บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

ด้านสมรรถภาพการผลิต

จากผลการทดลองพบว่า การเลี้ยงสุกรด้วยอาหารที่มีน้ำมันปลาทูน่าระดับ 2% ไม่ทำให้สมรรถภาพการผลิตโดยรวมของสุกรรุ่น-ขุนด้อยลงไป โดยลักษณะด้านสมรรถภาพการผลิตดังกล่าวประกอบด้วย ระยะเวลาที่ใช้ในการเลี้ยง (period of feeding) ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน (average daily feed intake; ADFI) น้ำหนักตัวที่เพิ่ม (weight gain) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain; ADG) และอัตราการแลกน้ำหนัก (feed conversion ratio; FCR) สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของ ยุวฉัตร (2544) ที่ไม่พบความแตกต่างของสมรรถภาพการผลิตของสุกรรุ่น-ขุนที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันปลาทูน่าที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3% สอดคล้องกับหลายการศึกษาที่ใช้แหล่งอาหารของไขมันชนิดต่างๆ ในการเลี้ยงสุกรไม่ว่าจะเป็นการเสริม corn oil, menhaden oil, safflower oil, canola oil (Lepine *et al*., 1994), full-fat soy bean, tallow (Leszczynski *et al*., 1992), tuna oil (Jaturasitha *et al*., 2002a), rapeseed oil with fish oil (Leskanich *et al*., 1997) และ linseed (Romans *et al*., 1995a,b; Enser *et al*., 2000; Kouba *et al*., 2003) พบว่าไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตโดยรวม สำหรับในการทดลองนี้ ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (total feed intake) ในระยะขุนของสุกรกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลาต่ำกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากมีแนวโน้มของ ADFI ที่ต่ำกว่า ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าอาจเกิดจากพลังงานในอาหารทดลองสูตรที่มีน้ำมันปลาสูงกว่าสูตรควบคุม แม้ว่าจะมีการคำนวณสูตรอาหารให้มีสัดส่วนของโภชนะและพลังงานเท่ากัน แต่เมื่อวิเคราะห์พบว่าอาหารทดลองสูตรที่มีน้ำมันปลาทั้ง 3 สูตรมีพลังงานสูงกว่ากลุ่มควบคุมเล็กน้อย (table 9) ขณะที่ Bee *et al*. (2002) รายงานว่าชนิดของแหล่งอาหารไขมันไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดของสุกร แต่ระดับของพลังงานที่ต่างกันส่งผลให้มีปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดต่างกัน โดยพลังงานในอาหารที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ ADFI ลดลง หรืออาจเกิดจากกลิ่นคาวปลาในอาหารทดลองที่ทำให้ลดความน่ากินของอาหารลง ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ใช้น้ำมันปลาแบบ crude oil แต่การศึกษาที่ผ่านมาของ Jaturasitha *et al*. (2002a) รายงานว่าการใช้น้ำมันปลาทูน่าแบบ semi-purify เสริมลงในอาหารของสุกรในระดับไม่เกิน 2% สามารถเพิ่มความน่ากินของอาหารได้ อย่างไรก็ตามการที่ปริมาณอาหารที่กินของสุกรกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลาลดลงแต่ในด้านการเจริญเติบโต และระยะเวลาที่ใช้ในการเลี้ยงไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ถือว่าเป็นข้อได้เปรียบ แสดงให้เห็นถึงการใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ประโยชน์จากอาหารที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า นอกจากนี้หลายการศึกษาได้แสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่สนับสนุนให้สัตว์ที่เลี้ยงด้วยแหล่งอาหารไขมันโอเมก้า 3 มีสมรรถภาพการผลิตดีขึ้น เช่นการศึกษาของ Liu *et al*. (2003) รายงานว่าการเลี้ยงสุกรหย่านมที่น้ำหนักเฉลี่ย 7.58 กก. ด้วยอาหารที่มีน้ำมันปลาเมนฮาเดนระดับ 7% เป็นเวลา 4 สัปดาห์สามารถลดระดับของ prostaglandin E_2 และ interleukin 1β ในพลาสมาลงได้ เมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงด้วยอาหารที่มีน้ำมันข้าวโพดระดับ 7% ส่วนการศึกษาของ Gaines *et al*. (2003) พบว่าการเลี้ยงสุกรหย่านมที่น้ำหนักเฉลี่ย 6.27 กก. ด้วยอาหารที่มีน้ำมันปลาเมนฮาเดนระดับ 5% ร่วมกับน้ำมันข้าวโพด 1% เป็นเวลา 4 สัปดาห์สามารถลดระดับ tumor necrosis factor-alpha (TNF-α) ในซีรัมได้ เมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงด้วยอาหารที่มีน้ำมันข้าวโพด 6% นอกจากนี้มีรายงานว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า 3 ยังสามารถกระตุ้นการทำงานของเซลล์เม็ดเลือดขาวและจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในทางเดินอาหารของสุกรในการทำลายเชื้อโรคได้อีกด้วย (Bomba *et al*., 2003) ขณะที่ Rooke *et al*. (2001) พบว่าการเลี้ยงแม่สุกรตั้งท้องด้วยอาหารที่เสริมน้ำมันปลาทูน่าในระดับ 17.5 ก./กก. สามารถปรับปรุงสมรรถภาพการผลิตของลูกสุกรได้ สำหรับต้นทุนค่าอาหารพบว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลา 2% มีต้นทุนค่าอาหารสูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้งๆ ที่มีปริมาณอาหารที่กินต่ำกว่า เนื่องจากราคาค่าอาหารสูตรที่มีน้ำมันปลาทั้ง 3 สูตรสูงกว่าสูตรควบคุมตั้งแต่แรกอยู่แล้ว (table 9) ซึ่งในการเลือกใช้วัตถุดิบต่างๆ ในการผสมอาหารสำหรับการทดลองครั้งนี้ได้รับการอนุเคราะห์และการคำนวณจากบริษัททางการค้าแห่งหนึ่ง ผู้วิจัยมีความเห็นว่าหากมีการคำนวณสูตรอาหารให้มีราคาที่ใกล้เคียงกันได้มากที่สุด จะสามารถลดต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงสุกรด้วยน้ำมันปลาทูน่าได้อย่างแน่นอน ในการทดลองนี้พบว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลาเฉลี่ย 4.21 กก./ตัว ต้นทุนค่าน้ำมันปลาในการเลี้ยงสุกรเท่ากับ 180.21 บาท/ตัว และต้นทุนค่าน้ำมันปลาต่อน้ำหนักเพิ่มเท่ากับ 2.57 บาท/กก. ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับต้นทุนค่าอาหาร และต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กก. (feed cost per 1 kg weight gain; FCG) ที่เพิ่มขึ้นจากกลุ่มควบคุม

โดยทั่วไปแล้วสุกรเพศผู้ตอนมีสมรรถภาพการผลิตที่ดีกว่าสุกรเพศเมียเนื่องจากมี ADG ที่สูงกว่า สอดคล้องกับหลายการศึกษาที่พบว่าสุกรเพศผู้ตอนเจริญเติบโตเร็วกว่าสุกรเพศเมีย (Castell *et al*., 1994; Anderson and Pedersen, 1996; Ssu *et al*., 1998) จึงทำให้สุกรเพศผู้ตอนใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงสั้นกว่าและมีปริมาณอาหารที่กินน้อยกว่า อีกทั้งค่า FCR ยังต่ำกว่าสุกรเพศเมียด้วย แต่ก็มีการศึกษาพบว่าสุกรเพศเมียพันธุ์ Hampshire มีการเจริญเติบโตเร็วกว่าทั้งสุกรเพศผู้และเพศผู้ตอน ซึ่งเป็นผลมาจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์กับเพศ (Ball *et al*., 1996) หลายการศึกษารายงานว่าสุกรเพศผู้ตอนมี ADFI สูงกว่าสุกรเพศเมีย (Frisen *et al*., 1994; Augspurger *et al*., 2002; Latorre *et al*., 2004) แต่ในการทดลองนี้ไม่พบความแตกต่างของ ADFI และการที่สุกรเพศผู้ตอนขาดฮอร์โมน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เพศ (androgen) จึงทำให้การแสดงออกถึงความสนใจเพศตรงข้าม และความก้าวร้าวลดลง ซึ่งสัตว์ที่ถูกตอนจะมีการใช้พลังงานเพื่อการดำรงชีพต่ำกว่าสัตว์ที่ไม่ตอน จึงทำให้มีพลังงานเหลือไปสู่การสร้างผลผลิตและการเจริญเติบโตได้มากกว่า (Whittemore, 1998) ในการทดลองครั้งนี้พบว่าสุกรเพศผู้ตอนใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงต่ำกว่าสุกรเพศเมียประมาณ 5 วัน และมีแนวโน้มของต้นทุนค่าอาหารต่ำกว่าเฉลี่ย 69.23 บาท/ตัว และ FCG ต่ำกว่า 0.87 บาท/กก. ซึ่งถือว่าเป็นข้อได้เปรียบทางเศรษฐกิจของสุกรเพศผู้ตอน

