

แอนโดรสทีโนนและสกาโทล ในเนื้อสุกรเพศผู้

Androstenone and Skatole in Boar Meat

สัญญา จตุรัสิตา¹⁾

Sanchai Jaturasitha

Abstract : The advantages of entire meat production for growth performance and carcass quality trait are higher in male than in female pig. The disadvantages of this production for malodours compounds are concerned by consumers. Androstenone is testicular anabolic hormone, urine-like odour. The other compound is skatole (faecal odour), that is produced by microorganism in gastrointestinal gut. Both compounds are accumulated in adipose tissue. When fat tissue is heated, the odour will be detected easily.

However, it can be considered that the amount of androstenone and skatole can be accepted by consumer if they are situated somewhere 0.5 and 0.25 ppm, respectively. The contents of androstenone and skatole in fat are highly dependent on many factors such as genetic, age, season, diet, feeding system, housing and management

บทคัดย่อ : การผลิตเนื้อสุกรเพศผู้ เมื่อเปรียบเทียบกับเพศอื่น ๆ พบว่าให้ข้อดีในด้านต่าง ๆ ทั้งทางด้านสมรรถนะการผลิต ตลอดจนคุณภาพของซาก แต่ผลเสียจากระบบการผลิตนี้คือ กลิ่นผิดปกติที่พบได้ทั่วไป ที่เกิดจากสาร 2 ชนิด คือ ฮอร์โมนเพศ แอนโดรสทีโนน ที่ให้กลิ่นคล้ายปัสสาวะ และกลิ่นคล้ายอุจจาระที่เกิดจากสกาโทล ที่ผลิตโดยจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารส่วนท้าย สารทั้ง 2 ตัว สามารถสะสมได้ดีในเนื้อเยื่อไขมันของสุกร กลิ่นจะรุนแรงขึ้นเมื่อไขมันได้รับความร้อน

มาตรฐานที่ผู้บริโภคยอมรับเนื้อสัตว์ที่มีปริมาณ แอนโดรสทีโนน และ สกาโทล ไม่เกิน 0.5 และ 0.25 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ ในไขมันสันหลัง สารทั้ง 2 มีปัจจัยที่สามารถสร้างได้แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับพันธุกรรม อายุ ฤดูกาล อาหาร วิธีการเลี้ยง และการจัดการ

Key words : เนื้อสุกร, การผลิตเนื้อ, ฮอร์โมนเพศ, Meat production, Boar meat, Pig, Androstenone, Skatole

¹⁾ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

คำนำ

การขุนสุกรเพศผู้ แสดงผลเด่นชัดทางเศรษฐกิจเหนือกว่าสุกรเพศผู้ตอนและเพศเมีย ไม่ว่าจะเป็นอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ หรือแม้แต่ในด้านคุณภาพซาก ซึ่งพบว่าซากมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงสูง ปริมาณไขมันต่ำ นอกจากนี้ยังได้รับการพิจารณาในแง่ของการปฏิบัติต่อสัตว์อย่างมีคุณธรรม เพราะการตอนสุกรเพศผู้เป็นการสร้างความเจ็บปวดให้กับสุกร ถึงแม้ว่าในท้ายที่สุดจะต้องถูกฆ่าเพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีนสำหรับมนุษย์ก็ตาม ปัจจุบันนี้ชาวยุโรปได้คำนึงถึงสิทธิของสัตว์ที่พึงมีมากขึ้น (Animal welfare)

การผลิตสุกรเพศผู้ไม่ตอนในยุโรปมีมากในอังกฤษ สเปน และกรีซ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเดนมาร์ก ซึ่งผลิตสูงถึง 35% ของสุกรเพศผู้ทั้งหมดที่ส่งโรงฆ่าสัตว์ (Smed *et al.*, 1993) การตอนสุกรเพศผู้ยังเป็นที่นิยมในที่อื่น ๆ เป็นเพราะความต้องการซากสุกรน้ำหนักสูงนั่นเอง ในเดือนกรกฎาคม 2534 สหภาพยุโรป (European Union, EU) ได้ออกกฎหมายเพื่อการยอมรับเนื้อสุกรเพศผู้ที่ชำแหละจำหน่ายตามตลาดต่าง ๆ ได้ แต่ต้องผ่านการพิสูจน์แล้วว่า เนื้อสุกรนั้นปราศจากกลิ่นไม่พึงประสงค์ อันเนื่องมาจากเพศ

