซากที่สูง
2. มีความหนาไขมันสันหลังต่ำที่ตำแหน่งไหล่ เนื้อสัน และสะโพก
3. มีเปอร์เซ็นต์ไขมันต่ำ และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงสูง
4. มีเปอร์เซ็นต์ส่วนไหล่และสะโพกสูง
5. มีเปอร์เซ็นต์ซากต่ำ

อิทธิพลของเพศที่มีต่อคุณภาพเนื้อ (meat quality) ของสุกร

คุณภาพเนื้อ (meat quality) หมายถึง ลักษณะต่างๆของเนื้อสัตว์ที่แสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติตามความต้องการของผู้บริโภค และความเหมาะสมสำหรับการแปรรูป ทำผลิตภัณฑ์เนื้อแบบต่างๆ ซึ่งลักษณะของเนื้อที่สำคัญที่มีส่วนกำหนดคุณภาพเนื้อ ได้แก่ สี รสชาติ กลิ่น ความชุ่มฉ่ำ (juiciness) และความนุ่ม (tenderness) ของเนื้อสัตว์ (สัญชัย, 2543)

คุณภาพของเนื้อที่ได้มานั้นจะเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงกับลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อนั้นๆ โดยตรง และคุณสมบัติที่ว่านี้อาจทำให้เนื้อที่บริโภค หรือนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณลักษณะที่ควรจะเป็น (ชัยณรงค์, 2529)

ในขั้นตอนการฆ่าสัตว์นั้น การแทงคอเอาเลือดออกถือเป็นจุดเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่ตามมาหลังจากสัตว์ตาย สัตว์จะเกิดความเครียดมาก ร่างกายจะพยายามรักษาสมดุลภายในระบบต่างๆ ของร่างกาย เพื่อให้สามารถคงไว้ซึ่งการมีชีวิตอยู่ต่อไป (homeostasis) ขณะที่ระบบหมุนเวียนเลือดหยุดชะงักลง ออกซิเจนจะหมดไป ขบวนการ aerobic pathway หยุดการทำงาน ร่างกายจะได้พลังงานมาจาก anaerobic pathway ภายใต้สภาวะไร้อากาศ กรดไพรูวิคจะถูก reduced เป็นกรดแลกติก สะสมในกล้ามเนื้อโดยไม่ได้ถูกนำไปใช้ จนกระทั่ง glycogen ในกล้ามเนื้อถูกนำออกมาใช้จนหมด การสะสมของกรดแลกติกเป็นสาเหตุทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของกล้ามเนื้อลดต่ำลง

Ellis *et al.* (1983) รายงานว่า ค่า pH ของกล้ามเนื้อ *longissimus dorsi* และ *semimembranosus* ที่ 45 นาทีหลังฆ่า ไม่แตกต่างกันระหว่างเพศ สอดคล้องกับ Nold *et al.* (1999) ส่วน Cisneros *et al.* (1996) พบว่าค่า pH ในสุกรเพศเมียและเพศผู้ตอนไม่แตกต่างกัน แต่สัดส่วนของค่า pH ที่ต่ำกว่า 6.0 ของสุกรเพศผู้มากกว่าสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมียนั้นแสดงว่า สุกรเพศผู้มีโอกาสเป็น PSE (pale soft and exudative) เนื่องจากว่าสุกรเพศผู้มีความไวต่อสภาวะเครียดที่เกิดขึ้นขณะที่ฆ่าสูง ส่วน pH สุดท้าย (24 ชั่วโมงหลังฆ่า) ไม่พบความแตกต่างระหว่างเพศ

(Wood *et al.*, 1986; Mottram *et al.*, 1982) แต่ค่า pH มีค่ามากกว่า 6.1 ในกล้ามเนื้อ *semispinalis capatis* (กล้ามเนื้อส่วนไหล่) ของสุกรเพศผู้มากกว่าสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมีย ทั้งนี้เนื่องมาจากสาเหตุที่สุกรเพศผู้มีกิจกรรม และความก้าวร้าวมาก และกล้ามเนื้อส่วนดังกล่าวจะใช้พลังงานมาก จึงทำให้ glycogen ที่สำรองไว้มีการสูญเสียไปมาก เป็นผลให้ขบวนการ glycolysis หลังฆ่าเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย pH จึงสูงสอดคล้องกับ Tarrent *et al.* (1979) รายงานว่าการพักสุกรเพศผู้ 1 คืนก่อนฆ่าทำให้ pH ในส่วนไหล่ เนื้อสัน และสะโพก สูงกว่าเพศผู้ตอนและเพศเมีย

Table 4 Carcass muscle pH value of meat of boars, barrows and gilts (Ellis *et al.*, 1980)