สำหรับปัจจัยของน้ำหนักฆ่าพบว่า สุกรที่มีน้ำหนักฆ่าระดับต่ำมีสมรรถภาพการผลิตที่ดีกว่าสุกรที่มีน้ำหนักฆ่าระดับสูง ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ทั้งในระยะขุน และรุ่น-ขุน พบความแตกต่างในลักษณะของ FI, PF, ADFI และ WG โดยสุกรกลุ่มน้ำหนักฆ่า 110 กก. มีค่าดังกล่าวมากกว่ากลุ่ม 100 และ 90 กก. ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของ Cisneros *et al*. (1996) ที่รายงานว่าทุกๆ 10 กก. ของน้ำหนักตัวของสุกรที่เพิ่มขึ้นค่า ADFI จะเพิ่มขึ้น 100 ก./วัน ส่วน ADG ในทุกระยะไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีรายงานว่าเมื่อน้ำหนักฆ่าเพิ่มขึ้น ค่า ADG จะลดลง (Candek-Potokar *et al*., 1997) สนับสนุนด้วยการศึกษาของ Latorre *et al*. (2004) ทำการศึกษาในสุกรลูกผสมเพียแทรง (Pietrain) พบว่าเมื่อน้ำหนักตัวของสุกรเพิ่มขึ้นทุกๆ 10 กก. จาก 116 กก. ทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง 38 ก./วัน แต่ในการทดลองนี้ไม่พบความแตกต่างของ ADG ที่ชัดเจน อาจเป็นผลมาจากพันธุกรรมของสุกรที่ใช้ในการทดลองนี้ ซึ่งใช้พันธุ์ลูกผสม 3 สาย ที่มีสายพันธุ์ดูร็อคร่วมด้วยจึงอาจทำให้ระยะการเจริญเติบโตเต็มวัยช้าออกไปอีก สอดคล้องกับการศึกษาของ Cisneros *et al*. (1996) ที่ไม่พบความแตกต่างของอัตราการเจริญเติบโตจากปัจจัยของน้ำหนักฆ่าที่ระดับ 100, 120 และ 160 กก. ในสุกรพันธุ์ดูร็อค อย่างไรก็ตามในระยะรุ่น-ขุน สุกรที่มีน้ำหนักฆ่า 90 กก. มีค่า FCR ดีกว่าสุกรที่มีน้ำหนักฆ่า 100 และ 110 กก. ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของ Weatherup *et al*. (1998) รายงานว่าทุกๆ น้ำหนักฆ่าที่เพิ่มขึ้น 10 กก. จาก 92 กก. ถึง 125 กก. สุกรจะมี FCR เพิ่มขึ้น 0.01 หน่วย นอกจากนี้อาจเนื่องมาจากระดับโปรตีนที่ลดลงในอาหารของการทดลองครั้งนี้ (อาหารสูตรที่ 2 มีโปรตีน 16% และสูตรที่ 3 มีโปรตีน 14%) โดยสุกรกลุ่มน้ำหนักฆ่า 110 กก. ได้รับอาหารสูตรที่ 3 (ใช้เลี้ยงสุกรตั้งแต่น้ำหนัก 81.5 กก. ถึงน้ำหนักฆ่า) นานกว่ากลุ่ม 100 และ 90 กก. ตามลำดับ ทำให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักลดลงได้ จากผลการทดลองพบว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลาเพศผู้ตอนและมีน้ำหนักฆ่า 90 กก. แสดงให้เห็นถึงสมรรถภาพการผลิตโดยรวมดีที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ด้านคุณภาพซาก

ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาการเลี้ยงสุกรด้วยอาหารที่มี linseed บดในระดับ 60 ก./กก. และอาหารที่มี flaxseed บดในระดับ 5, 10 และ 15% พบว่าไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะซาก (Kouba *et al*., 2003; Romans *et al*., 1995a) และสอดคล้องกับการศึกษาของ Högberg *et al*. (2003) ที่รายงานว่าการปรับสัดส่วนของ n6:n3 fatty acid ในอาหารสุกรให้แคบลงจาก 9.33 เป็น 7.13 ไม่มีผลต่อลักษณะของน้ำหนักเข้าฆ่า น้ำหนักซาก และปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ แต่ในการทดลองนี้สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารน้ำมันปลามีความหนาไขมันสันหลังเฉลี่ยมากกว่าสุกรที่ได้รับอาหารควบคุม ซึ่งความจริงแล้วความหนาไขมันสันหลังของสุกรกลุ่มน้ำมันปลาน่าจะต่ำกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากมีรายงานว่าการเลี้ยงสุกรด้วยอาหารที่มี PUFA สูง โดยเฉพาะ EPA และ DHA สามารถลดการทำงานของ adipocyte determination and differentiation-dependent factor 1 (ADD1), และควบคุมการทำงานของเอนไซม์ fatty acid synthase (FAS) รวมไปถึงการทำงานของ peroxisome proliferator-activated receptor γ (PPARγ) ที่มีหน้าที่ในการสังเคราะห์กรดไขมัน การพัฒนาและการเจริญแบบ hypertrophy ของเซลล์เนื้อเยื่อไขมันได้ (Ding *et al*., 2003; Azain, 2004) สอดคล้องกับรายงานของ Smith *et al*. (1996) ว่าอาหารไขมันที่มีกรดไขมันสายยาวและมีความไม่อิ่มตัวสูงสามารถลดการสังเคราะห์ไขมันขึ้นมาใหม่ในร่างกายได้ ส่วนการศึกษาของ Miller *et al*. (1990) พบว่าการเสริม safflower oil, sunflower oil และ canola oil ระดับ 10% ในสูตรอาหารสุกรไม่มีผลต่อความหนาไขมันสันหลัง และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน แต่กลุ่มที่ได้รับไขมันจากสัตว์มีความหนาไขมันสันหลังเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Thacker (1998) พบว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับเมล็ด canola ดิบมีแนวโน้มของไขมันในซากเพิ่มขึ้น ส่วน Leskanich *et al*. (1997) พบว่าการเสริม rapeseed oil ระดับ 2% ร่วมกับ fish oil ระดับ 1% ลงในอาหารสุกรไม่มีผลต่อน้ำหนักเข้าฆ่า และน้ำหนักซาก และความหนาของไขมันสันหลังของสุกร แต่การที่สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารน้ำมันปลามีความหนาไขมันสันหลังเฉลี่ยมากกว่าสุกรกลุ่มควบคุมน่าจะเนื่องมาจากพลังงานในอาหารสูตรน้ำมันปลาสูงกว่ากลุ่มควบคุม และจากการวิเคราะห์ปริมาณไขมันในอาหาร 3 สูตรพบว่าอาหารสูตรที่ใช้น้ำมันปลามีปริมาณไขมันสูงกว่ากลุ่มควบคุมเล็กน้อย แม้ว่ามีการคำนวณสูตรอาหารของแต่ละกลุ่มให้มีโภชนะเท่ากัน แต่ในทางปฏิบัติผู้วิจัยสันนิษฐานว่าการผสมอาหารครั้งละมากๆ ในระบบการค้า อาจเกิดการผิดพลาดได้มากกว่าการผสมเองด้วยมือทีละน้อยๆ

ในการศึกษาครั้งนี้ปัจจัยของเพศไม่มีผลต่อลักษณะซากโดยรวม แต่สุกรเพศผู้ตอนมีลักษณะของความหนาไขมันสันหลังที่ตำแหน่ง P_2 มากกว่าเพศเมีย สอดคล้องกับรายงานที่ว่าสุกรเพศผู้ตอนมักจะมีชั้นไขมันที่ตำแหน่งไหล่ สันนอก P_2 (Ellis *et al*., 1996) และความหนาไขมันสันหลัง (Nold *et al*., 1997; Jaturasitha *et al*., 2000a) มากกว่าเพศเมียและเพศผู้ตามลำดับ ส่วน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Cisneros *et al*. (1996) รายงานว่าสุกรเพศเมียมีความหนาไขมันสันหลังที่ตำแหน่งซี่โครงซี่ที่ 10 ต่ำกว่าสุกรเพศผู้ 0.27 ซม. และมีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันใหญ่กว่า 2.79 ตรซม. สำหรับเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบของส่วนตัดเนื้อสันพบว่าสุกรเพศผู้ตอนมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่าสุกรเพศเมียและมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงและแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์กระดูกต่ำกว่า เช่นเดียวกับรายงานของ Unruh *et al*. (1996) ดังนั้นการเจริญเติบโตของสุกรเพศผู้ตอนที่เร็วกว่าสุกรเพศเมีย จึงเป็นการสะสมไขมันเสียมากกว่า (Noblet and Quiniou, 2001 cited by De Sousa *et al*., 2003) สอดคล้องกับรายงานของ Enser (1991) ที่รายงานว่าสุกรเพศเมียให้เนื้อแดงมากกว่าสุกรเพศผู้ตอนที่น้ำหนักฆ่าเท่ากัน ส่วน Lawrence and Fowler (1998) รายงานว่าสัตว์ที่ถูกตอนจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางของกระดูกเล็กกว่าสัตว์ที่ไม่ตอน ความแตกต่างดังกล่าวอาจเกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกันของ Insulin-like growth factor (IGF) และ IGF-binding proteins (IGFBP) ซึ่ง IGF-I ที่พบในพลาสมาของสุกร ทำหน้าที่ในการกระตุ้นการใช้ประโยชน์ของกรดอะมิโนและกลูโคส และเพิ่มการสังเคราะห์โปรตีน (Jones *et al*., 1992) โดยจะพบ IGF-I ในพลาสมาของสุกรเพศผู้มากที่สุดรองลงมาคือ สุกรเพศเมียและสุกรเพศผู้ตอน ส่วน IGF-II มีความสัมพันธ์อย่างสูงต่อความหนาของไขมันสันหลังของสุกร ซึ่งพบในพลาสมาของสุกรเพศผู้ตอนสูงที่สุด รองลงมาคือสุกรเพศผู้และสุกรเพศเมีย (Owens *et al*., 1999)