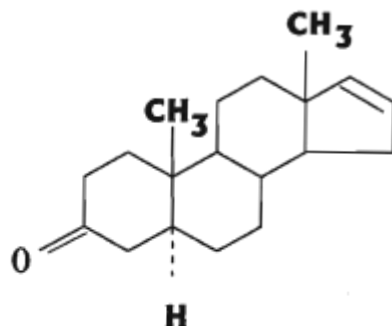
อย่างไรก็ตามการขุนสุกรเพศผู้ มีข้อจำกัด คือ กลิ่นอันไม่พึงประสงค์ของผู้บริโภคน (Boar or boar taint odour) ทำให้ธุรกิจการขุนสุกรเพศผู้ ไม่แพร่หลายเท่าที่ควรเพราะ กลิ่นเพศผู้ นั้นสะสมทั่ว ๆ ไปในไขมันของสุกรซึ่งผู้บริโภค

สามารถรับรู้ได้ชัดเจน เมื่อไขมันหรือเนื้อได้รับความร้อนขณะปรุงอาหาร กลิ่นเพศผู้ของสุกรนั้นประกอบไปด้วย แอนโดรสทีโนน [Androstenone (5α - androst-16 ene-3 one)] และสกาโทล [Skatol (3-methyl-idole)]

บทความนี้ต้องการสะท้อนความเป็นไปได้จากการขุนสุกรเพศผู้ที่ได้มีผู้ทำการวิจัยไว้มากมาย เพื่อขจัดกลิ่นอันไม่พึงประสงค์นี้ รวมทั้งหลีกเลี่ยงการใช้สาร β -agonist ที่เกษตรกรบ้านเราใช้ผสมลงไปในการอาหารเพื่อหวังผลเพียงต้องการให้ได้ซากสุกรมีปริมาณเนื้อแดงสูงไขมันต่ำ โดยไม่ได้คำนึงถึงตัวสัตว์เองซึ่งได้รับการทรมานทางร่างกายสูงอันเนื่องมาจากความเครียด และยังมีสารตกค้างในซากที่จะเป็นผลเสียโดยตรงแก่ผู้บริโภค

แอนโดรสทีโนน

เนื้อสุกรเพศผู้มีกลิ่นคล้ายปัสสาวะ ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภคเลย กลิ่นนี้เป็นอุปสรรคอย่างใหญ่หลวงในการผลิตสุกรขุนเพศผู้ Patterson (1968) ได้ศึกษากลิ่นคล้ายปัสสาวะนี้ที่พบได้ตามเนื้อเยื่อไขมันสุกรเพศผู้ แต่ไม่พบในสุกรเพศผู้ตอน และในที่สุดพบว่า กลิ่นคล้ายปัสสาวะนี้ คือ 5α -androst-16en-3one (Androstenone) เป็นสาร Steroid จากอวัยวะ ซึ่ง Steroid จากอวัยวะนั้น Prelog and Ruzicka (1944) ได้ศึกษาคุณสมบัติของกลิ่นแต่ไม่ได้ศึกษาความสัมพันธ์กับการเกิดกลิ่นคล้ายปัสสาวะในเนื้อแอนโดรสทีโนนมีสูตรโครงสร้าง ดังนี้



การสร้างแอนโดรสทีโนน

อวัยวะซึ่งถูกควบคุมด้วยระบบฮอร์โมนและระบบประสาท (Neuro endocrine) เมื่อได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ จะมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของการหลั่งของไคนาโดโทรปิน-รีลีสซิงฮอร์โมน (Gonadotropin-releasing hormone, Gn-RH) (ภาพที่ 1) กระตุ้นให้ต่อมใต้สมองส่วนหน้า (Anterior pituitary gland) ให้หลั่งลูทีนไนซิงฮอร์โมน (Luteinizing hormone, LH) ไปกระตุ้น Leydig cells ในอวัยวะ (Testes) ให้มีการสังเคราะห์และหลั่งฮอร์โมนแอนโดรสทีโนน