	Boar	Barrow	Gilt	SE.
No. of carcass	65	50	65	-
Mean muscle pH_1 (45 min)				
Loin	6.54	6.56	6.56	0.02
Ham	6.52	6.54	6.53	0.06
Mean muscle pH_u (24 hr)				
Loin	5.78	5.74	5.77	0.02
Ham	5.67	5.64	5.65	0.02
Shoulder	6.04^a	5.91^b	5.94^b	0.02
Proportion of $pH_1 < 6.0$				
Loin	0.015	0	0	
Ham	0.062	0.02	0	
Proportion of $pH_u > 6.1$				
Loin	0.062	0.020	0.062	
Ham	0	0	0	
Shoulder	0.246	0.120	0.062	

Mottram *et al.* (1982) และ Nold *et al.* (1999) รายงานว่าสุกรน้ำหนัก 100 กก สุกรเพศผู้และสุกรเพศผู้ตอนมีค่าความสว่างของเนื้อ (L*) มากกว่าสุกรเพศเมีย แต่ Weatherup *et al.* (1998) ไม่พบความแตกต่างของค่า L* ระหว่างเพศ แต่มีแนวโน้มสุกรเพศผู้ตอนมีค่าที่มากกว่าสุกรเพศผู้และสุกรเพศเมีย การที่ค่า L* ให้ค่าที่ต่ำนั้นแสดงให้เห็นว่าเนื้อมีสีคล้ำ สำหรับสีแดงของเนื้อ (a*) สุกรเพศผู้มีสีแดงต่ำกว่าสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมีย ซึ่งให้ผลขัดแย้งกับ Weatherup *et al.* (1998) ที่ไม่พบความแตกต่างของค่าสีแดงของเนื้อ แต่สุกรเพศผู้ตอนมีแนวโน้มต่ำกว่าสุกรเพศผู้และสุกรเพศเมีย Nold *et al.* (1997) พบว่าคะแนนสีเนื้อไม่แตกต่างกันในแต่ละเพศ แต่สุกรเพศผู้มี

แนวโน้มค่าคะแนนสีเนื้อด้อยกว่าสุกรเพศเมียและสุกรเพศผู้ตอน Wood *et al.* (1986) พบว่าสีเนื้อของสุกรเพศผู้และเพศเมียไม่แตกต่างกัน Christian *et al.* (1980) พบว่าสีเนื้อของสุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียไม่แตกต่างกัน ซึ่งได้ผลที่ขัดแย้งกับ Cisneros *et al.* (1996) พบว่าสุกรเพศผู้ตอนมีสีเข้มกว่าเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ

Weatherup *et al.* (1998) พบว่าค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อในสุกรแต่ละเพศไม่แตกต่างกัน มีเพียงแนวโน้มสุกรเพศผู้มีค่าการสูญเสียน้ำ (drip loss) และการสูญเสียขณะปรุงอาหาร (cooking loss) การไหลซึม มากกว่าสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมีย สอดคล้องกับ Nold *et al.* (1999) พบว่าค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อในสุกรแต่ละเพศไม่แตกต่างกัน แต่พบว่าสุกรเพศผู้มีมากกว่าสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมีย (Cisneros *et al.*, 1996) สอดคล้องกับปริมาณความชื้นในเนื้อ ซึ่งสุกรเพศผู้มีปริมาณความชื้นมากกว่าสุกรเพศเมีย (Blanchard *et al.*, 1999) และสุกรเพศผู้ตอน (Nold *et al.*, 1999; Weatherup *et al.*, 1998)

Table 5 Characteristics of meat from boars, barrows and gilts at 110 kg body weight (Nold *et al.*, 1999)

Item	Boar	Barrow	Gilt	SEM
100-kg BW trail				
L*[1/]	45.51[b]	45.61[b]	44.54[c]	0.20
a*[1/]	17.56[c]	18.64[b]	18.64[b]	0.19
Collagen, mg/g	8.08[b]	6.70[c]	6.76[c]	0.11
110-kg BW trail				
Ether extract, %	2.29[d]	3.70[b]	2.94[c]	
Moisture, %	75.06[d]	73.34[b]	74.24[c]	
WHC[1/]	32.21	31.96	31.46	
L*	42.36[c]	44.00[b]	43.60[b]	

[1/] L* = a measure of lightness, a larger number indicates a lighter color; a* = a measure of redness, a larger number indicates more red color; WHC= water-holding capacity, a larger number indicates a greater WHC

[b, c, d] Means within a row and main effect bearing superscripts that lack a common letter differ ($P<0.05$)