นอกจากนี้สุกรกลุ่มที่มีน้ำหนักฆ่า 110 กก. มีน้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักซากเย็น มากกว่าสุกรกลุ่ม 100 และ 90 กก. ตามลำดับ แต่เปอร์เซ็นต์ซากในแต่ละกลุ่มน้ำหนักฆ่าไม่แตกต่างกันเนื่องจากสัดส่วนของน้ำหนักซากต่อน้ำหนักเข้าฆ่าในแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน โดยสุกรกลุ่มที่มีน้ำหนักฆ่า 110 และ 100 กก. มีความยาวซากและความหนาไขมันสันหลังเฉลี่ยมากกว่าสุกรกลุ่ม 90 กก. ซึ่งลักษณะของความหนาไขมันที่ตำแหน่ง P_2 ของสุกรกลุ่มที่มีน้ำหนักฆ่า 90 กก. น้อยกว่าสุกรกลุ่ม 110 กก. อย่างเห็นได้ชัด สอดคล้องกับรายงานของ Cisneros *et al*. (1996) รายงานว่าความยาวซากและความหนาของไขมันสันหลังของสุกรเพิ่มขึ้น 2 ซม. และ 1.8 มม. ตามลำดับ สำหรับน้ำหนักฆ่าที่เพิ่มขึ้นทุกๆ 10 กก. อย่างไรก็ตามลักษณะของพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันของสุกรกลุ่ม 110 กก. มีค่ามากที่สุด แต่สุกรทุกกลุ่มมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงไม่แตกต่างกัน ส่วนการศึกษาของ Virgili *et al*. (2003) ทำการศึกษาในสุกรอายุ 8 และ 10 เดือน พบว่าซากของสุกรอายุ 10 เดือน มีดัชนีความเป็นกล้ามเนื้อ (muscularity indexes) และผลผลิตเนื้อแดง (lean cut yields) ต่ำกว่าสุกรอายุ 8 เดือน แต่เปอร์เซ็นต์ซากและพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนั้นเพิ่มตามอายุ สอดคล้องกับ Whittemore (1998) รายงานว่าสุกรตั้งแต่ระยะขุนเป็นต้นไปจะมีอัตราการเจริญเติบโตของเนื้อแดงคงที่แต่มีการสะสมของไขมันสูงขึ้นโดยการพัฒนาของเซลล์เนื้อเยื่อไขมันของสุกรตั้งแต่น้ำหนักตัว 70 กก. ขึ้นไปส่วนใหญ่จะเป็นการพัฒนาแบบ hypertrophy ซึ่งระหว่างการเจริญเติบโตของสุกร การสร้างไขมันจะสะสมที่เนื้อเยื่อไขมันใต้ผิวหนังก่อน (subcutaneous adipose tissues) จากนั้นสะสมที่เนื้อเยื่อไขมันระหว่างมัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กล้ามเนื้อ (intermuscular adipose tissues) และสุดท้ายสะสมที่ไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (intramuscular adipose tissue) ตามลำดับ (Mourot *et al*., 2001) ซึ่งในการทดลองครั้งนี้จะเห็นได้ว่าเมื่อน้ำหนักฆ่าของสุกรเพิ่มขึ้น การสะสมของไขมันใต้ผิวหนังก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วยแต่ สุกรเพศผู้ตอนจะมีการสะสมไขมันที่เร็วกว่าสุกรเพศเมีย และเป็นที่ทราบกันดีว่าในด้านคุณภาพซากของสุกรที่ผู้ผลิตและผู้บริโภคต้องการ คือสุกรที่มีไขมันสันหลังบาง และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงสูง ซึ่งการเลือกสุกรเพศเมียและน้ำหนักฆ่าไม่เกิน 100 กก. น่าจะตอบสนองความต้องการดังกล่าวได้ดีที่สุด

ด้านคุณภาพเนื้อ ;

ค่าความเป็นกรดด่างและค่าสีของเนื้อ

ค่าความเป็นกรดด่างหรือค่า pH ของเนื้อเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงคุณภาพเนื้อได้เป็นอย่างดี ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการสลายไกลโคเจนในกล้ามเนื้อหลังสัตว์ตาย การสะสม lactic acid ในกล้ามเนื้อที่สูงขึ้น ทำให้ค่า pH ลดลงจากปกติ 7.2 เหลือประมาณ 5.5 หลังจากที่ผ่านระยะของการหดเกร็งของกล้ามเนื้อ (rigor mortis) ไปแล้ว (สัญชัย, 2547) ซึ่งการวัดค่า pH ที่ 45 นาทีหลังฆ่าสามารถใช้ในการบ่งชี้ว่าเนื้อนั้นจะเกิดเหตุการณ์ที่มีสีซีด ไม่คงรูป และฉ่ำน้ำ (pale, soft and exudative; PSE) หรือไม่ โดยมีรายงานว่าหากค่า pH ของเนื้อที่ 45 นาทีหลังฆ่าต่ำกว่า 5.8 แสดงให้เห็นถึงสัญญาณของการเกิด PSE (Lengerken *et al*., 2002) สำหรับในการทดลองนี้พบว่าค่า pH ที่ 45 นาทีหลังฆ่าบริเวณกล้ามเนื้อสันนอก และกล้ามเนื้อสะโพกของสุกรที่ได้รับน้ำมันปลาต่ำกว่ากลุ่มควบคุม อาจเนื่องมาจากมีแนวโน้มของไขมันที่สะสมในร่างกายสูงกว่ากลุ่มควบคุม จึงเป็นอุปสรรคในการระบายความร้อน โดยมีรายงานว่าการขนส่งหรือการจัดการก่อนฆ่าที่มีผลกระทบต่อความเครียด สามารถส่งผลให้เพิ่มกระบวนการย่อยสลายไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ (Lauridsen *et al*., 2005) อย่างไรก็ตามเนื้อของสุกรทั้งสองกลุ่มถือว่าเป็นเนื้อปกติ เนื่องจากมีค่า pH ที่ 45 นาทีหลังฆ่ามากกว่าหรือเท่ากับ 6.0 และที่ 24 ชั่วโมงหลังฆ่าต่ำกว่า 6.0 (Chizzolini *et al*., 1993) (Figure 35)

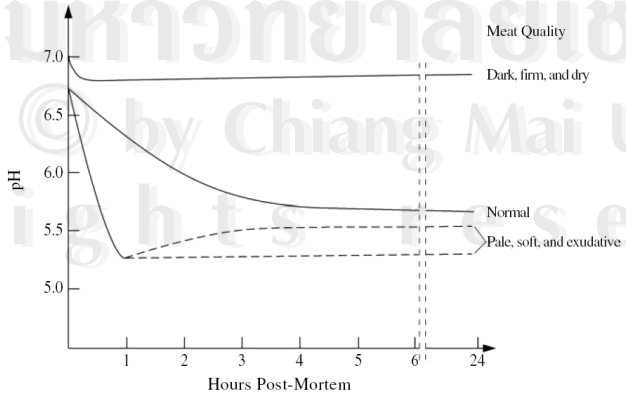

Figure 35. Effect of postmortem pH decline on the meat quality. (Briskey *et al*., 1966 cited by Kolczak, 2004)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนปัจจัยของเพศในการทดลองนี้ไม่มีผลต่อค่า pH ทั้งที่ 45 นาทีและ 24 ชั่วโมงหลังฆ่าในทั้งสองกล้ามเนื้อ สอดคล้องกับรายงานของ Cisneros *et al*. (1996) และ Leach *et al*. (1996) รายงานว่าอิทธิพลจากเพศไม่มีผลต่อค่า pH ของกล้ามเนื้อ แต่การศึกษาของ Latorre *et al*. (2004) พบว่าค่า pH เริ่มต้นและสุดท้ายของกล้ามเนื้อ *Semimembranosus* ของสุกรเพศผู้ตอนมีค่าสูงกว่าสุกรเพศเมีย ซึ่งสภาพในการขนส่งสัตว์มาโรงฆ่าและคอกพักสัตว์มีผลอย่างมากต่อค่า pH โดยสุกรเพศเมียอาจมีความไวต่อความเครียดได้ง่ายกว่าสุกรเพศผู้ตอน (Pineiro, 2001)

น้ำหนักฆ่าไม่มีผลต่อค่า pH ของเนื้อทั้งที่ 45 นาทีและที่ 24 ชั่วโมงหลังฆ่า เช่นเดียวกับหลายการศึกษาที่ไม่พบผลของน้ำหนักฆ่าต่อค่า pH (สมจิตร, 2544; Leach *et al*., 1996; Monin *et al*., 1999) แต่การศึกษาของ Virgili *et al*. (2003) พบว่าเนื้อของสุกรอายุ 10 เดือนมีค่า pH ต่ำกว่าเนื้อของสุกรอายุ 8 เดือน โดย Cisneros *et al*. (1996) รายงานว่าที่น้ำหนักฆ่าระดับสูงสุกรมีแนวโน้มในการเกิดเนื้อแบบ PSE เพราะว่าที่น้ำหนักฆ่าระดับสูงสุกรจะมีซากขนาดใหญ่และไขมันห่อหุ้มมาก ทำให้การลดอุณหภูมิซากหลังฆ่าทำได้ช้า ซึ่งหากอุณหภูมิของซากสูง ค่า pH ก็จะต่ำและส่งผลกระทบต่อคุณภาพเนื้อ สำหรับในการทดลองนี้หลังจากฆ่าสุกรแล้วได้มีการนำซากเข้าห้อง quick chill ทันทีที่อุณหภูมิ 0 ^{o}C เพื่อลดอุณหภูมิซากอย่างรวดเร็ว จึงไม่เกิดปัญหานี้