และเทสโทสเตอโรน (Testosterone) (Bonneau, 1993; Malmfors *et al.*, 1978) แอนโดรสทีโนนมีสมบัติ Lipophilic สูง และสะสมได้ดี ในต่อมน้ำลายและเนื้อเยื่อไขมัน ในปริมาณที่เข้มข้นกว่าฮอร์โมนเพศผู้ (Bonneau, 1993) โดยพบว่าครึ่งชีวิต (Half life) สั้นยังผลให้ความเข้มข้นของแอนโดรสทีโนนลดลงอย่างรวดเร็วภายหลังการตอน ซึ่งทั่ว ๆ ไปพบว่า การขจัดแอนโดรสทีโนนให้หมดไปจากเนื้อเยื่อใช้เวลา 3-6 อาทิตย์หลังจากการตอน โดยการตัดเอาอวัยวะออก ซึ่งเป็นที่ทราบกันแล้วว่า ในสัตว์บางชนิด Oestrogen ถูกขับมาจากรังไข่และอวัยวะ เป็นตัวสร้าง Androgen แต่ในสุกรเพศผู้ Leydig cell หลั่ง Androgen และ Oestrogen ได้ปริมาณที่สูง (Claus and Hoffmann, 1980) Androgen แสดงผล ส่วนใหญ่ในปฏิกิริยาร่วมกับตัวรับ Glucocorticoid (Sharpe *et al.*, 1986) ดังนั้นจึงเกิดการ แตกตัว (Degradation) ของโปรตีนกล้ามเนื้อลดลง ซึ่งยังผลให้มีการสะสมโปรตีนมากขึ้น ในทางตรงกันข้าม Oestrogen นั้นเพิ่มการสังเคราะห์โปรตีน โดยการกระตุ้นผลของการหลั่ง GH และ IGF-1 (GH-dependent insulin-like growth factor 1)

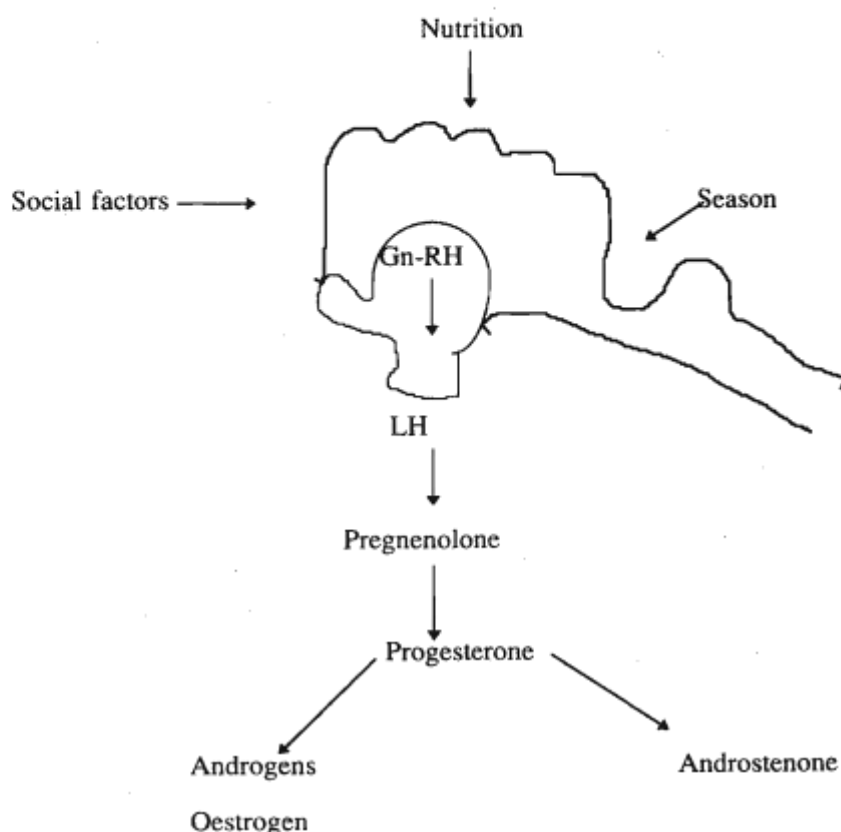


Figure 1 Formation of sex hormones and androstenone (Claus *et al.*, 1994).