ปริมาณ collagen ในเนื้อสุกรเพศผู้มีมากกว่าสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมีย อย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าเนื้อสุกรเพศผู้มีความเหนียวมากกว่า ทั้งนี้เนื่องจาก collagen จัดเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีลักษณะเป็นเส้นยาวและเกยซ้อนทับกัน เป็นผลทำให้เกิด intermolecular cross linkage ซึ่งทำให้เนื้อเหนียว (สัญชัย, 2534)

Weatherup *et al.* (1998); Nold *et al.* (1999) และ Campbell *et al.* (1989) พบว่าส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อสุกรเพศผู้จะมีปริมาณวัตถุแห้งต่ำกว่าสุกรเพศเมียและเพศผู้ตอนนั้นแสดงว่าสุกรเพศผู้มีความชื้นในเนื้อสูงกว่าสุกรเพศเมียและเพศผู้ตอน (Table 6)

Friesen *et al.* (1994) พบว่าสุกรเพศเมียมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นมากกว่าสุกรเพศผู้ตอนอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณไขมันพบว่าสุกรเพศผู้มีค่าต่ำสุด ส่วนไขมันของสุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มสุกรเพศผู้ตอนมีมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากสุกรเพศผู้ตอนมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเป็นกล้ามเนื้อต่ำ การสะสมพลังงานเป็นไขมันจึงมีมากกว่าโปรตีน สำหรับโปรตีนรวมในกล้ามเนื้อสุกรเพศผู้และเพศสุกรเพศผู้ตอนไม่แตกต่างกัน แต่จะต่ำกว่าสุกรเพศเมีย (Wood *et al.*, 1986 และ Friesen *et al.*, 1994) ทั้งนี้เพศมีผลต่อปริมาณวัตถุแห้งและโปรตีนรวม ซึ่งสามารถบอกถึงปริมาณเนื้อแดงและไขมัน เนื่องจากเนื้อแดงจะมีปริมาณความชื้นมากกว่าไขมัน

Table 6 Nutritive values of loin chop of boars, barrows and gilts (Weatherup *et al.*, 1998)

Chemical composition	Boar	Barrow	Gilt	SE.
Dry matter (g/kg)	249[b]	256[a]	255[a]	1.1
Fat (g/kg)	6.4[b]	10.6[a]	9.0[a]	0.73
Crude protein (g/kg)	235[b]	238[b]	243[a]	1.2

[a, b] Means within row showing different superscripts are highly significantly different ($p < 0.001$)

การตรวจชิม (sensory evaluation) เป็นความรู้สึกของผู้ทดสอบแต่ละคน พิจารณาจากลักษณะการบริโภค ได้แก่ ความนุ่ม (tenderness) ความชุ่มฉ่ำ (juiciness) และกลิ่นรส (flavour) (ชัยณรงค์, 2529) Nold *et al.* (1997) พบว่าสุกรเพศผู้และสุกรเพศเมียมีคะแนนความนุ่ม และความชุ่มฉ่ำน้อยกว่าสุกรเพศผู้ตอน และสุกรเพศผู้ยังมีแนวโน้มคะแนนความนุ่มต่ำกว่าสุกรเพศเมีย ส่วนความแน่นเนื้อและปริมาณไขมันแทรกของสุกรเพศผู้และเพศเมียไม่ต่างกันแต่จะมีค่าต่ำกว่าสุกรเพศผู้ตอนอย่างมีนัยสำคัญ (Table 7) Cisneros *et al.* (1996) พบว่าเนื้อสุกรเพศผู้ตอนมีแนวโน้มของความนุ่มและความชุ่มฉ่ำมากกว่าสุกรเพศเมีย นอกจากนี้เนื้อสุกรเพศเมียยังมีกลิ่นไม่พึงประสงค์ และมีความเหนียวมากกว่าสุกรเพศผู้ตอน แต่ Klindt *et al.* (1995) พบว่าสุกรเพศเมียมี

ความนุ่ม กลิ่น และรสชาติดีกว่าสุกรเพศผู้ ส่วนความชุ่มฉ่ำในสุกรเพศผู้จะมากกว่าสุกรเพศเมีย Billis *et al.* (1996) รายงานว่าความแตกต่างในการวัดความรู้สึกน่ารับประทานของสุกรเพศผู้ตอนมีแนวโน้มของความนุ่มเนื้อ กลิ่น และรสชาติ และการยอมรับโดยรวมต่ำกว่าสุกรเพศเมีย อย่างไรก็ตามสุกรเพศผู้ตอนมีแนวโน้มของความชุ่มฉ่ำเนื้อมากกว่าเพศเมีย แต่ Wood *et al.* (1986) พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างสุกรเพศผู้และสุกรเพศเมียสำหรับการตรวจชิม อย่างไรก็ตามสุกรเพศเมียมีแนวโน้มของการยอมรับโดยรวมดีกว่าสุกรเพศผู้