ด้านสีของเนื้อ (L*, a* และ b*) มีรายงานว่าเนื้อสุกรที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่สูงจะมีความไวต่อการออกซิเดชัน ส่งผลให้กระตุ้นการสร้าง methmyoglobin ที่มีสีน้ำตาลเข้มทำให้เนื้อมีสีเข้มขึ้นได้ (Wood *et al*., 1999) อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้ไม่พบความแตกต่างระหว่างค่าสีของเนื้อของสุกรกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเนื้อกลุ่มดังกล่าวเป็นเนื้อปกติ สอดคล้องกับหลายการศึกษาที่มีการเสริมแหล่งไขมันลงในอาหารสุกรทั้งจากพืชและสัตว์ (Irie and Sakimoto, 1992; van Oeckel *et al*., 1996; Leskanich *et al*., 1997) พบว่าไม่มีผลต่อค่าสีของเนื้อสุกร

ส่วนปัจจัยของเพศในการทดลองนี้ ไม่มีผลต่อค่าสีของเนื้อ เช่นเดียวกับการศึกษาของปัทมา (2544) และ Latorre *et al*. (2004) อย่างไรก็ตามเนื้อจากสุกรเพศเมียมีแนวโน้มของสีแดงมากกว่า สุกรเพศผู้ตอน สอดคล้องกับการศึกษาของ Nold *et al*. (1999) พบว่าเนื้อจากสุกรเพศเมียมีค่าความเป็นสีแดง (a*) สูงกว่าสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศผู้ไม่ตอน โดยมีรายงานว่าสุกรเพศผู้ตอนมีไขมันแทรกมากกว่าสุกรเพศเมีย และสุกรเพศเมียมีปริมาณ myoglobin มากกว่าสุกรเพศผู้ตอน (สัญชัย, 2547)

เมื่อพิจารณาปัจจัยของน้ำหนักฆ่าพบว่า สุกรกลุ่มน้ำหนักฆ่า 110 และ 100 กก. มีค่า a* (แดง-เขียว) สูงกว่ากลุ่ม 90 กก. ส่วนค่า b* (เหลือง-น้ำเงิน) พบว่าสุกรกลุ่มน้ำหนักฆ่า 100 กก. มีค่าสูงกว่ากลุ่ม 90 กก. แต่ทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกับกลุ่ม 110 กก. เนื่องจากมีรายงานว่าสีของเนื้อสัตว์จะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เข้มขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น เพราะในสัตว์ที่อายุมากขึ้นการสะสม myoglobin ในเนื้อที่สูงขึ้น(Cisneros *et al*., 1996; Nold *et al*., 1997; Virgili *et al*., 2003)

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อและความสามารถในการอุ้มน้ำ

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อสันนอก พบว่าเนื้อของสุกรในกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลามีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่ากลุ่มควบคุม แม้ว่ามีการปรับสูตรอาหารในการเลี้ยงสุกรให้มีพลังงานเท่ากัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งในน้ำมันปลาสามารถถูกย่อยและดูดซึมได้สูง การศึกษาของ Jorgensen *et al.* (2000) พบว่าสุกรสามารถย่อยกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งในน้ำมันปลาได้ 97-98% อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์ไขมันในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรมีประมาณ 1-2 % ซึ่งถือว่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับกล้ามเนื้อจากโคกระบือและแกะที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมัน 5-6 % (Mourot *et al*., 2001)

สำหรับปัจจัยของเพศพบว่าเนื้อของสุกรเพศผู้ตอนมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่าสุกรเพศเมีย สอดคล้องกับรายงานของ Friesen *et al.* (1994) และ Leach *et al*. (1996) รายงานว่าสุกรเพศผู้ตอนมีไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสูงกว่าสุกรเพศเมีย นอกจากนี้มีรายงานว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรเพศเมียมีโปรตีนสูงกว่าสุกรเพศผู้ตอน (Weatherup *et al*., 1998; Beattie *et al*., 1999) แต่ไม่พบความแตกต่างในการทดลองนี้

ส่วนปัจจัยของน้ำหนักฆ่าพบว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักฆ่าที่เพิ่มขึ้น แต่เปอร์เซ็นต์ความชื้นและโปรตีนมีแนวโน้มลดลง เช่นเดียวกับรายงานของ Candek-Potokar *et al*. (1998) และ Weatherup *et al*. (1998) ส่วน Wood (1989) รายงานว่าเมื่อน้ำหนักฆ่าของสุกรเพิ่มขึ้นไตรกลีเซอไรด์มีการสะสมในเซลล์ของเนื้อเยื่อไขมันมากขึ้นทำให้ความชื้นลดลง ส่วนรายงานของ Virgili *et al*. (2003) พบว่าอายุของสุกรที่ต่างกันเพียง 2 เดือน (8 และ 10 เดือน) ไม่มีผลกระทบต่อองค์ประกอบทางเคมีในด้านเปอร์เซ็นต์โปรตีนและไขมัน แต่พบว่าความชื้นลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น สำหรับในการทดลองนี้ไม่ความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีทั้งในด้านเปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีน และไขมัน ของสุกรในแต่ละกลุ่มน้ำหนักฆ่า เนื่องจากความแตกต่างของอายุยังมีน้อย (กลุ่มน้ำหนักฆ่า 110 กก. มีอายุเฉลี่ยต่างกับกลุ่ม 100 กก. เท่ากับ 10.97 วัน และต่างกับกลุ่ม 90 กก. เท่ากับ 25.21 วัน ตามลำดับ)

จากการประเมินความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อในการทดลองครั้งนี้ พบว่าไม่ได้รับอิทธิพลจากอาหาร เพศ และน้ำหนักฆ่า ซึ่งค่าการสูญเสียน้ำ (drip loss) ค่าการสูญเสียน้ำจากการย่าง (grilling loss) ค่าการสูญเสียน้ำจากการละลายแช่แข็ง (thawing loss) และค่าการสูญเสียน้ำจากการต้ม (boilling loss) ไม่มีแตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม โดยค่าความสามารถในการอุ้มน้ำดังกล่าวมีความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เกี่ยวข้องกับค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ (pH) เนื่องจากค่า pH ของแต่ละกลุ่มยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ ทำให้ไม่พบความแตกต่างอย่างชัดเจน ซึ่งความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อจะลดลงเมื่อเนื้อมีสภาพเป็นกรดและโปรตีนเสียสภาพจนไม่สามารถอุ้มน้ำไว้ได้ (สัญชัย, 2547) ซึ่งค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อที่สูงมีผลดีต่อการแปรรูปเนื้อเป็นผลิตภัณฑ์ จากการศึกษาของ ถิรนันท์และคณะ (2549) พบว่าเนื้อและไขมันจากสุกรกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลาสามารถนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเวียนนาได้โดยไม่มีปัญหาด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

อย่างไรก็ตาม มีรายงานว่าเนื้อจากสุกรเพศผู้ตอนมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงกว่าสุกรเพศเมีย (Nold *et al*., 1999) สอดคล้องกับการศึกษาของ Latorre *et al*. (2004) พบว่าสุกรเพศผู้ตอนมีค่าการสูญเสียน้ำจากการต้มหรือการปรุงอาหาร (cooking loss) ต่ำกว่าสุกรเพศเมีย ส่วนการศึกษาของ Ball (2000) พบว่าสุกรเพศผู้ตอนมีค่าการสูญเสียน้ำ (drip loss) ในกล้ามเนื้อสันนอกต่ำกว่าสุกรเพศเมีย แต่ไม่พบความแตกต่างในกล้ามเนื้อสะโพก

นอกจากนี้ การศึกษาของ Cisneros *et al*. (1996) พบว่าค่าการสูญเสียน้ำ (drip loss) สูงขึ้นประมาณ 0.3% สำหรับทุกๆ น้ำหนักฆ่าที่เพิ่มขึ้น 10 กก. และการสูญเสียน้ำจากการละลายแช่แข็งสูงขึ้นตามน้ำหนักฆ่าที่เพิ่มขึ้น แต่การสูญเสียน้ำจากการปรุงอาหารไม่มีการเปลี่ยนแปลง (Latorre *et al*., 2003) โดยมีรายงานว่าไขมันแทรกในเนื้อมีความสัมพันธ์ทางลบกับค่าการสูญเสียน้ำจากการปรุงอาหารของเนื้อ (Huff-Lonergan *et al*., 2002) อันเนื่องจากไขมันที่แทรกอยู่ในกล้ามเนื้อจะเป็นตัวช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงอาหาร (Estévez *et al*., 2004)

ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Shear values) และการตรวจชิมเนื้อ (sensory evaluation)