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณแอนโดรสทีโนน

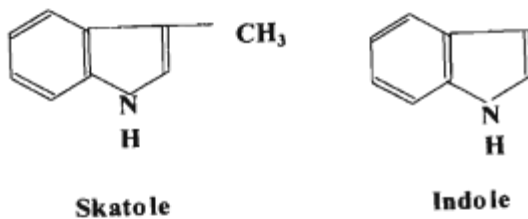
ความเข้มข้นของแอนโดรสทีโนนในซากของสุกรเพศผู้ นั้น มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายอย่างประกอบไปด้วย (1) น้ำหนักสุกรที่ส่งโรงฆ่า (Slaughter weight) ซึ่งพบทั่วไปว่าน้ำหนักนั้น มีผลโดยตรงกับอายุ ซึ่งสัตว์ที่มีน้ำหนักมาก อายุย่อมสูงขึ้น ดังนั้นปริมาณของแอนโดรสทีโนนย่อมสูงขึ้นไปด้วย โดยทั่วไปสัตว์ที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์จะมีปริมาณ Steroid ในน้ำเลือด (Blood plasma) สูง (Bonneau, 1993; Mortensen *et al.*, 1986) (2) พันธุกรรม สัตว์มีการพัฒนาเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ต่างกัน (Herzog *et al.*, 1993) ยังผลให้ปริมาณ

ความเข้มข้นของแอนโดรสทีโนนต่างกันไปด้วย (3) โภชนศาสตร์ (Nutrition) Kempster and Lowe (1993) พบว่า ระดับของโภชนะมีผลต่อการกระตุ้นให้อวัยวะสามารถทำงานได้ก่อนเวลา และ (4) ฤดูกาลแอนโดรสทีโนน เพิ่มขึ้นภายใต้ความยาวแสงของวันที่สั้น ดังนั้นพบว่าจะมีปริมาณสูงในฤดูหนาว (Bonneau *et al.*, 1992)

สกาโทล (Skatole)

นอกจากกลิ่นผิดปกติซึ่งมีลักษณะคล้ายปัสสาวะแล้ว ในสุกรเพศผู้ไม่ตอนนั้นยังมีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์อีก กลิ่นนี้คล้ายกับกลิ่นอุจจาระ

Vold (1970) พบว่ากลิ่นนี้ก็คือ Skatole (3-methyl-indole) ซึ่งพบได้ในเนื้อเยื่อไขมันของสุกรเพศผู้ ซึ่งกลิ่นนี้ประกอบไปด้วย Skatole และ Indole แต่ Skatole นั้นใช้เป็นคำที่ใช้ในการอ้างถึงมากกว่า Skatole และ Indole มีสูตรโครงสร้างทั่ว ๆ ดังนี้



การสร้างสกาโทล

สกาโทลสร้างโดย Bacteria 6 สายพันธุ์คือ *Lactobacillus* sp. strain 11201 (Yokoyama et al., 1977) *Clostridium Scatologenes* and *Clostridium nauseum* (Spray, 1948) *Rhizobium Species* (Alekseeva and Shramko, 1977) *Pseudomonas species* (Procter, 1958) และ *Lactobacillus helveticus* (Kowalewaska et al., 1985) ที่อยู่บริเวณลำไส้ใหญ่ส่วน Colon ของสุกร โดยมีกรดอะมิโนที่มีชื่อว่า Tryptophan เป็นสารตั้งต้น (ภาพที่ 2) ในสภาวะที่มีพลังงานอย่างจำกัดใน Colon โดย

ฮอร์โมนจากต่อม Gonad รวมทั้ง Growth hormone (GH) และ Insulin-like-growth factor-1 (IGF-1) จะเป็นตัวสร้างกลิ่น ส่วน Oestrogen ที่สังเคราะห์ได้ในปริมาณมากบริเวณ อัณฑะมีผลให้สัตว์ลดการกินอาหาร ดังนั้นทำให้ อัตราของอาหารที่ไหลผ่านลำไส้ลดลงตามลำดับ และในขณะที่เดียวกัน Oestrogen มีผลโดยตรงต่อ ความเข้มข้นในลำไส้ เฉพาะตัวรับทางเดินอาหาร (Gut receptors) และการที่ Glucocorticoid มีความสำคัญที่ได้ Mitogenic hormones เช่น IGF-1 มีผลทำให้ลด เซลบุผนังทางเดินอาหาร (Mucosa cell) ซึ่งเซลล์ที่หลุดจากผนังทางเดินอาหารอาจเป็นแหล่งของ Tryptophan สำหรับการสร้าง สกาโทล