Table 7 Panel test of loin chop from boars, barrows and gilts (Nold *et al.*, 1997)

Item	Boar	Barrow	Gilt	SE.
Color	1.94	2.06	2.00	0.04
Firmness	2.89^{b}	3.39^{a}	3.00^{b}	0.06
Marbling	1.72^{b}	2.56^{a}	1.78^{b}	0.17
Tenderness	4.07^{a}	3.01^{b}	3.74^{a}	0.13
Juiciness	4.25^{a}	3.73^{b}	4.07^{a}	0.12

$^{a, b}$ Means within a row and main effect with superscript that lack a common letter differ ($p<0.05$)

อิทธิพลของเพศต่อคุณภาพไขมัน (fat quality) ของสุกร

ไขมันจัดได้ว่าเป็นสารประกอบของเนื้อสัตว์ที่จะขาดไม่ได้เพราะไขมันจะทำให้เนื้อขณะปรุงไม่แห้ง และยังทำให้เกิดกลิ่นที่ชวนให้น่ารับประทานเป็นอย่างยิ่ง แต่ถึงกระนั้นไขมันก็ไม่ได้เป็นที่ต้องการในปริมาณที่มากนัก ซึ่งคุณภาพไขมันจะแตกต่างกันในแต่ละเพศซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของฮอร์โมนเพศเป็นส่วนใหญ่

คุณภาพไขมัน (fat quality) หมายถึงเนื้อเยื่อไขมันในซากสัตว์ที่มองเห็นได้ มีโครงสร้างและคุณภาพความแข็ง (firmness) ที่ดี เป็นที่ยอมรับจากร้านขายเนื้อและตำราอาหาร ซึ่งไขมันคุณภาพต่ำจะมีลักษณะอ่อน มันเยิ้ม เปียก สีออกเทา และเหลว นอกจากนี้ยังรวมถึงกลิ่นที่ได้รับขณะรับประทาน โดยเฉพาะการปรากฏของกลิ่นแปลกๆ ด้วย

คุณสมบัติทางกายภาพของกรดไขมันที่มีผลต่อคุณภาพมากที่สุดคือ จุดหลอมเหลว (melting point) ซึ่งสามารถใช้บ่งชี้ความแข็งของเนื้อเยื่อไขมันที่อุณหภูมิเฉพาะ จุดหลอมเหลวเพิ่มตามความยาวของโซ่คาร์บอน (carbon chain) ที่เพิ่มขึ้น และจะลดลงเมื่อมีพันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว (สัญชัย, 2543) เช่น กรดปาล์มมิติก (palmitic, 16:0) มีจุดหลอมเหลว 63.1 ^{o}C กรดสเตียริค

(steric, 18:0) มีจุดหลอมเหลว 69.6 ^{0}C กรดโอลิอิก (oleic, 18:1) มีจุดหลอมเหลว 13.4 ^{0}C และกรดลิโนเลอิก (linoleic, 18:2) มีจุดหลอมเหลว -9 ^{0}C (บุญล้อม, 2540) Wood and Enser (1982) พบว่าในสุกรส่วนใหญ่จะมีกรดไขมันโอเลอิกมากกว่ากรดไขมันชนิดอื่นๆ ในไขมันชั้นนอก (outer layer) ของสุกรเพศผู้ตอนมีปริมาณกรดปาล์มมิโตเลอิก (palmitoleic, 16:1) มากกว่าสุกรเพศผู้ แต่มีปริมาณกรดสเตียริกและกรดโอเลอิกน้อยกว่าสุกรเพศผู้ ส่วนไขมันชั้นใน (inner layer) สุกรเพศผู้ตอนมีปริมาณกรดโอเลอิกมากกว่าสุกรเพศผู้ ซึ่งพอสรุปได้ว่าสุกรเพศผู้ตอนมีไขมันเหลวมากกว่าสุกรเพศผู้ แต่ Ellis *et al.* (1996) กลับพบว่าสุกรเพศผู้ตอนมีความแข็งของไขมันมากกว่าสุกรเพศเมีย Sather *et al.* (1995) ทำการศึกษาถึงผลของเพศต่อความแข็งของไขมันโดยใช้เครื่อง Bristol Fat Hardness Meter (FHM) พบว่าสุกรเพศผู้ตอนมีไขมันแข็งกว่าสุกรเพศเมียขณะที่สุกรเพศผู้มีไขมันอ่อนกว่าสุกรเพศเมีย และยังพบว่าสุกรเพศผู้ตอนจะมีความหนาไขมันสันหลังมากที่สุด รองมาคือสุกรเพศเมีย และสุกรเพศผู้มีความหนาไขมันสันหลังต่ำที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Whittemore (1993) ที่พบว่าความแข็งของไขมันเพิ่มขึ้นตามความหนาของไขมันที่เพิ่มขึ้น