จากการวิเคราะห์แรงตัดผ่านเนื้อพบว่าในการทดลองนี้อิทธิพลจากอาหารและเพศไม่มีผลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ พบเพียงแนวโน้มของค่าแรงและพลังงานที่ใช้ในการตัดผ่านเนื้อของสุกรกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลาที่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และเนื้อจากสุกรเพศผู้ตอนมีค่าดังกล่าวต่ำกว่าสุกรเพศเมีย อาจเนื่องมากจากปริมาณไขมันแทรกที่มากกว่า สอดคล้องกับรายงานของ Latorre *et al*. (2004) พบว่าแรงตัดผ่านเนื้อของสุกรเพศผู้ตอนมีค่าต่ำกว่าสุกรเพศเมีย เพราะว่าปริมาณไขมันแทรกในเนื้อของสุกรเพศผู้ตอนมีมากกว่าสุกรเพศเมีย (Ellis *et al*., 1996)

สำหรับเนื้อจากสุกรในกลุ่มน้ำหนักฆ่า 110 กก. พบว่ามีค่าแรงตัดผ่านเนื้อสูงกว่ากลุ่ม 100 และ 90 กก. ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเส้นใยกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นตามอายุ และขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใหญ่ขึ้น รวมไปถึงปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มากขึ้นส่งผลให้เนื้อมีความเหนียวสูงขึ้น ซึ่งอาจมีอิทธิพลสูงกว่าปริมาณไขมันแทรกที่อยู่ในกล้ามเนื้อ (ลักขณา, 2533; สัญชัย, 2547)

จากคะแนนการตรวจชิมเนื้อพบว่าปัจจัยของอาหารไม่มีผลต่อคะแนนความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รสชาติ และความพึงพอใจโดยรวมของผู้ตรวจชิม สอดคล้องกับ Romans *et al.* (1995b) พบว่า การเสริม flaxseed ในระดับ 5-15% เพื่อเป็นแหล่งกรดไขมันโอเมก้า-3 ลงในอาหารสุกรไม่มีผลต่อคะแนนการตรวจชิมเนื้อสัน ซึ่งความจริงแล้วคุณภาพการบริโภค (eating quality) ของเนื้อสัตว์จะถูกตัดสินด้วยคะแนนความนุ่มและรสชาติ ซึ่งทั้งสองอย่างได้รับผลกระทบจากไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการออกซิเดชันของไขมันภายใต้ความร้อนจากการปรุงอาหาร (Enser *et al*., 1996) แต่ในการทดลองครั้งนี้แม้ว่าผู้ตรวจชิมไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างความนุ่มได้ แต่การตรวจสอบด้วยเครื่องมือ (texture analyzer) ก็ยืนยันได้ว่าเนื้อจากสุกรกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลามีความนุ่มสูงกว่ากลุ่มควบคุม เช่นเดียวกับ Leskanich *et al.* (1997) รายงานว่าการเสริมน้ำมันปลาระดับ 1%ร่วมกับน้ำมันเรปซีด 2% ทำให้เนื้อสุกรมีคะแนนความนุ่มมากกว่ากลุ่มควบคุม

สำหรับปัจจัยของเพศพบว่าสุกรเพศผู้ตอนมีคะแนนความนุ่ม และความชุ่มฉ่ำของเนื้อสูงกว่าเพศเมีย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณไขมันที่มีอยู่ในเนื้อสุกรเพศผู้ตอนสูงกว่าสุกรเพศเมีย แต่อย่างไรก็ตามความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อจากสุกรทั้งสองเพศมีความใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นผลต่อความนุ่มและความชุ่มฉ่ำน่าจะมาจากปริมาณไขมันแทรกในเนื้อมากกว่า โดยพบว่าเนื้อของสุกรเพศผู้ตอนมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่าสุกรเพศเมีย อย่างไรก็ตาม Nold *et al*. (1997) รายงานว่าการที่เนื้อจากสุกรเพศผู้ตอนมีความนุ่มและความชุ่มฉ่ำสูงกว่าสุกรเพศผู้ไม่ตอนและสุกรเพศเมียนั้นเกิดจากการมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงกว่า ส่วน Jaturasitha *et al*. (2002b) พบว่าเบคอนจากสุกรเพศเมียมีคะแนนเนื้อสัมผัส (texture) สูงกว่าสุกรเพศผู้ตอน แต่คะแนนด้านรสชาติไม่แตกต่างกัน

ส่วนปัจจัยของน้ำหนักฆ่าพบว่าเนื้อของสุกรในกลุ่มน้ำหนักฆ่า 90 กก. มีคะแนนความชุ่มฉ่ำมากกว่ากลุ่ม 100 และ 110 กก. สอดคล้องกับค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ ที่พบว่าเนื้อจากสุกรกลุ่ม 90 กก. มีแนวโน้มของค่า drip loss, thawing loss และ boiling loss ต่ำกว่า กลุ่ม 100 และ 110 กก. ตามลำดับ แม้ว่าค่า grilling loss มีแนวโน้มตรงกันข้าม สอดคล้องกับการศึกษาของสมภพ (2544) พบว่าเนื้อจากสุกรเมื่อฆ่าที่ 90 กก.มีคะแนนความชุ่มฉ่ำดีที่สุด นอกจากนี้สัญชัย (2547) รายงานว่าเนื้อจากสัตว์อายุน้อยเป็นเนื้อที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง จะมีคะแนนของความชุ่มฉ่ำสูงด้วย

การวิเคราะห์ค่า TBARS และปริมาณคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อ

เนื้อของสุกรกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลามีความหืนสูงกว่ากลุ่มควบคุมตั้งแต่วันที่ 6 ของการเก็บรักษา เนื่องจากมีการสะสมของ PUFA สูงกว่า ทำให้เกิดการหืนแบบ oxidative rancidity เร็วกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กลุ่มควบคุม สอดคล้องกับ Bryhni *et al.* (2002) พบว่าการให้อาหารสุกรที่มีระดับของ PUFA สูงจะทำให้เนื้อสันมีความหืนมากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มี PUFA ระดับต่ำ ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าเนื้อที่มี PUFA เป็นองค์ประกอบอยู่สูงจะมีความไวต่อการเกิดออกซิเดชัน เช่นเดียวกับ Rey *et al*. (2001) พบว่าการเสริมน้ำมันลินสีดเพียง 0.5% ลงในอาหารสุกรตั้งแต่น้ำหนัก 50 กก. ถึงฆ่า สามารถทำให้เพิ่มความหืนของเนื้อสุกรในวันที่ 3 ของการเก็บรักษาถึง 25% อย่างไรก็ตามหากในเนื้อมีปริมาณ PUFA เท่ากัน เนื้อที่มีองค์ประกอบของ PUFA สายยาว โดยเฉพาะ EPA และ DHA สูง จะมีความไวต่อการเกิดออกซิเดชันมากกว่า นอกจากนี้ความไวต่อการหืนยังขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ไขมันของเนื้อนั้นๆ ด้วย (Richardson *et al*., 1997)

เนื้อจากสุกรเพศเมียมี PUFA:SFA สูงกว่า ซึ่งความจริงแล้วน่าจะมีความหืนมากกว่าสุกรเพศผู้ตอน แต่ในการทดลองนี้ไม่พบความแตกต่างของค่าความหืนจากทั้งสองเพศ อาจเนื่องมาจากเนื้อจากสุกรเพศผู้ตอนมีค่าความหืนที่ชดเชยด้วยปริมาณไขมันในเนื้อที่สูงกว่าสุกรเพศเมีย

ส่วนปัจจัยของน้ำหนักฆ่าพบว่าในวันที่ 3 เนื้อของสุกรในกลุ่ม 110 และ 100 กก. มีค่า TBA ไม่แตกต่างกันแต่มีค่าสูงกว่ากลุ่ม 90 กก. เช่นเดียวกับวันที่ 6 ส่วนในวันที่ 9 ค่า TBA ของเนื้อสุกรกลุ่ม 110 กก. มีค่าสูงกว่ากลุ่ม 90 กก. แต่ทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกับกลุ่ม 100 กก. ซึ่งเปอร์เซ็นต์ไขมันของเนื้อมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการเกิดออกซิเดชัน

จากผลการทดลองพบว่าปัจจัยของอาหารและน้ำหนักฆ่าไม่มีผลต่อระดับคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในกล้ามเนื้อสันนอก สอดคล้องกับการศึกษาของ Harris *et al*. (2003) พบว่าการสะสมของคอเลสเตอรอลในเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อและไขมันของสุกรขุนไม่ได้รับผลกระทบจากแหล่งของอาหารไขมัน (corn oil, coconut oil และ tallow) หรือคุณสมบัติทางพันธุกรรมเช่นสายพันธุ์ที่มีคอเลสเตอรอลในซีรัมสูงและต่ำ โดยความสัมพันธ์ของระดับคอเลสเตอรอลในร่างกายสุกรกับปริมาณไขมันอาจไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน จากการศึกษาของ Young *et al*. (1993) พบว่าสุกรสายพันธุ์ที่มีระดับคอเลสเตอรอลต่ำมีแนวโน้มของไขมันในร่างกายมากกว่าสายพันธุ์ที่มีระดับคอเลสเตอรอลสูง อย่างไรก็ตามในการทดลองครั้งนี้สุกรกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลาได้รับไขมันมากกว่าสุกรกลุ่มควบคุม เมื่อคำนวณอัตราส่วนของปริมาณคอเลสเตอรอลที่สะสมในเนื้อต่อปริมาณไขมันที่สุกรได้รับแล้วพบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลามีอัตราส่วนในการสะสมคอเลสเตอรอลในเนื้อต่ำกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับรายงานของ Jaturasitha *et al.* (2002a) รายงานว่า DHA และ EPA ในน้ำมันปลาสามารถช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือดและเนื้อของสุกรได้ นอกจากนี้ระดับคอเลสเตอรอลในเนื้อยังได้รับผลกระทบจากหลายปัจจัย เช่นการศึกษาของ Fernandez *et al*. (1995) พบว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรมีระดับคอเลสเตอรอลต่ำกว่ากล้ามเนื้อสะโพก สำหรับระดับไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อพบว่ามีทิศทางไปในทางเดียวกันกับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เปอร์เซ็นต์ไขมัน แต่เมื่อคำนวณอัตราส่วนของปริมาณไตรกลีเซอไรด์ที่สะสมในเนื้อสุกรต่อปริมาณไขมันที่สุกรได้รับพบว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลามีแนวโน้มของการสะสมไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อต่ำกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับรายงานที่ว่ากรดไขมันโอเมก้า 3 สามารถกระตุ้นการออกซิเดชันของกรดไขมัน และยับยั้งการสังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์ได้ (Kliewer *et al*., 1997 cited by Ding *et al*., 2003) โดย De Smet *et al*. (2004) รายงานว่า 95% ของ total lipid ในเนื้อเป็นไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งมีรายงานว่ากล้ามเนื้อสันนอกของสุกรมีระดับไตรกลีเซอไรด์สูงกว่ากล้ามเนื้อสะโพก (Leseigneur *et al*., 1991) สำหรับอัตราการสะสมไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อที่ลดลงตามน้ำหนักฆ่าที่เพิ่มขึ้นนั้น สอดคล้องกับการเจริญเติบโตแบบ sigmoid curve (Whittemore, 1998)

สำหรับปัจจัยของเพศพบว่าไม่มีผลต่อระดับคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรทั้งสองเพศ แต่เนื้อสันของสุกรเพศผู้ตอนมีค่าไตรกลีเซอไรด์สูงกว่าสุกรเพศเมีย และอัตราการสะสมไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อต่อปริมาณไขมันที่ได้รับของสุกรเพศผู้ตอนก็มีค่าสูงกว่าสุกรเพศเมียเช่นกัน สอดคล้องกับรายงานของ Leszcynski *et al*. (1992) รายงานว่าองค์ประกอบส่วนใหญ่ของไขมันสะสมของสุกรเพศผู้ตอนเป็นไตรกลีเซอไรด์ ประกอบกับในการทดลองนี้สุกรเพศผู้ตอนมีปริมาณไขมันในเนื้อสูงกว่าสุกรเพศเมียดังนั้นจึงส่งผลให้ปริมาณไตรกลีเซอไรด์สูงกว่าตามไปด้วย

องค์ประกอบกรดไขมันในกล้ามเนื้อสันนอก

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันพบว่าในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลามีสัดส่วนของกรดไขมัน Heptadecanoic acid (C17:0), Linolenic acid (18:3n3; ALA), Eicosapentaenoic acid (C20:5n3; EPA), Linoceric acid (24:0) และ Docosahexaenoic acid (C22:6n3; DHA) สูงกว่าที่พบในกลุ่มควบคุม แต่มีกรดไขมัน Arachidonic acid (C20:4n6; ARA) และ Tricosanoic acid (C23:0) ต่ำกว่า ซึ่งกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรกลุ่มน้ำมันปลามีปริมาณของ PUFA และ total n3 fatty acid สูงกว่าและอัตราส่วนของ n6:n3 fatty acid ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับองค์ประกอบของกรดไขมันในอาหารทดลอง (table 9) เนื่องจากองค์ประกอบของกรดไขมันในกล้ามเนื้อและไขมันสันหลังของสุกรสามารถเปลี่ยนแปลงไปตามองค์ประกอบของกรดไขมันในอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรได้ ทั้งแหล่งไขมันจากพืชและสัตว์ (Romans *et al*., 1995a,b; Fontanillas *et al*., 1998; Wood *et al*., 2003) เช่นการศึกษาของ Specht-Overholt *et al.* (1997) ที่พบว่าการเสริม flaxseed ระดับ 15% ลงในอาหารสุกรก่อนฆ่า 28 และ 42 วัน ทำให้ เปอร์เซ็นต์ของ SFA และ MUFA ลดลง แต่เปอร์เซ็นต์ของ PUFA โดยเฉพาะ ALA และ total n3 fatty acid เพิ่มขึ้นในเนื้อสุกร ไขมันสันหลัง ตับ และผลิตภัณฑ์ เช่นเดียวกับ การศึกษาของ Irie and Sakimoto (1992) การเลี้ยงสุกรด้วยน้ำมันปลาระดับ 6% เป็นเวลา 4 สัปดาห์สามารถเพิ่ม EPA และ DHA ในเนื้อได้ 5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

และ 10 เท่าตามลำดับจากกลุ่มควบคุม ส่วนการศึกษาของ Howe *et al.* (1996) พบว่าการเลี้ยงสุกรอายุ 9 สัปดาห์ ด้วยอาหารที่มีปลาป่นระดับ 20% จากบริษัทเอกชน (Porcomega) เป็นเวลา 10 สัปดาห์ สามารถผลิตเนื้อสันนอกที่มีกรดไขมันโอเมก้า 3 สูงถึง 6 มก./ก. นอกจากนี้มีคำแนะนำว่าเนื้อและไขมันสุกรควรมีอัตราส่วนของ PUFA:SFA เท่ากับ 0.4 หรือมากกว่า และอัตราส่วนของ total n6:n3 fatty acid ควรอยู่ในช่วง 1-4:1 (Department of Health, 1994 cited by Enser *et al.* 2000) ส่วน Gerster (1998) แนะนำว่าอัตราส่วนของ total n6:n3 fatty acid ในอาหารไม่ควรเกิน 4-6:1 ซึ่งในการทดลองครั้งนี้พบว่ากล้ามเนื้อสันของกลุ่มน้ำมันปลามี PUFA:SFA และอัตราส่วนของ total n6:n3 fatty acid ใกล้เคียงคำแนะนำมากกว่ากลุ่มควบคุมคือ (0.54 และ 0.50) และ (5.78 และ 29.71) ซึ่งถือได้ว่าเป็นเนื้อสุกรที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ แม้ว่าในการทดลองครั้งนี้ไม่ได้มีการทดสอบต่อไปว่าเมื่อผู้บริโภครับประทานแล้วสามารถลดระดับ คอเลสเตอรอลโดยเฉพาะ LDL ในเลือดได้หรือไม่ อย่างไรก็ตามจากรายงานของ Stewart *et al.* (2001) พบว่าผู้บริโภคที่บริโภคเนื้อสุกรที่ถูกปรับให้มี PUFA สูงขึ้นและ SFA ต่ำลงมีระดับคอเลสเตอรอลทั้งหมด โดยเฉพาะ LDL ในเลือดลดลงได้

การที่กล้ามเนื้อสันนอกของสุกรเพศผู้ตอนมี SFA และ MUFA สูงกว่าสุกรเพศเมีย โดยเฉพาะ Myristic acid (C14:0), Palmitic acid (C16:0), Palmitoleic acid (C16:1), Stearic acid (C18:0), Oleic acid (C18:1n9c), Elaidic acid (C18:1n9t) และ Eicosenoic acid (C20:1) อาจเนื่องมาจากการสะสมไขมันในส่วนของไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสูงกว่าสุกรเพศเมีย โดยมีรายงานว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อทำให้สัดส่วนของ C16:0, C16:1 และ C18:1 ในฟอสโฟลิปิดสูงขึ้นแต่สัดส่วนของ PUFA ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (De Smet *et al*., 2004) จึงทำให้อัตราส่วนของ PUFA:SFA ต่ำกว่าสุกรเพศเมีย ผลที่ได้นี้สอดคล้องกับรายงานของ van Oeckel *et al.* (1996) และ Warnants *et al.* (1996) ที่พบว่าสุกรเพศเมียมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบของไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (intramuscular fat) สูงกว่าสุกรเพศผู้ตอน ซึ่งกระบวนการ desaturation และ elongation ของ C18:2 และ C18:3 ของสุกรเพศผู้ตอนอาจได้รับผลกระทบจากการสูญเสียหน้าที่การทำงานทางเพศ (sexual function) อันเนื่องจากการตอน (Högberg *et al*., 2003)

กล้ามเนื้อสันนอกของสุกรในกลุ่มน้ำหนักฆ่า 90 กก. มีอัตราส่วนของ PUFA:SFA สูงกว่าทั้งกลุ่ม 100 และ 110 กก. สำหรับอัตราส่วนของ n6:n3 fatty acid พบว่า กลุ่มน้ำหนักฆ่า 110 กก. มีค่าสูงสุด รองลงมาคือกลุ่ม 100 และ 90 กก. ตามลำดับ การที่สัดส่วนของ PUFA ลดลงในเนื้อเยื่อไขมันของสัตว์ที่มีอายุมากขึ้นอาจเนื่องมาจากการสะสมไขมันที่เพิ่มขึ้น แต่การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อหรือผนังเซลล์ที่ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยฟอสโฟลิปิดและ PUFA อยู่ในอัตราเกือบคงที่ จึงทำให้ความเข้มข้นของ SFA ใน adipose tissue เพิ่มขึ้นตามน้ำหนักฆ่าที่เพิ่มขึ้นได้ (Lo Fiego *et al*.,