ใน Colon นั้นการสร้าง Indole จะพบบริเวณ Caecum และจะพบปริมาณสกาโทลมากบริเวณ Rectum (Bernal-Barragan, 1992) Skatole และ Indole สามารถดูดซึมจากทางเดินอาหารบริเวณ ลำไส้เล็ก โดยสามารถวัดได้จากพลาสมา (Blood plasma) ซึ่งสามารถนำเลือดจาก Jugular vein มาวิเคราะห์ได้ แต่การสะสมนั้นพบได้ตามเนื้อเยื่อไขมันเป็นส่วนใหญ่ และมีบ้างที่พบในเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ ดังนั้นกล่าวได้ว่าปริมาณความเข้มข้นของ Skatole และ Indole ในเนื้อเยื่อไขมันสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นในพลาสมา ($r=0.91$; $n=86$; $p<0.001$) (Herzog et al., 1993)

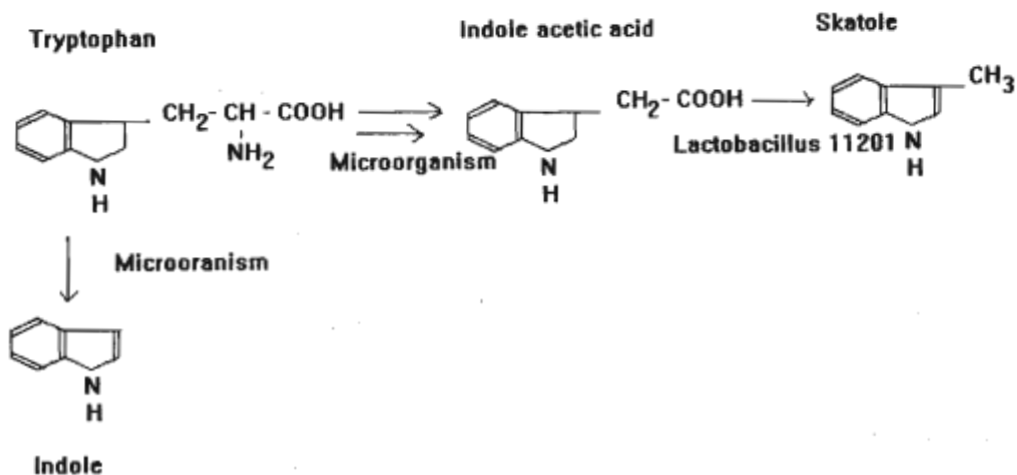


Figure 2 Formation of skatole and indole (Claus *et al.*, 1994).

ปัจจัยที่มีผลต่อสกาโทล

ดังเป็นที่ทราบแล้วว่าสกาโทล จะถูกสร้างขึ้นมาจากอินทรีย์ที่ใช้ Tryptophan เป็นสารตั้งต้น ในสภาวะที่มีพลังงานจำกัดในลำไส้ส่วนท้ายความเข้มข้นและปริมาณของสกาโทล ก็มีปัจจัยต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนี้ (1) พันธุ์สัตว์ (Genetic background) Claus *et al.* (1994) ได้ศึกษาปริมาณของสกาโทลในสุกรบ้านและสุกรป่า ซึ่งพบว่าสุกรบ้านจะมีปริมาณสกาโทล สูงกว่าสุกรป่าถึง 3 เท่า ในสุกรเพศผู้ และ Bonneau *et al.* (1992) รายงานว่าสุกรพันธุ์ Pietrain มีปริมาณสกาโทล

ต่ำกว่า ลูกผสม Large white x Pietrain , (2) เพศ (Sex) สกาโทลไม่ได้สร้างขึ้นจากฮอร์โมนเพศผู้ อย่างเดียว ฉะนั้นสกาโทลจึงพบได้ทั่วไปในสัตว์ทุกเพศ แม้แต่สุกรเพศผู้ตอน ซึ่งสุกรเพศผู้จะมีปริมาณสกาโทลสูงกว่าสุกรเพศเมีย (Claus *et al.*, 1994) , (3) อายุ (age) สุกรที่อยู่ในระยะก่อนถึงวัยเจริญพันธุ์ จะมีสกาโทลสูง (Rydhmer *et al.*, 1993) เนื่องจากมีปริมาณ GH และ IGF-1 สูงนั่นเอง , (4) ชนิดของอาหาร (Diet type) Nonboe (1991) ได้ทดลองเลี้ยงสุกรด้วยสำเบียร์พบว่าไขมันสันหลังของสุกรเพศผู้มีปริมาณสกาโทลสูงขึ้น แต่ไม่พบผลของอิทธิพลนี้ในการใช้สำเหล้าเลี้ยงสุกรเพศผู้