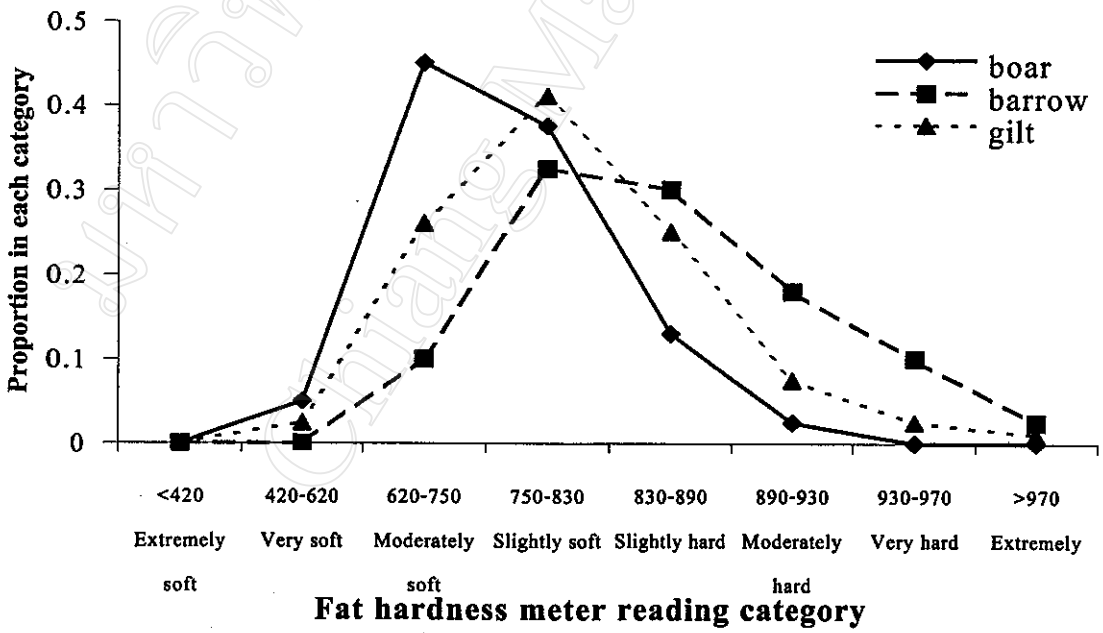

Fig. 9 Distribution of fat hardness scores within subjective scoring categories and sexes (Sather *et al.*, 1995)

กลิ่นเนื้อที่ไม่พึงประสงค์ของสุกร (boar taint)

การผลิตสุกรเพศผู้แสดงผลเด่นชัดทางเศรษฐกิจที่เหนือกว่าสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมีย อย่างไรก็ตามการขุนสุกรเพศผู้นั้นจะมีข้อจำกัดในเรื่องกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ (boar taint) ที่เกิดจากสาร androstenone (5α-androst-16-en-3-one; Patterson, 1968) ซึ่งเป็นสาร steroid ที่ผลิตจากอัณฑะ (Beery *et al.*, 1971; Brook and Pearson, 1989) โดยมี pathway เดียวกับการสังเคราะห์ androgen (Brook and Pearson, 1986) และสาร skatole (3-methylindole) ที่เกิดจากการสลายตัวของ tryptophan ที่ลำไส้ โดยจุลินทรีย์

Androstenone

กลิ่นเหม็นสาบของสุกรเพศผู้มีลักษณะคล้ายกลิ่นปัสสาวะ Brook and Pearson (1986) รายงานว่าสารที่ทำให้เกิดกลิ่นเพศในส่วนไขมันของสุกรเพศผู้คือ 5α-androst-16-en-3-one (Fig. 10) ซึ่งเป็นสาร steroid ที่มีคาร์บอน 19 ตัว (C19-Δ^{16}- steroid) และจะพบในสุกรเพศผู้ที่โตแล้ว แต่ไม่พบในสุกรเพศเมียและสุกรเพศผู้ตอน เช่นเดียวกับ Beery *et al.* (1971) และ Patterson (1968)

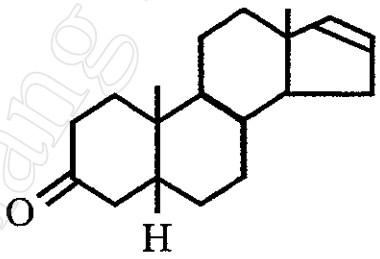

Fig. 10 Structure of androstenone (Patterson *et al.*, 1968)