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2005) นอกจากนี้ Ponnampalam *et al.* (2002) รายงานว่ากรดไขมันโอเมก้า 3 สายยาวพบในเยื่อเซลล์เมมเบรนในส่วนของฟอสโฟลิปิดสูงกว่าส่วนของไตรกลีเซอไรด์

ด้านคุณภาพไขมัน ;

ค่าสีของไขมัน ความแข็งของไขมัน และจุดหลอมเหลวของไขมันสันหลัง

จากการวัดค่าสีของไขมันสันหลังของสุกรพบว่า ปัจจัยของอาหาร เพศ และน้ำหนักฆ่าไม่มีผลต่อค่าสี (L*, a* และ b*) แต่มีรายงานว่าการเสริมน้ำมันปลาลงในอาหารสุกรทำให้สุกรมีไขมันสีเข้มขึ้น (Karrick, 1990) อาจเนื่องมาจากรงควัตถุที่อยู่ในน้ำมันปลาที่นำมาใช้เป็นอาหารสุกร นอกจากนี้มีรายงานว่าไขมันที่มีสีเหลืองเพิ่มขึ้น เกิดจากการสะสมกรดไขมัน linoleic acid และ linolenic acid เพิ่มขึ้น (Maw *et al*., 2003) นอกจากนี้มีรายงานว่าสุกรเพศผู้ตอนที่มีการสะสมไขมันสันหลังมากกว่าสุกรเพศเมีย ทำให้ไขมันมีสีขาวกว่าสุกรเพศเมีย และการสะสมรงควัตถุที่เพิ่มขึ้นตามอายุ หรือผลจากการออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้น ทำให้สีของไขมันเข้มขึ้นได้ (Warnants *et al*., 1996)

การวัดค่าความแข็งของไขมันสันหลังของสุกรพบว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลามีไขมันอ่อนกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับการศึกษาของ Irie and Sakimoto (1992) พบว่าการเสริมน้ำมันปลามีผลให้ความแข็งของไขมันสุกรลดลงเนื่องจากมี PUFA ประกอบอยู่สูง และยังส่งผลให้จุดหลอมเหลว (melting point) มีแนวโน้มลดลง ซึ่งความแน่นของไขมันมีความสัมพันธ์ทางบวกต่อกรดไขมัน C16:0 และ C16:1 และมีความสัมพันธ์ทางลบต่อกรดไขมัน C18:2 และ C18:3 ที่มีอยู่ในไขมันสันหลัง (Piedrafita *et al*., 2001) สอดคล้องกับรายงานของ Wood and Enser (1997) รายงานว่าผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่มีองค์ประกอบของกรดไขมันโอเมก้า 3 สูง มีความแน่น (firmness) ลดลง นอกจากนี้โครงสร้างของกรดไขมันก็มีผลต่อจุดหลอมเหลวเช่นกัน โดยกรดไขมันแบบทรานส์ (trans fatty acid) มีจุดหลอมเหลวสูงกว่ากรดไขมันแบบซีส (cis fatty acid) และกรดไขมันแบบกิ่งก้านสาขา (branched fatty acid) มีจุดหลอมเหลวต่ำกว่ากรดไขมันแบบสายตรงที่จำนวนคาร์บอนเท่ากัน (Wood *et al*., 2003) สำหรับการศึกษาของ Suzuki *et al.* (2003) รายงานว่าจุดหลอมเหลวของไขมันใต้ผิวหนังทั้ง 2 ชั้นของสุกรมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความเข้มข้นของ SFA (C16:0 and C18:0) และมีความสัมพันธ์ทางลบกับ MUFA (C18:1) ส่วน King *et al.* (2004) รายงานว่า SFA ที่เพิ่มขึ้นที่ตำแหน่งของ sn-1/3 ของไตรกลีเซอไรด์ มีผลไปเพิ่มจุดหลอมเหลวของไขมันโดยการเพิ่มแรงวันเดอร์วาล์ว (van der Waals forces)

สำหรับปัจจัยของเพศพบว่าสุกรเพศเมียมีไขมันสันหลังที่อ่อนกว่า และมีจุดหลอมเหลวสูงกว่า เมื่อเทียบกับสุกรเพศผู้ตอนเนื่องจากมี PUFA:SFA เป็นองค์ประกอบอยู่สูงกว่าเพศผู้ตอน (van Oeckel *et al*., 1996)

ส่วนปัจจัยของน้ำหนักฆ่าในการทดลองนี้ไม่มีผลต่อค่าความแข็ง และจุดหลอมเหลวของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไขมัน เนื่องจากมีค่า PUFA:SFA ไม่ต่างกันในแต่ละกลุ่ม แต่มีรายงานว่าความแข็งของไขมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักฆ่าที่เพิ่มขึ้น อันเนื่องจากปริมาณน้ำและอัตราส่วนของ PUFA:SFA ในไขมันสันหลังของสุกรลดลงตามน้ำหนักฆ่าที่เพิ่มขึ้น (Wood *et al*., 1984; Lo Fiego *et al*., 2005)

การวิเคราะห์ค่า TBARS และปริมาณคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ในไขมันสันหลัง

จากการวิเคราะห์ค่า TBARS ของไขมันสันหลัง พบว่าตั้งแต่วันที่ 3 ของการเก็บรักษาไขมันของสุกรกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลามีค่า TBA สูงกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับการศึกษาของ Irie and Sakimoto. (1992) และ Bryhni *et al*. (2002) พบว่าการเสริมน้ำมันปลา (0.2-6%) สามารถทำให้เนื้อและไขมันของสุกรมีความไวต่อการหืนเพิ่มขึ้นได้ โดยมีคำแนะนำที่เหมาะสมสำหรับสุกรขุนว่าในไขมันสันหลังควรมี PUFA น้อยกว่า 23% เพื่อลดปัญหาของกระบวนการออกซิเดชัน

สำหรับอิทธิพลจากเพศพบว่า ค่า TBA ในวันที่ 6 ของสุกรเพศเมียมีค่าสูงกว่าสุกรเพศผู้ตอน ทั้งนี้เนื่องจากอัตราส่วนของกรดไขมัน PUFA:SFA ในไขมันสันหลังของสุกรเพศเมียมีค่าสูงกว่าสุกรเพศผู้ตอนจึงทำให้ไวต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันมากกว่า (Jaturasitha *et al*., 2002a)

ส่วนอิทธิพลจากน้ำหนักฆ่าพบว่า ในวันที่ 6 ค่า TBA ของกลุ่มน้ำหนักฆ่า 110 กก. มีค่ามากกว่ากลุ่ม 90 กก. แต่ทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกับกลุ่ม 100 กก. สาเหตุที่ค่า TBA ของไขมันสันหลังเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักฆ่าที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณน้ำในเนื้อเยื่อไขมันลดลงและสัดส่วนไขมันสุทธิเพิ่มขึ้นตามอายุของสุกร จึงทำให้มีโอกาสเกิดปฏิกิริยา oxidation ได้มากกว่า (Lo Fiego *et al*., 2005)

ระดับคอเลสเตอรอลในไขมันสันหลังไม่ได้รับผลกระทบจากปัจจัยของอาหาร เพศ และน้ำหนักฆ่า แต่อัตราการสะสมของคอเลสเตอรอลในไขมันสันหลังของสุกรกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลาต่ำกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับรายงานของ Horrocks and Yeo (1999) ที่พบว่าการเสริม DHA เป็นการเพิ่มสัดส่วนของ HDL:LDL และลดสัดส่วนของ total cholesterol:HDL ลง สำหรับอัตราการสะสมคอเลสเตอรอลในไขมันสันหลังต่อปริมาณของไขมันที่ได้รับที่ลดลงเมื่อน้ำหนักฆ่าเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากการเจริญเติบโตที่ช้าลงของสุกรเมื่ออายุมากขึ้น (Whittemore, 1998) สอดคล้องกับรายงานของ Bragagnolo and Rodriguez-Amaya (2002) รายงานว่าระดับคอเลสเตอรอลทั้งในเนื้อและไขมันสันหลังของสุกรจะลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น ส่วน Piironen *et al*. (2002) รายงานว่าระดับคอเลสเตอรอลไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณไขมันที่มีอยู่ โดยทั่วไปแล้วคอเลสเตอรอลในอาหารมีผลต่อระดับคอเลสเตอรอลในเลือดเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากร่างกายสามารถปรับสมดุลได้เอง ดังนั้นระดับของคอเลสเตอรอลในอาหารจึงมีบทบาทน้อยกว่าระดับของ SFA โดยเฉพาะอย่างยิ่ง myristic acid, lauric acid และ palmitic acid (Howell *et al*., 1997) สำหรับการศึกษาในมนุษย์ถ้าเทียบประชากรทั้งหมดเป็น 100 คน จะมีผู้ที่ sensitive ต่อระดับคอเลสเตอรอล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในอาหารอยู่เพียง 15-20 คน จากการทดลองให้ผู้ทดสอบบริโภคอาหารที่มีคอเลสเตอรอลลดลงจาก 400 มก./วัน เป็น 300 มก./วัน พบว่าผู้ที่ sensitive มีระดับของคอเลสเตอรอลในเลือดลดลง 3.2 มก./ดล. ส่วนผู้ที่ insensitive มีการชดเชยระดับคอเลสเตอรอลในอาหารที่ลดลงไปด้วยการสังเคราะห์ขึ้นเองภายในร่างกาย (McNamara, 1997) นอกจากนี้มีรายงานว่าผู้ที่ประสบกับภาวะ hyperlipidemia มีความ sensitive ต่อระดับของคอเลสเตอรอลในอาหารเพิ่มขึ้น โดยพบว่าการบริโภคอาหารที่มีคอเลสเตอรอลระดับสูง (700 มก.) ในหนึ่งมื้อสามารถตรวจพบสัญญาณของ atherogenic ในผู้ที่เป็น hypertriglyceridemia ยกเว้นผู้ทดสอบที่มีสุขภาพดี (McNamara *et al*, 1987)