เลย, และ (5) โรงเรือนและการจัดการ (Housing and management condition) พบว่าการจัดการที่ดี ตลอดจนโรงเรือนที่ถูกสุขอนามัย สะอาด มีการถ่ายเทอากาศที่ดี มีผลโดยตรงต่อ Cortisol และ Cortisol นี้เองเป็น Receptor ของปฏิกิริยาร่วมระหว่างฮอร์โมน Progesterone และ Testosterone ซึ่ง Larsen *et al.* (1993) พบว่าสกาโทลจากมูลและปัสสาวะสุกรภายในโรงเรือนที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 30°C นั้น สามารถซึมผ่านผิวหนังสุกรรวมทั้งสกาโทล ในรูปของก๊าซ สามารถถูกดูดซึมเข้าสู่ปอดของสุกรได้

Table 1 Skatole in faeces (DM) of pigs and wild boars (Claus *et al.*, 1994).

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

การผลิตเนื้อสุกรเพศผู้

Judge *et al.* (1990) ได้ศึกษาการผลิตเนื้อสุกรเพศผู้ไม่คอน ซึ่งให้ผลดีทางด้านเศรษฐกิจหลาย ๆ อย่าง (ตารางที่ 2) แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในด้าน

กลิ่นอันไม่พึงประสงค์ นักวิจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุโรป ได้มีการศึกษาทดลองการผลิตเนื้อสุกรประเภทนี้มาก เพราะเนื่องมาจากการที่สหภาพยุโรป ได้ออกกฎหมายเพื่อคุ้มครองสัตว์เลี้ยงมิให้อุบัติการทำทารุณกรรม เมื่อการผลิตมากขึ้น จึงได้มีการมาตรฐานการยอมรับเนื้อสุกรเพศผู้ไม่คอนที่ผ่านการเลี้ยงมาว่า จะต้องมือน้ำหนักซากไม่เกิน 80 กก และมีแอนโดรสทีโนนไม่เกิน 0.5 ส่วนในล้านส่วน (Malmfors and Lundström, 1983) ส่วน Skatole จะมีได้ไม่เกิน 0.25 ส่วนในล้านส่วน (Mortensen and Sorensen, 1984; Mortensen *et al.*, 1986 และ Lundström *et al.*, 1988)

Lundström *et al.* (1988) ได้ศึกษาคุณภาพเนื้อของสุกรเพศผู้จากประชากร 143 ตัว พบว่ามีเพียง 4% ที่มีปริมาณสกาโทลสูงกว่า 0.25 ส่วนในล้านส่วน แต่ Bonneau *et al.* (1992) ได้ศึกษาจากสุกรเพศผู้ 580 ตัว พบว่ามีสกาโทลสูงกว่า 0.25 ส่วนในล้านส่วนถึง 10% และยังพบว่าระดับของแอนโดรสทีโนน และสกาโทลมีความสัมพันธ์กันสูงถึง $r = +0.73$ ในด้านการตรวจชิม (Sensory evaluation) เพื่อเป็นการศึกษาการยอมรับความพอใจของผู้บริโภคนั้น พบว่าสามารถรับรู้กลิ่นอันไม่พึงปรารถนาในกรณีที่ไขมันมีปริมาณแอนโดรสทีโนน และสกาโทลสูงกว่ามาตรฐาน (Walstra 1974, Lundström *et al.*, 1988 และ Bonneau *et al.*, 1992)

Table 2 Carcass and meat quality from boars and barrows (Judge *et al.*, 1990).

Item	Boars	Barrow	SE	Significance
No. of animals	510	510		
Warm carcass wt., kg	73.5	80.1	.4	**
Longissimus area, cm ²	36.0	35.0	.26	**
Fat depth, cm	1.80	2.57	.03	**
Estimate muscle, % ¹	56.1	51.3	.13	**
Muscle color score ²	2.51	2.45	.03	NS
Marbling score ³	1.73	1.97	.03	**
Odour intensity ⁴	1.74	1.56	<.01	**

Note ¹ % muscle = $4.92 + (.42 \times \text{carcass wt., kg}) + (.32 \times \text{longissimus area, cm}^2) - (3.36 \times \text{fat depth, cm}) / \text{carcass wt. kg}$

² 1 = pale 5 = dark, firm, dry

³ 1 = trace 5 = abundant

⁴ 1 = no odour 6 = strong odour

** p < 0.01

สรุป

ปัจจุบันธุรกิจการเลี้ยงสุกรในประเทศไทยมีการพัฒนาก้าวไกลเท่าเทียมระดับต่างประเทศเป็นผลมาจากการพัฒนาและยอมรับเทคโนโลยีที่ก้าวหน้า มาดัดแปลงใช้ในฟาร์ม แนวทางหนึ่งที่มีความเป็นไปได้อย่างสูง ก็คือการขุนสุกรเพศผู้ ซึ่งนอกจากจะมีความได้เปรียบทางเศรษฐกิจสูงแล้ว ทางหนึ่งก็คือเรื่องแรงงานที่ต้องมาใช้ในการตอนสุกรและเป็นการหลีกเลี่ยงการใช้เครื่องมือแพง ๆ ในฟาร์ม เนื่องจากสามารถเลี้ยงด้วยวิธีให้อาหารสุกรแบบ เต็มที่ (*Ad libitum*) นอกจากนี้สุกรเพศผู้สามารถใช้อาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยังผลให้ปลดปล่อยธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัสออกมา น้อยกว่าสุกรตัว ๆ ไป เป็นผลดีต่อการรักษาสภาพแวดล้อมเป็นอย่างมาก ดังเป็นที่ทราบถึงสาเหตุ

ปัจจัยที่มีผลต่อแอนโดรستيโนน และสกาโทล แล้ว เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงกลิ่นดังกล่าวอาจสามารถกระทำ ได้โดย การสร้างเอนไซม์ ที่สามารถไปขัดขวางการสร้างแอนโดรستيโนน ซึ่งวิธีนี้ก็ไม่ง่ายต่อการขุนสัตว์ ดังนั้นอาจจะใช้วิธีการให้อาหารสัตว์แบบเปียก และนำหมักสัตว์ที่เข้าโรงฆ่าสัตว์ไม่ควรเกิน 80 กก นอกจากนี้ยังใช้สายพันธุ์ Landrace ให้น้อยลง เป็นต้น

เนื้อสุกรที่มีปริมาณแอนโดรستيโนน และสกาโทล ที่ต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดสามารถนำมาชำแหละขายเป็นเนื้อสดได้ โดยที่ผู้บริโภคไม่สามารถจะรับทราบกลิ่นเพศของสุกรได้เลย ส่วนเนื้อที่มีปริมาณกลิ่นทั้ง 2 สาร สูงกว่ากำหนดก็น่าจะนำไปแปรรูปทำผลิตภัณฑ์ ที่ใช้เครื่องเทศเป็นส่วนผสมค่อนข้างสูง เช่น แฮม หรือไส้กรอก

เอกสารอ้างอิง

- Alekseeva, I. I. and V.I. Shramko. 1977. Indolic compounds of the bacteroid membrane and soluble fractions of the yellow lupin noduls. *Sovijet Plant Physio.* 24 : 114-118.
- Bernal-Barragan, H. 1992. Physiologische und nutritive Einfluss auf die Bildung von Skatol (3-Methylindol) im Dickdarm von Schweinen. Diss. Sc. Agr., Univ. Hohenheim, Germany.
- Bonneau, M. 1993. Effects of different compounds on boar taint. 44th E.A.A.P., Aarhus, Denmark.
- Bonneau, M., M. Le Denmat, J.C. Vaudelet, J.R. Veloso Nunes, A.B. Mortensen and H.P. Mortensen. 1992. Contributions of fat androstenone and skatole to boar taint : I. Sensory attributes of fat and pork meat. *Livest. Prod. Sci.*, 32 : 63-80.
- Claus, R., Weiler, U. and A. Herzog. 1994. Physiological aspects of androstenone and skatole formation in the boar- A review with experement data. *Meat Sci.* 38 : 289-305.
- Claus, R., and B. Hoffman. 1980. Determination of a-16-steroids in boars. *Acta Endocrinol. (Copenh) sUPPL.*, 155: 70.
- Herzog, A., E. Herbert, M. Dehnhard und R. Claus. 1993. *Mitteilungsblatt der Bundesanstalt fuer Fleischforschung Kulmbach*, 120: 110.
- Judge, M.D., E.W. Mills, M.W. Orcutt, J.C. Forrest, M.A. Diekman, B.G. Harmon, R.S. Lis, and L.L. Nicholls. 1990. Utilization of boar meat : Composition, quality and odor incidence in relation to androstenone and skatole. *J. Anim. Sci.*, 68 : 1030-1033
- Kempster, A.J. and D.B. Lowe. 1993. Meat production with entire males. 44th E.A.A.P., Aarhus, Denmark.
- Kowalenska, J., H. Zelazowska, A. Babuchowski, E. G. Hammond, B. A. Glatz and F. Ross. 1985. Isolation of aromabearing material from *Lactobacillus helveticus* culture and cheese. *J. of Dairy Sci.* 58 : 2165-2171.
- Larsen, A.E., L.L. Hansen and J. Hansen-Moller. 1993. Influence of keeping pigs heavily fouled with faeces or clean for at least a week at high stocking rate and high temperature on skatole concentration in subcutaneous fat (boar taint). 44th E.A.A.P., Aarhus, Denmark.
- Lundström, K., B. Malmfors, G. Malfors, S. Stern, H. Peterson, A.B. Mortensen and SE. Sorensen. 1988. Skatole, androstenone and taint in boars fed two different diets. *Livest. Prod. Sci.*, 18 : 55-67
- Malmfors, B., K. Lundström and I. Hansson. 1978. The importance of androstenone and skatole for boar taint. *Swed. J. Agric. Res.* 8 : 161-169.
- Malmfors, B. and K. Lundström. 1983. Consumer reactions to boar meat -A review. *Livest. Prod. Sci.*, 10: 187-196.
- Mortensen, A.B. and S.E. Sorensen 1984. Relationship between boar taint and skatole determined with a new analysis method. *Proc. 30th European Meeting of Meat Research Workers, Bristol*, pp. 394-396.
- Mortensen, A.B., C. Bejerholm and J.K. Pedersen. 1986. Consumer test of meat from entire males, in relation to skatole in backfat. *Proc. 32nd European Meeting of Meat Research Workers, Ghent*, pp 23-26.
- Nonboe, U. 1991. Biological mechanism behind skatole concentration in backfat. *Adelning for Dyrefysiologi og biokemi, KVL, Kbenhavn.*
- Patterson, R.L.S. 1986. 5 -androst-16-ene-3-one: Compound responsible for taint in boar fat. *J. Sci. Food Agric.*, 19: 31-37.

- Prelog, V. and L. Ruzicka. 1994. *Helv. Chim. Acta.* 27, 61-66.
- Procter, M.H. 1958. Bacterial dissimilation of indoleacetic acid a new route of breakdown of the indole nucleus. *Nature*, 4619 : 1345.
- Rydmer, L., S. Stern and L. Malmgren. 1993. Sexual maturation of entire males at pig progeny testing station. 44th E.A.A.P., Aarhus, Denmark.
- Smed, A.F., N. Kjeldsen and F. Udesen. 1993. Practical tests regarding skatole levels in entire male pigs. 44th E.A.A.P., Aarhus, Denmark.
- Spray, R.S. 1948. Three new species of the genus *Clostridium*. *J. of Bact.* 55, 839-842.
- Vold, E. 1970. Fleischproduktionseigenschaften bei ebern und kastraten. IV. Organoleptische und gaschromatographische untersuchungen wasserdampf-flüchtiger stoffe des rücken-speckes von ebern. Report No 238 , Institute of Animal Genetics and Breeding. NLH Vollebakk, Norway, 25 pp.
- Walstra, P. 1974. Fattening of young boars : quantification of negative and positive aspects. *Lives. Prod. Sci.*, 1 : 187-196.
- Yokoyama, M.T., J.R. Carlson and L.V. Holdeman. 1977. Isolation and characteristics of a skatole producing *Lactobacillus* sp. *Appl. and Envir. Micro.* 41 : 72-76.