Brook and Pearson (1986) พบว่าสาร C19-Δ^{16}- steroid ได้แก่ 5, 16-androstradien-3β-ol, 4,16- androstradien-3-one, 5α-androst-16-en-3-one, 5α-androst-16-en-3α-ol และ 5α-androst-16-en-3β-ol ซึ่งสารเหล่านี้ถูกสังเคราะห์ขึ้นในอัณฑะของสุกรเพศผู้ โดยมี pregnenolone เป็นสารตั้งต้น ซึ่งสาร C19-Δ^{16}- steroid ส่วนหนึ่งหลั่งเข้าสู่กระแสเลือด และไปสะสมที่เนื้อเยื่อไขมัน (adipose tissue) โดยอยู่ในรูป 5α-androst-16-en-3-one เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งสารดังกล่าวจะลดลงหลังจากสุกรเพศผู้ถูกตอน เมื่อสุกรเพศผู้ถูกกระตุ้นทางเพศ (sexual stimulation) สาร C19-Δ^{16}- steroid

จะถูกหลั่งเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือด เพื่อส่งผ่านไปยังต่อมน้ำลาย สารนี้จะไปมีผลต่อพฤติกรรมทางเพศของสุกรเพศผู้และสุกรเพศเมียทำให้มีการผสมพันธุ์เกิดขึ้น

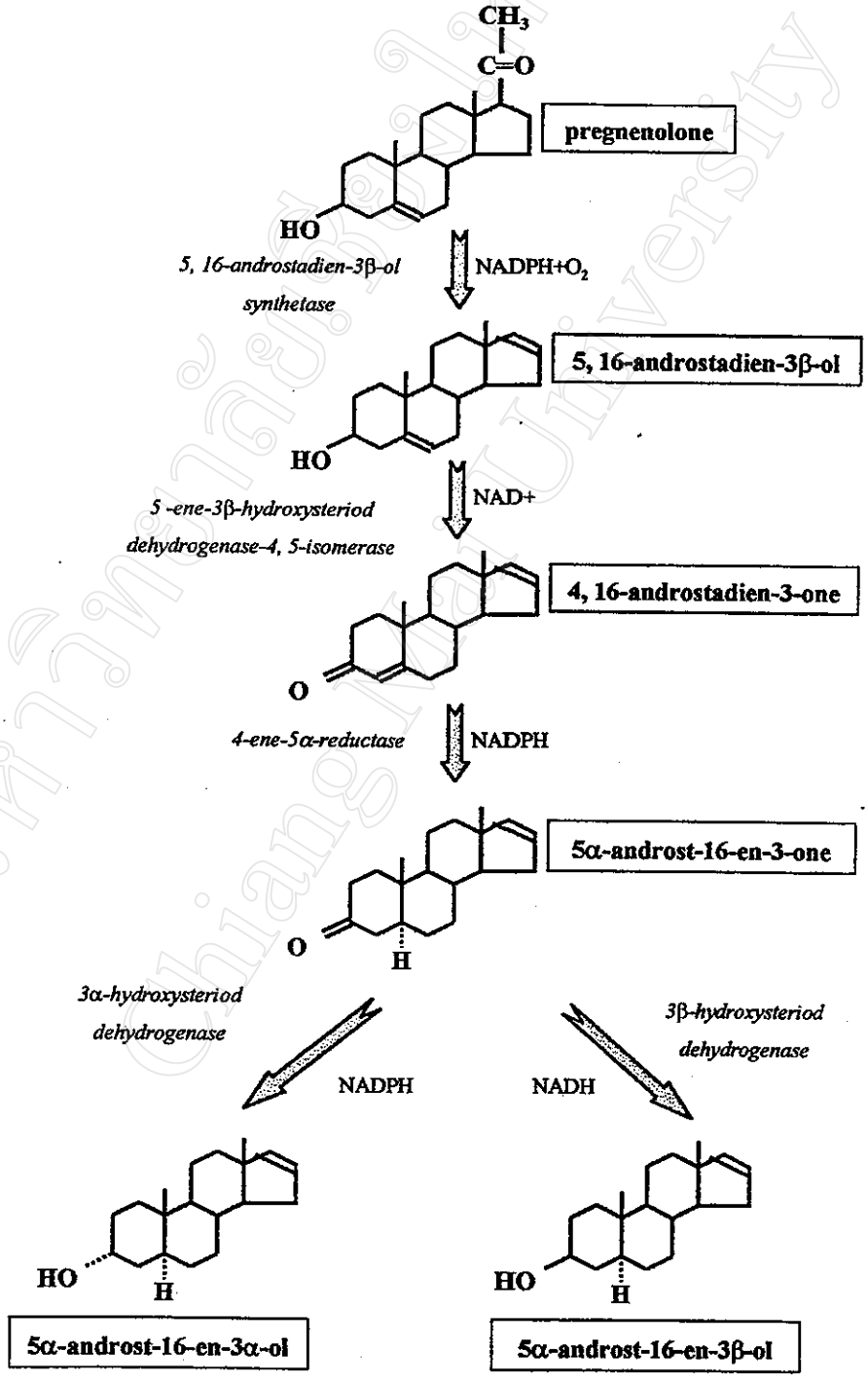

Fig. 11 Pathways of C19-Δ^{16}- steroids biosynthesis in boars (Brook and Pearson , 1986)

Skatole

Jensen and Jensen (1997) รายงานว่าสาร skatole เป็นสารประกอบที่ระเหยง่ายและมีกลิ่นคล้ายอุจจาระ ถูกผลิตในลำไส้ใหญ่ โดยจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลาย tryptophan ซึ่งได้มาจากโปรตีนในอาหาร สารคัดหลั่งภายในร่างกาย (endogenous secretion) และการหลุดลอกของผนังเซลล์ภายในลำไส้ใหญ่ ซึ่งในการหลุดลอกของเซลล์นี้มีผลเนื่องมาจากการทำงานของฮอร์โมนกลูโคคอติคอยด์ (Claus *et al.*, 1994)

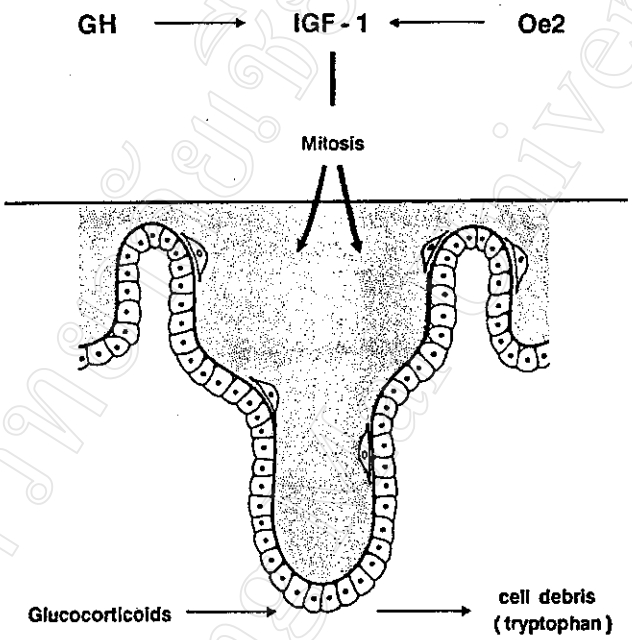

Fig. 12 Hypothesis of anabolic and catabolic mechanisms which provide tryptophan for bacterial degradration. GH and oestradiol stimulate mitosis leading to gut mucosal cell proliferation. Glucocorticoids counteract and provide more cell debris and thus tryptophan (Claus *et al.*, 1994)

ทริพโตเฟนสามารถสลายตัวได้สารประกอบ indole โดยจุลินทรีย์หลายชนิด และมีแบคทีเรียอยู่ 6 สายพันธุ์ คือ *Lactobacillus sp.* Strain 11201 (Yokoyama *et al.*, 1977) *Clostridium scatologenes* และ *Clostridium nauseum* (Sprey, 1948) *Rhizobium sp.* (Alekseeva and Shromko, 1977) *Pseudomonas sp.* (Procter, 1958) และ *Lactobacillus helveticus* (Kowalewaska *et al.*, 1985) ที่สามารถสลายทริพโตเฟนได้เป็นสารประกอบ indole acetic acid ซึ่งสารนี้สามารถสลายตัวเป็นสาร skatole ได้ (Melvin *et al.*, 1979) สาร skatole บางส่วนถูกดูดซึมจากลำไส้ และขนส่งเข้าไปในกระแสเลือดเพื่อส่งไปยังตับ เพราะตับเป็นอวัยวะที่สำคัญในการสลาย skatole และถูกขับออกทางปัสสาวะ ส่วน skatole ที่ไม่สลายจะไปสะสมในไขมันและกล้ามเนื้อ

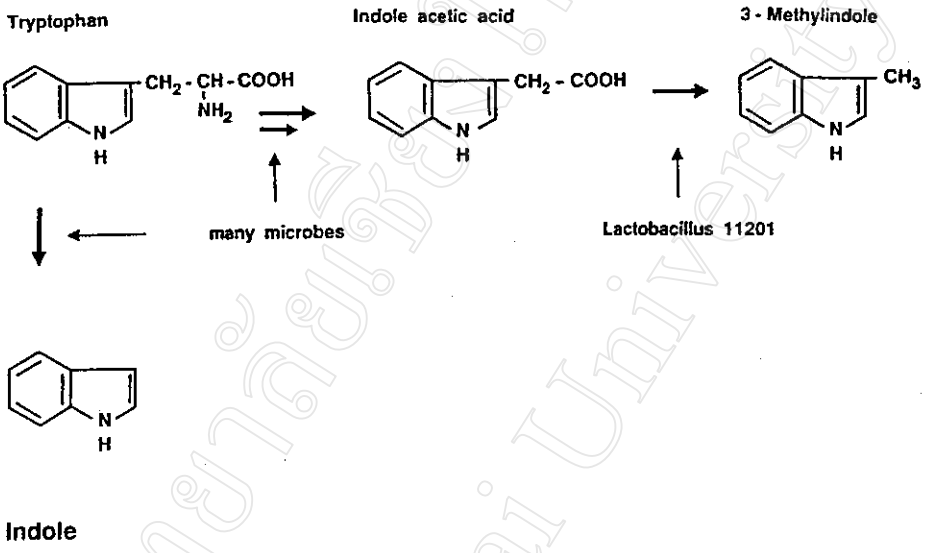

Fig. 13 Microbial degradation of tryptophan in the intestinal tract (Claus *et al.*, 1994)

Nold *et al.* (1997) รายงานว่าที่สุกรน้ำหนัก 100 กก ปริมาณของ 16-androstene ไม่มีความแตกต่างกันในสุกรแต่ละเพศ แต่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของ 16-androstene กับรสชาติที่ไม่พึงประสงค์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) สำหรับสุกรน้ำหนัก 110 กก ปริมาณของ 16-androstene ไม่มีความแตกต่างกันในสุกรแต่ละเพศ แต่พบว่าสุกรเพศผู้มีแนวโน้มมีปริมาณสาร 16-androstene มากกว่าสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมีย แต่พบความสัมพันธ์ในทางลบระหว่างปริมาณของ 16-androstene กับรสชาติที่ไม่พึงประสงค์อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) สำหรับปริมาณสาร skatole ในสุกรที่น้ำหนัก 100 และ 110 กก ไม่พบความแตกต่างระหว่างเพศ แต่ที่สุกรน้ำหนัก 110 กก สุกรเพศผู้มีแนวโน้มของสาร skatole ที่มากกว่าสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมีย อีกทั้งยังมีความสัมพันธ์ในทางบวกระหว่างปริมาณสาร skatole กับรสชาติที่ไม่พึงประสงค์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งยวด ($P<0.001$) ดังนั้นถ้าน้ำหนักสุกรที่เข้ามาฆ่าเพิ่มมากขึ้น ปัญหาในเรื่องกลิ่นสุกรมาจากปริมาณของสาร skatole มากกว่า androstenone

ในเดือนกรกฎาคม 2534 ทางสหภาพยุโรป (European Union) ได้ออกกฎมาเพื่อคุ้มครองสัตว์ไม่ให้ถูกทารุณ (Smed *et al.*, 1993) จึงมีหลายประเทศหันมาเลี้ยงสุกรเพศผู้เป็นจำนวนมากขึ้น และได้มีมาตรฐาน การยอมรับเนื้อสุกรเพศผู้ที่ผ่านการเลี้ยงมาว่าจะต้องมีน้ำหนักซากไม่เกิน 80 กก และมี androstenone ไม่เกิน 0.5 ppm ส่วน skatole จะมีได้ไม่เกิน 0.25 ppm แต่ในซากของสุกรเพศผู้จะมีความแปรปรวนของความเข้มข้น androstenone และ skatole สูง ได้มีการศึกษาในประเทศเยอรมันเมื่อเร็วๆ นี้พบว่าในซากสุกรเพศผู้ที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 80 กก และมากกว่า 80 กก มีความเข้มข้นของ androstene ที่มากกว่า 0.5 ppm อยู่ในช่วง 39.1 และ 55% ตามลำดับ ขณะที่ความเข้มข้นของ skatole ที่มากกว่า 0.25 ppm อยู่ในช่วง 2.2 และ 12.3% ตามลำดับ (Weiler *et al.*, 1997)

Table 8 Skatole in faeces (dry matter) of pigs of different genetic background, sex and age (Claus *et al.*, 1994)

Genotype	Sex	μg Skatole/g DM
Domestic pigs	Castrated	27.0
	Female	44.6
	Male	45.0
Wild boar	Female	4.4
	Male	15.8