แม้ว่าในการทดลองนี้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของระดับไตรกลีเซอไรด์ในไขมันสันหลังจากปัจจัยของอาหารและเพศ อาจเนื่องมาจากสุกรกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลาได้รับไขมันสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่เมื่อคำนวณเทียบเป็นการสะสมไตรกลีเซอไรด์ต่อปริมาณไขมันที่สุกรได้รับ 1 กก. แล้วพบว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลามีอัตราการสะสมไตรกลีเซอไรด์ที่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับรายงานที่ว่า กรดไขมันโอเมก้า-3 สามารถยับยั้งการสังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์ที่ตับโดยการลดปริมาณของ mRNA ของเอนไซม์ acetyl-CoA carboxylase (Chark and Armstrong, 1988 อ้างโดย ฌาตยาและคณะ, 2540) สำหรับปัจจัยของน้ำหนักฆ่าพบว่า ระดับไตรกลีเซอไรด์ในไขมันสันหลังของสุกรกลุ่ม 110 และ 100 กก. มีค่ามากกว่ากลุ่ม 90 กก. เนื่องจากสุกรกลุ่มที่มีน้ำหนักฆ่าระดับสูงได้รับไขมันมากกว่ากลุ่มที่มีน้ำหนักฆ่าระดับต่ำ แม้ว่าอัตราการสะสมไตรกลีเซอไรด์จะลดลงตามน้ำหนักฆ่าที่เพิ่มขึ้นก็ตาม ซึ่ง Bragagnolo and Rodriguez-Amaya (2002) รายงานว่า total lipid เพิ่มขึ้นอย่างคงที่ตามอายุที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีการสะสมไตรกลีเซอไรด์สูงขึ้นตามไปด้วย (Leszcynski *et al*., 1992)

องค์ประกอบกรดไขมันในไขมันสันหลัง

จากการวิเคราะห์กรดไขมันในไขมันสันหลังของสุกรกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลาพบว่ามีกรดไขมัน C16:0 และ C18:1n9c ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม แต่มี C17:0, C17:1, C18:1n9t, C20:1, ARA, EPA, C24:0 และ DHA สูงกว่า โดยกลุ่มน้ำมันปลามี MUFA และอัตราส่วนของ n6:n3 fatty acid ต่ำกว่า แต่มี PUFA, total n3 fatty acid และอัตราส่วนของ PUFA:SFA สูงกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับองค์ประกอบของกรดไขมันที่พบอาหาร ซึ่งกรดไขมันในไขมันสันหลังทั้งสองชั้น และไขมันช่องท้องของสุกรสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามองค์ประกอบของกรดไขมันในอาหาร (Madsen *et al*., 1992; Bee *et al*., 2002) โดย Warnants *et al*. (1996) รายงานว่า PUFA ที่พบในอาหารและไขมันสันหลังมีค่าสหสัมพันธ์สูง (0.8-0.9) สนับสนุนด้วยการศึกษาของ Bryhni *et al.* (2002) รายงานว่า การปรับสูตรอาหารสุกรให้มี PUFA ระดับสูง (50% ของไขมันทั้งหมด) สามารถเพิ่มสัดส่วนของของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

PUFA ในไขมันสันหลังได้ และพบว่าระดับของ C18:2, C18:3 รวมทั้ง PUFA ในอาหารมีสหสัมพันธ์กับระดับที่มีอยู่ในไขมันสันหลัง (R^2 = 0.80, 0.81 และ 0.80 ตามลำดับ) เช่นการเสริม linseed oil ในระดับ 4% ลงในอาหารสุกรสามารถเพิ่มระดับของ C20:3n3, EPA และ DHA ในไขมันสันหลังได้ (Fontanillas *et al*., 1998) ส่วนการที่ MUFA ของกลุ่มน้ำมันปลาต่ำกว่ากลุ่มควบคุมโดยเฉพาะอย่างยิ่ง C18:1n9c อาจเนื่องมาจากการยับยั้งเอนไซม์การทำงานของ stearoyl-CoA desaturase ที่ใช้ในการเปลี่ยน SFA ไปเป็น MUFA ซึ่งเป็นผลมาจาก PUFA ที่มีอยู่สูงในอาหารของกลุ่มน้ำมันปลา (Klingenberg *et al*., 1995; Warnants *et al*., 1999; Kouba *et al*., 2003) จากการศึกษาของ Pfalzgraf *et al.* (1995) พบว่าการเลี้ยงสุกรด้วยน้ำมันถั่วเหลืองเป็นเวลา 3 เดือนก่อนฆ่าทำให้ C18:1 ในกล้ามเนื้อสันลดลงแต่ระดับ PUFA เพิ่มขึ้น แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าในการทดลองครั้งนี้สัดส่วนของ n6:n3 fatty acid ในไขมันสันหลังมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงแคบกว่าที่พบในกล้ามเนื้อสันนอก ซึ่งตรงกับรายงานของ Ding *et al*. (2003) ที่พบว่ารูปแบบของกรดไขมันในเนื้อเยื่อต่างๆ ของสุกรสามารถเปลี่ยนแปลงไปตามรูปแบบของกรดไขมันในอาหารที่ใช้เลี้ยง โดยเนื้อเยื่อตับ และกล้ามเนื้อโครงร่าง จะมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของกรดไขมันได้ดีกว่าในพลาสมาและเนื้อเยื่อไขมัน นอกจากนี้พบว่าเนื้อสันจากสุกรกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลาประมาณ 2.29 กก. หรือไขมันสันหลังประมาณ 61.73 ก. มีปริมาณ EPA + DHA เท่ากับ 1 ก. ตามคำแนะนำให้มีการบริโภคต่อวัน (American Heart Association, 2000)

สำหรับสุกรเพศเมียพบว่ามีกรดไขมัน C14:0 และ C16:0 ต่ำกว่าสุกรเพศผู้ตอน แต่มี C18:2n6 และ C18:3n3 สูงกว่า โดยสุกรเพศเมียมี SFA ต่ำกว่า แต่มี PUFA total n6 fatty acid และ PUFA:SFA สูงกว่าสุกรเพศผู้ตอน สอดคล้องกับรูปแบบของกรดไขมันที่พบในกล้ามเนื้อสันนอก สนับสนุนโดยการศึกษาของ Piedrafita *et al.* (2001) พบว่าสุกรเพศเมียมีสัดส่วนของกรดไขมัน C18:2 และ C18:3 สูงกว่าสุกรเพศผู้ตอน นอกจากนี้รูปแบบของกรดไขมันในไขมันสันหลังยังขึ้นอยู่กับความหนาของไขมันสันหลังอีกด้วย สังเกตได้จากการที่สุกรเพศผู้ตอนมีความหนาของไขมันสันหลังสูงกว่าสุกรเพศเมีย ซึ่งทำให้มี SFA เป็นองค์ประกอบสูงกว่า (Wood *et al*., 1989; Warnants *et al*., 1999)

นอกจากนี้ พบว่าอัตราส่วนของ n6:n3 fatty acid ในไขมันสันหลังของสุกรกลุ่มน้ำหนักฆ่าที่ 110 กก. สูงกว่าทั้งกลุ่ม 100 และ 90 กก. สอดคล้องกับองค์ประกอบของกรดไขมันในสูตรอาหาร เนื่องจากสุกรกลุ่มน้ำหนักฆ่า 110 กก. ได้รับอาหารสูตรที่ 3 (อาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรตั้งแต่ 81.5 กก. ถึงน้ำหนักฆ่า) มากกว่ากลุ่ม 100 และ 90 กก. ตามลำดับ โดยพบว่าอาหารสูตรที่ 3 นี้มีผลรวมของกรดไขมันและอัตราส่วนของ n6:n3 fatty acid สูงกว่าสูตรที่ 2 และ สูตรที่ 1 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าองค์ประกอบกรดไขมันในไขมันสันหลังสุกรเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็วจากปัจจัยของอาหาร (Irie

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

and Sakimoto, 1992) โดยการศึกษาของ Gatlin *et al*. (2002) พบว่าการเสริมแหล่งอาหารไขมันให้แก่สุกรเป็นเวลา 6-8 สัปดาห์ สามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบของกรดไขมันในไขมันสันหลังได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งการสะสมไขมันของสุกรเกิดขึ้นมากที่สุดในช่วงขุน และระดับของเอนไซม์ที่ใช้ในการสร้างไขมันสะสม (lipogenic enzyme) เพิ่มขึ้นตามอายุของสุกร (Mourot *et al*., 1995) และสัดส่วนของ PUFA จะเพิ่มขึ้นถ้าไขมันสะสมลดลงจากการเลี้ยงแบบจำกัดอาหารเทียบกับการให้กินแบบไม่จำกัด (ad libitum) (Wood, 1984)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved