บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

กรดไขมันไม่อิ่มตัวโอเมก้า-3 และโอเมก้า-6 (omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acid)

กรดไขมันไม่อิ่มตัวในตระกูลโอเมก้า-3 (n-3 PUFA) เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่หลายตำแหน่ง และพันธะคู่ตำแหน่งแรก อยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 นับจากปลายด้านหมู่เมธิล (methyl, $-CH_3$) เช่น alpha-linolenic acid (ALA), eicosapentaenoic acid (EPA) และ docosahexaenoic acid (DHA) พบมากในน้ำมันดอกคำฝอย น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกพริมโรส น้ำมันจากปลาทะเลลึก เช่น ปลาทูน่า ปลาซาร์ดีน และปลาเมนฮาเดน เป็นต้น (นิธิยา และวิบูลย์, 2543)

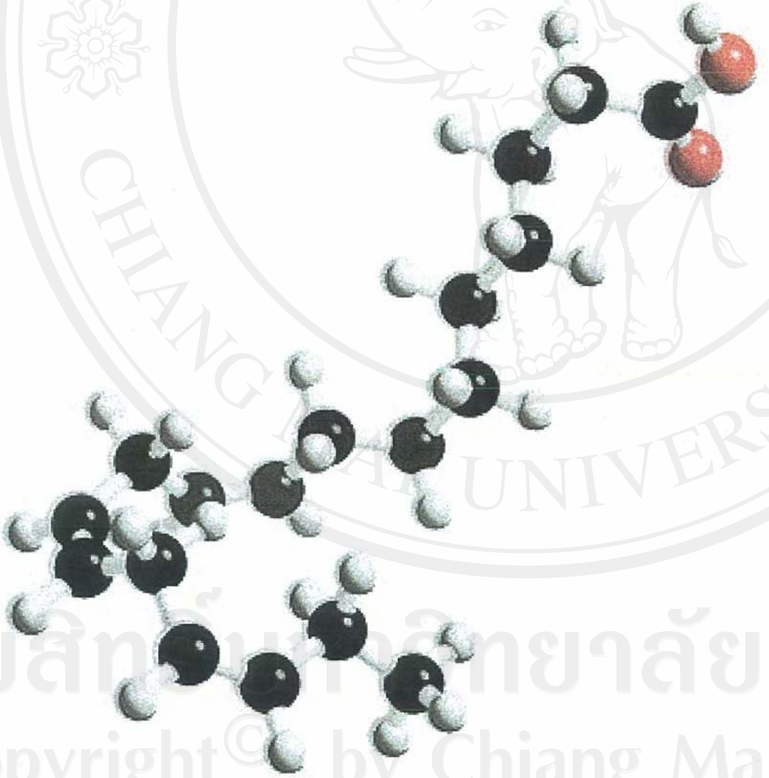

Figure 1: The 3D model of the alpha-linolenic acid. (Harrison, 2006: Online)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Figure 2: The 3D model of the eicosapentaenoic acid, EPA. (Harrison, 2006: Online)

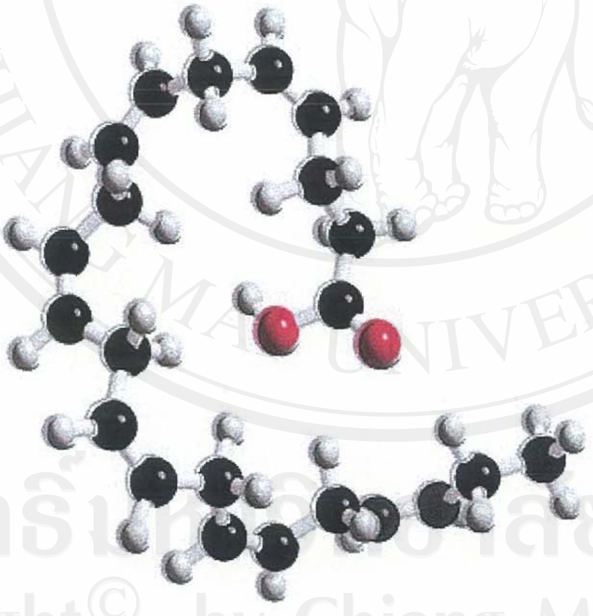

Figure 3: The 3D model of the docosahexaenoic acid, DHA. (Harrison, 2006: Online)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กรดไขมันไม่อิ่มตัวในตระกูลโอเมก้า-6 (n-6 PUFA) เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่หลายตำแหน่ง และพันธะคู่ตำแหน่งแรก อยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 6 นับจากปลายด้านหมู่เมธิล (methyl, $-CH_3$) เช่น linoleic acid (LA) และ arachidonic acid พบมากในเนื้อสัตว์ และเมล็ดธัญพืช (นิธิยา และวิบูลย์, 2543)

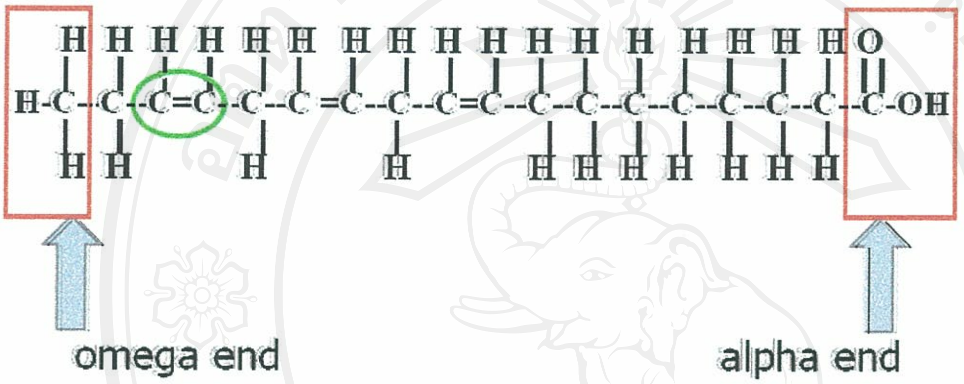

Figure 4: Essential fatty acid omega-3 (alpha-linolenic acid) (adapted from Voet and Voet, 1995)

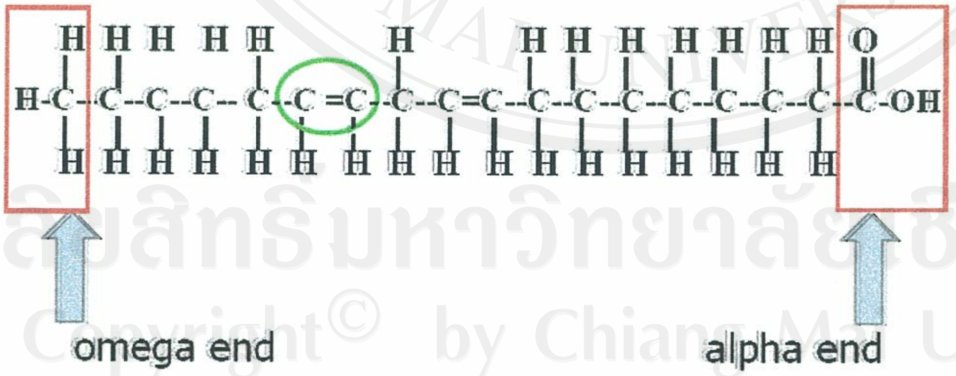

Figure 5: Essential fatty acid omega- 6 (linoleic acid) (adapted from Voet and Voet, 1995)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทบาทของกรดไขมันที่จำเป็น (role of essential fatty acids)

กรดไขมันที่จำเป็น (essential fatty acids) เป็นกรดไขมันที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการเผาผลาญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณผนังเซลล์ และส่วนของเซลล์ที่ทำหน้าที่เฉพาะ นอกจากนี้ยังช่วยให้เซลล์ต่างๆ คงตัว และ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น (Barasi, 2003) ซึ่งอาการที่แสดงการขาดกรดไขมันที่จำเป็นดูได้จากคุณสมบัติของเซลล์ที่เปลี่ยนไป โดยพบว่าเซลล์จะเสียคุณสมบัติของการเลือกผ่านของสาร (permeability) และลดประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้ของพลังงาน ส่งผลให้การเจริญเติบโตลดลง (Murray *et al*., 2003; Whittemore, 1998)

กรดไขมันไม่อิ่มตัวโอเมก้า-3 เป็นกรดไขมันจำเป็นที่มีความสำคัญต่อเยื่อหุ้มเซลล์ของระบบประสาท และสมองโดยเฉพาะอย่างยิ่ง เยื่อเรตินาที่ทำหน้าที่รับภาพจากแก้วตา โดยพบ DHA อยู่ในเซลล์เนื้อเยื่อเรตินา นอกจากนี้ยังพบปริมาณของ DHA ระดับสูงในสมองของเด็กทารกที่อยู่ในครรภ์ และเยื่อเรตินาในระยะสุดท้ายของการตั้งท้อง DHA มีผลต่อการเจริญเติบโตในช่วงแรกของเด็กทารกรวมถึงการพัฒนาสมองของเด็กทารกอีกด้วย (British Nutrition Foundation, 1999)

ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวโอเมก้า-6 ช่วยรักษาโครงสร้างของเซลล์ผิวหนัง และเยื่อบุต่างๆ ไม่ให้สารผ่านเข้าออกมากจนเกินไป รวมถึงการทำให้เลือดแข็งตัวโดยมีฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องคือ thromboxane และช่วยละลายลิ่มเลือดซึ่งเกี่ยวข้องกับฮอร์โมน prostacyclin อีกทั้งกรดไขมันไม่อิ่มตัวโอเมก้า-6 สามารถช่วยเพิ่มน้ำหนักตัวในทารกแรกเกิดได้ (British Nutrition Foundation, 1999)

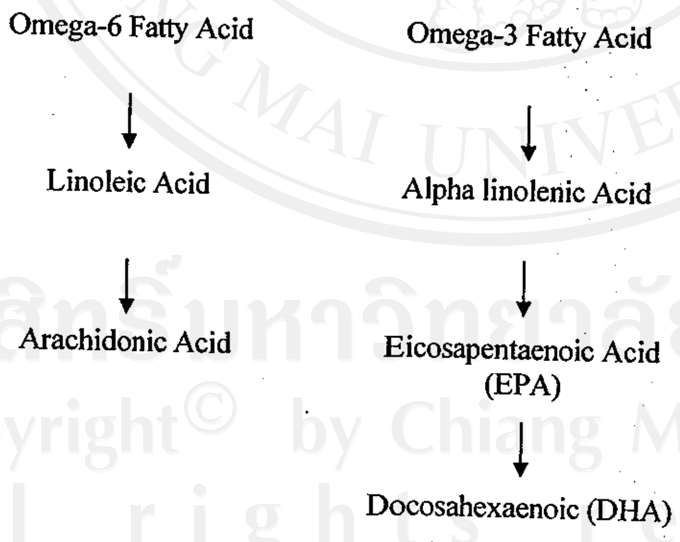

Figure 6: Metabolism of the omega-6 and omega-3 essential fatty acids (adapted from California Olive Industry: Online)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การบริโภคกรดไขมันโอเมก้า-3 (omega-3 fatty acid consumption)

ผลการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ชาวตะวันตกระหว่างปี ค.ศ. 1970-1979 พบว่าอัตราการตายเนื่องจากหัวใจขาดเลือดของชาวเอสกิโมที่เกาะกรีนส์แลนด์ประเทศเดนมาร์กต่ำกว่าอัตราการตายเนื่องจากโรคเดียวกันของชาวเดนมาร์ก และทั้งๆ ที่อาหารของชาวเอสกิโมมีปริมาณคอเลสเตอรอลสูงกว่าอาหารของชาวเดนมาร์กถึงเท่าตัว แต่ปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือดของชาวเอสกิโมต่ำกว่าชาวเดนมาร์กมาก และเมื่อนำชาวเอสกิโมจากเกาะกรีนส์แลนด์ไปอยู่ที่เดนมาร์ก และให้รับประทานอาหารตามแบบของคนเดนมาร์กแทน พบว่าระดับของคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ ในเลือดของคนเอสกิโมเพิ่มขึ้นอย่างมาก และเมื่อศึกษาถึงองค์ประกอบไขมันในเลือด พบว่าเมื่อระดับคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ต่ำ ปริมาณ arachidonic acid ก็จะต่ำด้วย ขณะที่ปริมาณ EPA สูง ในทางตรงข้ามเมื่อปริมาณ คอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์สูงปริมาณ arachidonic acid จะสูงด้วย แต่ปริมาณ EPA ต่ำ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ทราบว่า EPA มีบทบาทสำคัญในการช่วยทำให้ระดับคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ ในเลือดต่ำลง และจากการศึกษาองค์ประกอบของกรดไขมันในอาหารหลักของชาวเอสกิโม ซึ่งประกอบด้วยปลาทะเล และแมวน้ำ นักวิทยาศาสตร์พบว่าไขมันพวกนี้มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง โดยส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันชนิด n-3 ที่มีไฮโดรคาร์บอนสายยาว 20-22 ตัว และมีพันธะคู่ 5-6 คู่ (EPA และ DHA) ขณะที่ไขมันหลักในอาหารของชาวเดนมาร์กมีกรดไขมันชนิดอิ่มตัวมากกว่าชนิดไม่อิ่มตัว และส่วนใหญ่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวจะเป็น linoleic acid (n-6) (Berdanier, 2000) คนญี่ปุ่นได้ชื่อว่ารับประทานปลามาก จะมีระดับกรดไขมันไม่อิ่มตัวกลุ่ม n-3 ในเนื้อเยื่อไขมันมาก และไม่ค่อยพบการตีบตันของหลอดเลือดหัวใจ แต่ในปัจจุบันคนญี่ปุ่นรุ่นใหม่ได้รับเอาวัฒนธรรมการกินแบบชาวตะวันตกมากขึ้น ทำให้อัตราการตายจากอาการหลอดเลือดตีบเพิ่มขึ้น ซึ่งผลจากการศึกษาต่อๆ มาได้สนับสนุนให้เห็นความสำคัญของไขมัน จากแหล่งอาหารทะเลต่อการลดปริมาณ คอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ และเพิ่มปริมาณ HDL (Mehta *et al.*, 1987) โดยแหล่งอาหารทะเลซึ่งมีไขมันอุดมไปด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวกลุ่ม n-3 คือปลาทะเล และสัตว์ทะเลชั้นสูงอื่นๆ โดยลูกโซ่อาหารอาจกล่าวได้ว่าสัตว์เหล่านี้ได้รับกรดไขมันดังกล่าวจากพืชทะเล ทั้งประเภทเซลล์เดียว และหลายเซลล์ เช่น แพลงตอน และสาหร่ายทะเล เป็นต้น และอาจเนื่องจากสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำ จึงทำให้สัตว์ทะเลดังกล่าวยังคงมีระดับของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอยู่สูงมาก โดยเฉพาะกลุ่ม EPA และ DHA ซึ่งยังคงสภาพเป็นของเหลวที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ของปลาคงสภาพเป็นของเหลวอยู่ได้ขณะที่ผิวน้ำกลายเป็นน้ำแข็ง (Mokady, 1995)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เมตาบอลิซึมของกรดไขมันไม่อิ่มตัวโอเมก้า-3 และ โอเมก้า-6 (metabolism of omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acid)

กระบวนการเมตาบอลิซึมของกรดไขมันเกิดในไซโตพลาสซึม (cytoplasm) ของเซลล์ตับ ต้องอาศัยเอนไซม์ไลเปส (lipase) และฟอสโฟไลเปส (phospholipase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่อยู่ใน cytoplasm โดยการนำกรดไขมันไปสังเคราะห์เป็นไตรเอซิลกลีเซอร์รอล (triacylglycerols) และฟอสโฟไลปิดส์ (phospholipids) จากนั้นนำกรดไขมันไปสลายเป็นพลังงานโดยวิถีเบต้าออกซิเดชัน (beta-oxidation) โดยเกิดในไมโตคอนเดรีย (mitochondria) ขณะที่การนำกรดไขมันที่จำเป็นไปใช้ในร่างกายขึ้นอยู่กับภาวะของเซลล์ในขณะนั้น ถ้าร่างกายขาดพลังงานกรดไขมันจะถูกส่งเข้าไปในไมโตคอนเดรีย ในรูปของ fatty acylCoA โดยเกิดวิถีเบต้าออกซิเดชันได้ผลผลิตเป็นอะเซทิลโคเอ (acetyl-CoA) เข้าวัฏจักรเครปส์ (Kreb's cycle) และได้พลังงานออกมา หรือ acetyl-CoA อาจถูกเปลี่ยนเป็นคีโตนบอดีเพื่อนำออกนอกเซลล์ตับ และส่งตามกระแสเลือดเพื่อนำไปใช้ยังเนื้อเยื่อต่างๆ ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นสารให้พลังงานแก่เนื้อเยื่อเหล่านั้น ในภาวะที่ร่างกายมีพลังงานเพียงพอ จะมีการสังเคราะห์กรดไขมันมากขึ้น ทำให้มีมาโลนิล โคเอ (malonyl-CoA) มากขึ้น และ malonyl-CoA จะไปยับยั้งเอนไซม์ carnitine acyltransferase I ไม่ให้ทำหน้าที่ขนส่ง fatty acyl-CoA เข้าสู่ไมโตคอนเดรียได้ (Voet and Voet, 1995)

การกระตุ้นกรดไขมัน คือการรวมตัวระหว่างกรดไขมันกับโคเอนไซม์เอให้กลายเป็น fatty acyl-CoA โดยใช้พลังงานจาก ATP โดยปฏิกิริยานี้มีเอนไซม์ fatty acid thiokinase เป็นตัวเร่ง แต่ fatty acyl-CoA ไม่สามารถซึมผ่านเยื่อของไมโตคอนเดรียได้ ดังนั้นจึงต้องทำปฏิกิริยากับ carnithine ให้เป็น fatty acyl-carnithine จึงสามารถซึมผ่านเยื่อไมโตคอนเดรียได้ จากนั้น Fatty acyl-carnithine ภายในไมโตคอนเดรีย จะทำปฏิกิริยากับโคเอนไซม์เอได้ fatty acyl-CoA กลับคืนมา ต่อจากนั้น carnithine ก็จะซึมผ่านเยื่อของไมโตคอนเดรียออกมาสู่ไซโตพลาสซึม พร้อมที่จะทำปฏิกิริยากับ fatty acyl-CoA ในไซโตพลาสซึมอีก ซึ่งการเผาผลาญกรดไขมันภายในไมโตคอนเดรียนี้ เรียกว่า β-oxidation

อย่างไรก็ตามกรดไขมันโอเมก้า-3 และโอเมก้า -6 นั้นต่างถูกเมตาบอไลท์ภายในเซลล์ โดยกรดไขมัน linoleic หนึ่งโมเลกุลที่อยู่ภายในเซลล์สามารถที่จะถูกต่อสายพันธะระหว่างคาร์บอน และคาร์บอนให้ยาวเพิ่มขึ้นเป็นกรดไขมัน arachidonic ที่มีคาร์บอน 20 ตัว ส่วนกรดไขมัน alpha-linolenic นั้นก็สามารถต่อสายพันธะให้เกิดเป็นกรดไขมัน EPA และในบางกรณีกรดไขมัน arachidonic และ EPA ถูกเติมคาร์บอนให้มากขึ้นไปอีกเช่น EPA ที่ถูกเมตาบอไลท์ไปเป็นกรดไขมัน DHA (Voet and Voet, 1995; Wardlaw and Insel, 1995)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ชีวเคมี และสรีระวิทยาของปฏิกิริยาจาก EPA และ DHA (biochemical and physiological mechanism of action for EPA and DHA)

การบริโภคปลาและน้ำมันปลามากขึ้น ทำให้ได้รับกรดไขมันโอเมก้า-3 เพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลในการป้องกันโรคหัวใจ และหลอดเลือด รวมถึงความผิดปกติต่างๆ นอกจากนี้การได้รับ EPA และ DHA ทำให้กรดไขมันโอเมก้า-3 ที่อยู่ในเนื้อเยื่อหรือเซลล์ และในระบบหมุนเวียนไขมันของร่างกายเพิ่มขึ้น และจะเกิดขึ้นพร้อมกับการลดลงของกรดไขมันโอเมก้า-6 เช่น linoleic acid (LA) และ arachidonic acid (AA) นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของกรดไขมันจะเกิดอย่างเฉพาะเจาะจงภายในเยื่อหุ้มเซลล์ บริเวณพันธะของฟอสโฟไลปิดส์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างดังกล่าว และมีผลต่อคุณสมบัติทาง physiochemical ของเยื่อหุ้มเซลล์ มีผลต่อการส่งสัญญาณของเซลล์ การแสดงออกของยีนส์ กระบวนการสังเคราะห์สารต่างๆ และรูปแบบต่างๆ ของสาร eicosanoid ซึ่งเป็นสารที่ถูกสร้างโดยการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ต่อ AA และ EPA เช่น prostaglandin, leukotrienes และ thromboxanes ทำให้เป็นประโยชน์ต่อกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่เกิดขึ้นกับโรคหัวใจ และหลอดเลือด ซึ่งจะมีทั้งกระบวนการที่ต้องขึ้นอยู่กับสาร eicosanoid และไม่ขึ้นอยู่กับสาร eicosanoid จากตัวอย่างการลดลงของเกล็ดเลือด (platelet) หรือผลจากการต่อต้านการอุดตันของเส้นเลือด (antithrombotic effect) พบว่าเมื่อได้รับ EPA และ DHA ทำให้การสะสมตัวของสาร eicosanoid หรือที่รู้จักกันคือ thromboxane A_2 (TxA_2) ลดลง และมีการแทนที่ AA (กรดไขมันโอเมก้า-6 และสารตั้งต้นของ TxA_2) ที่ฟอสโฟไลปิดส์บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ด้วย EPA และ DHA ทำให้การกระตุ้นของ TxA_2 ของ platelet นั้นลดลง นอกจากนั้น EPA ยังมีผลในการยับยั้งการสร้างเอนไซม์ไซโคลออกซิเจนเนส (cyclooxigenase enzyme; COX) ที่เชื่อมต่อ AA กับ TxA_2 ทำให้การเกิดลิ่มเลือดลดลงอีกด้วย (Figure 7) (Holub, 2002; Voet and Voet, 1995)

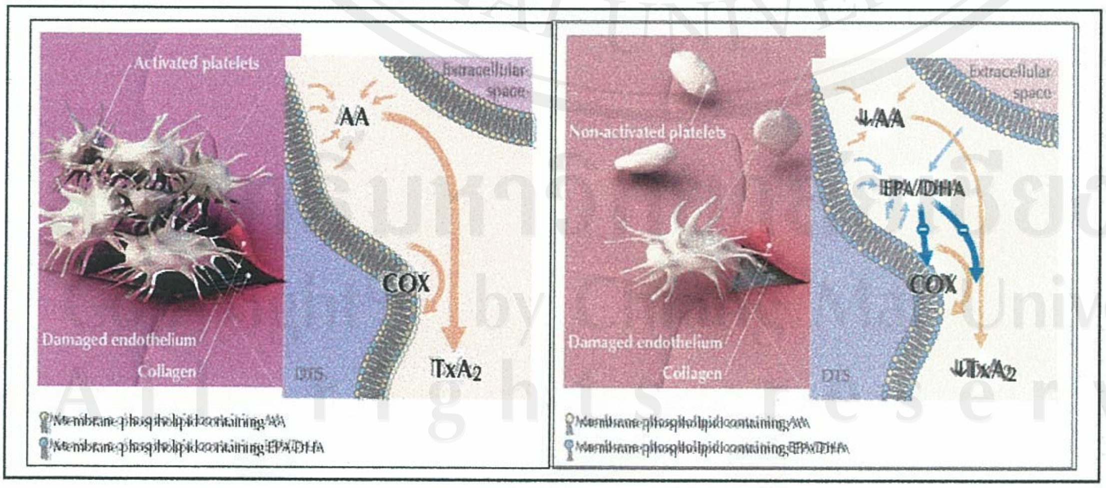

Figure 7: Platelet aggregation at damaged endothelial cells (left), increasing EPA and DHA, leading to reduced platelet aggregation (right). (Holub, 2002)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright by Chiang Mai University
All rights reserved

ความสำคัญของสัดส่วนกรดไขมันโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 (importance of omega-6/omtga-3 essential fatty acids)

สัดส่วนของกรดไขมันโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 ที่ควรมีในอาหารสำหรับการบริโภคทั่วไปจะมีค่าประมาณ 4 ในขณะที่ประเทศตะวันตกจะมีสัดส่วนอยู่ที่ 15/1 ถึง 16.7/1 จะเห็นได้ว่าการที่สัดส่วนของโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 มีค่าค่อนข้างสูงในอาหารแถบประเทศตะวันตกเนื่องจากขาดแหล่งของกรดไขมันไม่อิ่มตัวโอเมก้า-3 แต่ได้รับอาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวโอเมก้า-6 ในปริมาณที่สูงเกินความจำเป็น อย่างไรก็ตามการได้รับกรดไขมันไม่อิ่มตัวโอเมก้า-6 รวมถึงการได้รับสัดส่วนของกรดไขมันโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 ในปริมาณที่มากเกินความจำเป็นจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจ โรคมะเร็ง โรคเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันที่ผลิตแอนติบอดีขึ้นต่อต้านเนื้อเยื่อของตัวเอง เป็นต้น และพบว่าสัดส่วนของกรดไขมันโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 ที่พบในอาหารมีผลดังนี้ (Simopoulos, 2001) (Table 1)

Table 1: The importance of ratio of omega-6/omtga-3 essential fatty acids (adapted from Simopoulos, 2001)

Ratio n-6 / n-3	Importance of essential fatty acids
• 4/1	associated with 70% decrease in total mortality
• 2.5/1	reduced rectal cell proliferation in patient
• Low ratio of n-6 / n-3	in woman, decreased risk of breast cancer
• 2-3/1	suppressed inflammation in patients with rheumatoid arthritis
• 5/1	beneficial effect on patients with asthma
• 10/1	adverse consequences

Eicosapentaenoic acid (EPA) และ Docosahexaenoic acid (DHA)

EPA และ DHA เป็นกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่มีความสำคัญ และพบมากในปลา น้ำมันปลา รวมถึงสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในทะเล ซึ่งอาหารดังกล่าวถูกนำมาใช้ประกอบอาหารเพื่อให้เป็นแหล่งของกรดไขมันโอเมก้า-3 โดยปลาที่เป็นแหล่งของกรดไขมันโอเมก้า-3 ได้แก่ ปลาแซลมอน ปลาทูน่า ปลาซาร์ดีน ปลาแม็กเคอเรล และปลาเฮริง เป็นต้น (Table 2)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จาก Table 2 แสดงให้เห็นถึงปริมาณของ ALA โดยเฉพาะอย่างยิ่ง EPA และ DHA มีหน่วยเป็นกรัมต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (6 oz) ซึ่งแสดงในคอลัมน์ของ Omega-3 oils และ LA ซึ่งเป็นแหล่งของโอเมก้า-6 ในคอลัมน์ Omega-6 oils อย่างไรก็ตามปริมาณของกรดไขมันที่พบในปลา และอาหารทะเลค่อนข้างแปรปรวนขึ้นอยู่กับ สายพันธุ์ แหล่งที่อยู่อาศัย ฤดูที่จับปลา และกระบวนการบรรจุภัณฑ์ก่อนถึงผู้บริโภค นอกจากนี้ปลาที่มีอยู่ในธรรมชาติและปลาที่เลี้ยงในฟาร์มก็เป็นแหล่งของกรดไขมันโอเมก้า -3 ที่ดีเช่นกัน อย่างไรก็ตามปริมาณของกรดไขมันโอเมก้า -3 ยังขึ้นอยู่กับอายุของปลาที่จับด้วยเช่นกัน (Kris-Etherton *et al.*, 2002)

Table 2: Fatty acid levels in various foods. (adapted from Kris-Etherton *et al.*, 2002)

Fish Species	Omega-3 oils (g) per 6 oz serving	Omega-6 oils (g) per 6 oz serving
Salmon		
Mixed species	1.4-3.0	0.8- <0.1
Atlantic, farmed	2.2-3.67	0.8-2.9
Atlantic, wild	1.8-3.1	0.3
Tuna		
Canned, mixed species, in water	0.5-1.4	0.2- <0.1
Fresh	0.5-2.6	-
Sardines in oil	2.0-3.4	6.0
Mackerel	0.7-3.1	0.7- <0.1
Herring	3.4-3.6	1.2-2.0
Trout, rainbow		
Farmed	2.0	1.6
Wild	1.7	
Cod	0.3-0.5	<0.1
Catfish	0.3-0.4	0.4
Flounder/Sole	0.84	<0.1
Oyster		
Pacific	2.34	0.1
Eastern	0.94	
Other mollusks	0.3-0.5	0.2- <0.1
Crustaceans	0.1- 0.8	0.1- <0.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนี้แหล่งของ ALA จะพบมากในพืชที่ให้น้ำมัน โดย ALA จะถูกสังเคราะห์ขึ้นในส่วนของคลอโรพลาสที่มีมากในใบ และเมล็ด ซึ่งพบว่า flaxseed (linseed) oil จะมีปริมาณกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 อยู่สูง เช่นเดียวกับน้ำมันถั่วเหลือง (soybean oil) ที่มีกรดไขมันชนิดโอเมก้า -3 และกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 อยู่สูง (Table 3)

Table 3: Predominant essential fatty acids in common oils. (Maggie, 2004)

Omega-3 oils	**Omega-6 oils**
Canola oil	Borage oil
Fish oil	Corn oil
Flaxseed oil	Cottonseed oil
Soybean oil *	Grapeseed oil
Walnut oil	Peanut oil
	Primrose oil
	Safflower oil
	Sesame oil
	Soybean oil *
	Sunflower oil

*—Soybean oil is included in both categories because it is higher in omega-6 fatty acids than most omega-3 oils.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลของโอเมก้า-3 ต่อประสิทธิภาพการผลิต (effect of omega-3 on performance production)

Pascual *et al.* (2006) ทำการศึกษาการเพิ่มระดับของ linoleic (0, 2, 4 และ 8%) ในอาหารไขมันต่อประสิทธิภาพการผลิตของสุกร 4 สายพันธุ์โดยใช้สุกรแต่ละสายพันธุ์มีอายุเฉลี่ย 70 วัน พบว่าการเพิ่มระดับของ linoleic ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตต่างๆ เช่นประสิทธิภาพการใช้อาหาร (feed conversion ratio; FCR) เป็นต้นรวมถึงค่าเฉลี่ยการกินอาหารต่อวัน (average daily feed intake; ADFI) ของสุกรที่ใช้ทดลองมีค่าเฉลี่ย 1.58-1.89 กิโลกรัมต่อวัน และมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (average daily gain; ADG) อยู่ระหว่าง 0.56-0.58 กิโลกรัมต่อวัน และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าอิทธิพลของสายพันธุ์ และอาหารมีผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (P<0.001) โดยสุกรที่ได้รับอาหารเสริม linoleic 4% ในสูตรอาหารเมื่อสิ้นสุดการทดลองจะมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงกว่าสุกรที่ได้รับ linoleic 0, 2 และ 8% ในขณะที่ปฏิกิริยาร่วมระหว่างสายพันธุ์กับอาหารไม่มีผลต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (P>0.05) เช่นเดียวกับ Wistuba *et al.* (2006) ที่ทำการศึกษาการเสริมแหล่งของกรดไขมันโอเมก้า-3 โดยใช้น้ำมันปลา 3% เสริมลงไปในอาหารวัวนาน 70 วัน โดยใช้วัวที่มีน้ำหนักเริ่มทดลองเฉลี่ย 441 กิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ย 546 กิโลกรัม พบว่าวัวที่ได้รับอาหารที่ทำการเสริมแหล่งของโอเมก้า-3 จะมี ADFI ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (11.49 เทียบกับ 13.97 กิโลกรัมต่อวัน) แต่ไม่มีผลต่อ ADG อย่างไรก็ตาม การเสริมน้ำมันในสูตรอาหารช่วยเพิ่มองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ 1 พันธะ (monounsaturated fatty acid; MUFA) รวมถึงกรด linolenic และ eicosapentaenoic ในพลาสม่าที่เพิ่มขึ้น

Leskanich *et al.* (1997) ศึกษาการเสริมแหล่งของกรดไขมันชนิดโอเมก้า -3 โดยให้อาหารทดลองเมื่อสุกรมีน้ำหนัก 52 กิโลกรัม และมีน้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง 95 กิโลกรัม พบว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของน้ำมันเรปซีด และน้ำมันปลา รวมถึงเสริมแหล่งของวิตามินอีจะมี FCR ดีกว่าสุกรกลุ่มควบคุมที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมแหล่งของน้ำมันจากสัตว์ผสมกับน้ำมันจากถั่วเหลือง ในอัตราส่วน 4:1 (0.363 เทียบกับ 0.346) นอกจากนี้สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมน้ำมันเรปซีด และน้ำมันปลา มีแนวโน้มของ ADG ดีกว่าสุกรกลุ่มควบคุม (0.84 เทียบกับ 0.81 กิโลกรัม ต่อวัน) โดยสุกรเพศผู้มีการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่าสุกรเพศเมีย (0.88 เทียบกับ 0.78 กิโลกรัม ต่อ วัน) ส่วน Teye *et al.* (2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับชนิดของน้ำมัน (oil) ต่อประสิทธิภาพการผลิต โดยน้ำมันที่ใช้ทดสอบมี 3 ชนิดคือ palm kernel oil (PKO), palm oil (PO) และ soyabean oil (SBO) พบว่ามี ADG เท่ากับ 912.8, 857.7 และ 935.7 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ส่วน FCR มีค่าเท่ากับ 2.9, 2.9 และ 3.1 ตามลำดับ โดยสุกรในการทดลองไม่มีความแตกต่างในด้าน ADG และ FCR (P>0.05) Sardi *et al.* (2006) ศึกษาการเสริมสาหร่ายทะเล (marine algae; MA) ที่อุดมไปด้วย DHA ในสุกรอิตาเลี่ยนสายพันธุ์หนัก (Italian heavy pig) ที่มีน้ำหนักฆ่าเฉลี่ย 160 กิโลกรัม โดยไม่พบความแตกต่างของ ADG

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(1-56 วัน โดยมีค่าเฉลี่ย 696-732 กรัม ต่อ วัน), FCR (1-56 วัน โดยมีค่าเฉลี่ย 4.56-4.74) (P>0.05) เช่นเดียวกับ Bee *et al.* (2002) ได้เสริมแหล่งไขมันสองชนิด คือน้ำมันถั่วเหลือง และไขมันจากสัตว์ในอาหารสุกร แต่ไม่พบความแตกต่างของ ADG ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (total feed intake) และ FCR (P>0.05)

ถิรนันท์ และคณะ (2548) ศึกษาการเสริมน้ำมันปลาทูน่า 2% ในสุกรรุ่นขุนจากผลการทดลอง พบว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุม และได้รับน้ำมันปลาทูน่า 2% มีปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (total feed intake) ในระยะรุ่น (30-60 กิโลกรัม) ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) แต่ในช่วงขุน (60-น้ำหนักสุดท้าย) ของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีน้ำมันปลาทูน่า 2% มีค่า total feed intake น้อยกว่าสุกรกลุ่มควบคุม (P<0.001) เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ในการเลี้ยงในช่วงขุนของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีน้ำมันปลาทูน่า 2% มีน้อยกว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุม และเมื่อพิจารณาถึงปริมาณอาหารที่กินตลอดช่วงระยะการเลี้ยงของสุกรที่ได้รับน้ำมันปลาทูน่า 2% มีค่าน้อยกว่าสุกรที่ได้รับอาหารควบคุม (P<0.001) แต่เมื่อพิจารณาถึง ADFI ตลอดช่วงระยะเวลาในการเลี้ยง พบว่าสุกรที่ได้รับอาหารทั้งสอง 2 ชนิดมี ADFI ไม่แตกต่างกันตลอดระยะรุ่น-ขุน (P>0.05) ส่วน FCR ของสุกรที่ได้รับอาหารทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกันในทุกระยะ (P>0.05) สำหรับอิทธิพลของเพศ พบว่าทั้งสุกรเพศผู้ตอน และเพศเมียมี total feed intake และ ADFI ไม่แตกต่างกัน (P>0.05); (P<0.01) ตามลำดับ แต่ตลอดช่วงระยะรุ่น-ขุนสุกรเพศผู้ตอนมี ADFI แนวโน้มของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่าสุกรเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ด้านน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในช่วงขุนและรุ่น-ขุนของเพศเมียมีแนวโน้มสูงกว่าสุกรเพศผู้ อย่างไรก็ตาม ADG ในช่วงขุนของสุกรเพศเมียมีแนวโน้มต่ำกว่าสุกรเพศผู้ตอน และเมื่อพิจารณาในช่วงรุ่น-ขุนพบว่าสุกรเพศเมียมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าเพศผู้ตอน (P<0.001) สำหรับอิทธิพลของเพศ พบว่าในระยะรุ่นและขุน สุกรทั้งสองเพศ มี FCR ไม่ต่างกัน (P>0.05) แต่ในระยะรุ่น-ขุนสุกรเพศผู้ตอนมี FCR ดีกว่าสุกรเพศเมีย (2.97 และ 3.11; P<0.001) ส่วนอิทธิพลของน้ำหนักฆ่าไม่พบความแตกต่างของ FCR ในระยะรุ่น และระยะขุน (P>0.05) แต่ในระยะรุ่น-ขุน สุกรที่มีน้ำหนักฆ่า 90 กิโลกรัม มี FCR ดีกว่าสุกรในกลุ่ม 100 และ 110 กิโลกรัม ตามลำดับ (2.88, 3.05 และ 3.18 ตามลำดับ; P<0.01) สำหรับอิทธิพลของน้ำหนักเข้าฆ่าที่ 90, 100 และ 110 กิโลกรัม พบว่าในระยะรุ่นไม่มีความแตกต่างกัน ของปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด และปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน (P>0.05) รวมทั้งระยะรุ่น-ขุน (P<0.001) และพบว่าสุกรกลุ่มน้ำหนัก 110 กิโลกรัม มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน และน้ำหนักตัวที่เพิ่ม สูงกว่าสุกรกลุ่มน้ำหนัก 100 และ 90 กิโลกรัม ตามลำดับ

รัชนีวรรณ (2548) ศึกษาการเลี้ยงสุกรด้วยอาหารน้ำมันปลาทูน่าต่อประสิทธิภาพการผลิต พบว่ามี ADFI ในแต่ละระยะมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วน total feed intake ในช่วงน้ำหนักตัว 30-80 กิโลกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มีปริมาณใกล้เคียงกัน แต่เมื่อคำนวณ total feed intake พบว่าสุกรเลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำมันปลาทูน่า 3% ที่น้ำหนักตัว 30-60 กิโลกรัม และเลี้ยงด้วยอาหารผสม น้ำมันปลาทูน่า 1% ที่น้ำหนักตัว 30-100 กิโลกรัม มี total feed intake สูงกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำมันปลาทูน่า 3% ที่น้ำหนักตัว 80-100 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วน ADG และ FCR พบว่า การเลี้ยงสุกรด้วยอาหารผสมน้ำมันปลาทูน่า ไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของสุกร อย่างไรก็ตาม ค่า FCR น้ำหนักตัว 30-60 และ 60-80 กิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ อย่างไรก็ตาม FCR ของสุกรน้ำหนัก 80-100 กิโลกรัม ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำมันปลาทูน่า 3% มี FCR ดีที่สุดเทียบกับสุกรกลุ่มกลุ่มอื่นๆ เช่นเดียวกับ FCR ช่วงน้ำหนัก 30-100 กิโลกรัม พบว่าสุกรกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำมันปลาทูน่า 3% น้ำหนักตัว 80-100 กิโลกรัมมี FCR ดีที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับสุกรกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำมันปลาทูน่า 3% ที่น้ำหนักตัว 30-60 กก.

ส่วน Ding *et al.* (2003) ศึกษาชนิดของอาหารต่อประสิทธิภาพการผลิตของสุกรพันธุ์ผสมที่ได้รับอาหารที่ต่างกันเป็นเวลา 14 วัน แต่ไม่พบความแตกต่างของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และปริมาณอาหารที่กินของสุกร อย่างไรก็ตามสุกรที่ได้รับอาหารไขมันสูงจะมีแนวโน้มปริมาณอาหารที่กินต่ำกว่าสุกรกลุ่มอื่น

ผลของโอเมก้า-3 ต่อคุณภาพซาก (effect of omega-3 on carcass quality)

Sardi *et al.* (2006) ศึกษาการให้สาหร่ายจากทะเลที่อุดมแหล่งของ DHA ในสุกร พบเปอร์เซ็นต์ซากของสุกรกลุ่มที่ได้รับสาหร่ายมีค่าอยู่ระหว่าง 81.6-82.9% ซึ่งมีแนวโน้มต่ำกว่าสุกรกลุ่มที่ไม่ได้รับสาหร่ายในสูตรอาหารโดยมีเปอร์เซ็นต์ซากเท่ากับ 83.3% (P>0.05) เช่นเดียวกับเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง พบว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับสาหร่ายมีเปอร์เซ็นต์ของเนื้อแดงอยู่ระหว่าง 48.1-48.7% และมีแนวโน้มต่ำกว่าสุกรกลุ่มควบคุมที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงเท่ากับ 49.1% (P>0.05) และไม่พบความแตกต่างของความหนาไขมันสันหลังของสุกร โดยสุกรกลุ่มควบคุมมีความหนาไขมันสันหลังเท่ากับ 28.5 มิลลิเมตร ส่วนสุกรกลุ่มที่ได้รับแหล่งของ DHA จะมีความหนาไขมันอยู่ระหว่าง 26.6-29.6 มิลลิเมตร นอกจากนี้เมื่อตัดแต่งซากตามความต้องการของตลาด (commercial cut) (P>0.05) ซึ่งแบ่งได้เป็น แฮม (ham) เนื้อสัน (loin) เนื้อไหล่ (shoulder) และเนื้อคอ (neck) พบว่าไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ commercial cut โดยสุกรกลุ่มควบคุมมีเปอร์เซ็นต์ commercial cut เท่ากับ 61.9% ส่วนสุกรกลุ่มที่ได้รับแหล่งของ DHA มีเปอร์เซ็นต์ของ commercial cut อยู่ระหว่าง 61.2-62.0% นอกจากนี้ไขมันที่ได้จากการตัดแต่งซาก (fat cut) แบ่งเป็นไขมันสันหลัง (back fat) ไขมันช่องท้อง (belly) ไขมันบริเวณคาง (jowl) และไขมันหุ้มไต (perirenal fat) พบว่าเปอร์เซ็นต์ของ fat cut ของสุกรกลุ่มควบคุมมี 32.3% ซึ่งไม่แตกต่างกับสุกรกลุ่มที่ได้รับแหล่งของ DHA ที่มีเปอร์เซ็นต์ของ fat cut เท่ากับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

31.9-32.7% ($P>0.05$) เช่นเดียวกับ ถิรนันท์ และคณะ (2548) ศึกษาการเสริมน้ำมันปลาทูน่าในสุกรรุ่นขุน และไม่พบความแตกต่างของอาหารต่อน้ำหนักซากอุ่น (76.67-76.99 กิโลกรัม) น้ำหนักซากเย็น (74.37-74.68 กิโลกรัม) เปอร์เซ็นต์ซาก (74.29-74.69%) ความยาวซาก (80.58-81.08 เซนติเมตร) ความหนาของไขมันสันหลังที่ตำแหน่ง P_2 (1.75-1.82 เซนติเมตร) พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (45.99-46.69 ตารางเซนติเมตร) และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (54.79-55.06%) ($P>0.05$) มีเพียงค่าเฉลี่ยของความหนาไขมันสันหลังของสุกรที่ได้รับน้ำมันปลาทูน่าที่มีความหนามากกว่าสุกรกลุ่มควบคุม (3.15 เทียบกับ 3.01 เซนติเมตร) ($P<0.05$)

Wistuba *et al.* (2006) ได้เสริมน้ำมันปลา 3% ลงในอาหารวัว ไม่พบความแตกต่างของคุณภาพซากระหว่างกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา และกลุ่มควบคุม แต่มีแนวโน้มคุณภาพซากของวัวกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลาต่ำกว่ากลุ่มควบคุม เช่น น้ำหนักซาก เปอร์เซ็นต์ซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน เปอร์เซ็นต์ไขมันหุ้มไต เปอร์เซ็นต์ไขมันหุ้มหัวใจ เป็นต้น ($P>0.05$) Leskanich *et al.* (1997) ศึกษาการเสริมแหล่งของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในสุกรต่อคุณภาพซากโดยทำการฆ่าสุกรที่น้ำหนักเฉลี่ย 95 กิโลกรัม ซึ่งไม่พบความแตกต่างของชนิดอาหารต่อน้ำหนักเข้าฆ่า โดยสุกรที่ได้รับอาหารควบคุม และสุกรที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของน้ำมันเรปซีด ร่วมกับน้ำมันปลาจะมีน้ำหนักเข้าฆ่าเฉลี่ยเท่ากับ 95.5 และ 96.9 กิโลกรัมตามลำดับ และน้ำหนักซากอุ่นเฉลี่ยเท่ากับ 72.8 และ 74.3 ตามลำดับ ($P>0.05$) เช่นเดียวกับ Teye *et al.* (2006) ไม่พบความแตกต่างของคุณภาพซากส่วนใหญ่ เมื่อสุกรได้รับชนิดของน้ำมัน palm kernel oil (PKO), palm oil (PO) และ soyabean oil (SBO)โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลองสุกรจะมีน้ำหนักเข้าฆ่าไม่ต่างกัน (103.6, 100.7 และ 100.8 กิโลกรัมตามลำดับ) ($P>0.05$) น้ำหนักซากอุ่นเท่ากับ 76.0, 75.9 และ 75.9 กิโลกรัมตามลำดับ และมีน้ำหนักซากเย็น 73.6, 73.7 และ 73.7 กิโลกรัมตามลำดับ ความหนาของไขมันสันหลังที่ตำแหน่ง P_2 เท่ากับ 12.7, 13.2 และ 13.6 มิลลิเมตรตามลำดับ

Bee *et al.* (2002) ศึกษาชนิดของไขมันต่อคุณภาพซากของสุกร พบว่าชนิดของไขมันที่ผสมในอาหารของสุกรไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซากอุ่น เนื้อแดง เนื้อไหล่ แฮม ไขมันช่องท้อง ไขมันใต้ผิวหนัง และความหนาของไขมันบริเวณซี่โครงซี่ที่ 13 ($P>0.05$) แต่การทดลองของ รัชนีวรรณ (2548) พบว่าอาหารทดลองที่มีน้ำมันปลาทูน่าในอาหารมีผลต่อน้ำหนักซากอุ่น เปอร์เซ็นต์ซาก และความหนาไขมันสันหลังเฉลี่ย 3 จุด รวมทั้งความหนาไขมันสันหลังที่ตำแหน่ง P_2 โดยน้ำหนักซากอุ่น และเปอร์เซ็นต์ซาก เป็นไปในทิศทางเดียวกับน้ำหนักฆ่า ($P<0.001$) ส่วนความหนาไขมันสันหลังเฉลี่ยนั้นกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลาทูน่ามีความหนาไขมันสันหลังมากกว่ากลุ่มควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลของโอเมก้า-3 ต่อคุณภาพเนื้อ (effect of omega-3 on meat quality)

Teye *et al.* (2006) ได้ศึกษาผลชนิดของน้ำมัน (oil) ที่ผสมในอาหารต่อคุณภาพเนื้อ พบว่ามีค่าการอิ่มตัว (saturation) ที่แตกต่างกัน โดย palm kernel oil (PKO) มีค่าการอิ่มตัวสูงที่สุดเมื่อเทียบกับ palm oil (PO) และ soyabean oil (SBO) (9.6 เทียบกับ 9.0 และ 8.5 ตามลำดับ) (P<0.05) แต่ไม่พบความแตกต่างของค่า L*, a*, b*, Hue, Drip loss (g/100g), shear force (kg) และค่า Thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 54.9-55.6, 7.2-8.2, 4.6-5.0, 31.7-32.3, 4.3-4.9, 6.0-6.3 และ 0.31-0.40 ตามลำดับ (P>0.05) และเมื่อทำการตรวจชิม พบว่าชนิดของน้ำมันที่ผสมในอาหารสุกรมีผลต่อความนุ่มของเนื้อสัน โดยเนื้อสันของสุกรที่ได้รับ SBO มีความนุ่ม (tenderness) น้อยที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับเนื้อสันของสุกรกลุ่ม PO (คะแนน 4.2 และ 4.5 ตามลำดับ) แต่สุกรที่ได้รับ PKO มีคะแนนความนุ่มมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับสุกรกลุ่ม PO (คะแนน 4.8 และ 4.5 ตามลำดับ) (P<0.05) อย่างไรก็ตามผลที่ได้จากการตรวจชิมเนื้อสุกรกลุ่มที่ได้รับ SBO น่าจะมีค่าความนุ่มมากที่สุดเนื่องจากสุกรได้รับไขมันไม่อิ่มตัวสูงที่สุด ส่วนค่าความชุ่มฉ่ำ (juiciness) กลิ่นรส (flavour) และลักษณะกลิ่นที่ผิดปกติ (abnormal flavour) นั้นไม่แตกต่างกันในสุกรที่เข้าทดลอง (P>0.05) ส่วนองค์ประกอบของกรดไขมันชนิดอิ่มตัว (SFA) ของเนื้อสุกรกลุ่ม PKO และ SBO สูงกว่าสุกรกลุ่ม PO (35.60 และ 34.09 เทียบกับ 33.4%) (P<0.01) ตามลำดับ แต่เนื้อสุกรกลุ่ม PKO มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (PUFA) ต่ำที่สุด (14.35%) ซึ่งแตกต่างกับเนื้อสุกรกลุ่ม SBO ที่มี PUFA สูงที่สุด (17.70%) นอกจากนี้เนื้อสุกรกลุ่ม SBO มี PUFA ไม่แตกต่างกับเนื้อสุกรกลุ่ม PO (17.70 เทียบกับ 15.96%) (P<0.01) ส่งผลให้เนื้อสุกรกลุ่ม SBO มีอัตราส่วนของ P:S สูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับเนื้อสุกรกลุ่ม PO (0.41 และ 0.36% ตามลำดับ) และเนื้อสุกรกลุ่ม PKO มีอัตราส่วน P:S ต่ำที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับเนื้อสุกรกลุ่ม PO (0.30 และ 0.36% ตามลำดับ) (P<0.001) ส่วนค่า pH หลังฆ่า 45 นาทีมีค่าเท่ากับ 6.3, 6.3 และ 6.4 ตามลำดับ และค่าของ pH หลังฆ่า 24 ชั่วโมง เท่ากับ 5.4, 5.4 และ 5.5 ตามลำดับ (P>0.05) และ Kolacz *et al.* (2003) ได้ทำการเสริมปลาป่นลงในสูตรอาหารและทำการเลี้ยงสุกรตั้งแต่น้ำหนัก 30-80 กิโลกรัม และเลี้ยงต่อด้วยเนื้อป่นจนสุกรมีน้ำหนักเข้าฆ่าที่ 100 กิโลกรัม พบว่า pH เท่ากับ 5.74 $\pm$ 0.99 ส่วน ปัทมา และคณะ (2543) ได้ทำการเสริมน้ำมันปลาในระดับต่างๆ พบว่าไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อหลังฆ่าทั้งที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมง รวมทั้งค่าการนำไฟฟ้าในกล้ามเนื้อ

Wistuba *et al.* (2006) ได้ศึกษาอิทธิพลของการเสริมน้ำมันปลาต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเนื่องจากการปรุง ค่าแรงตัดผ่าน ค่าสีของเนื้อ รวมถึงองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อรอบบริเวณซี่โครง ซึ่งไม่พบความแตกต่างของค่าดังกล่าวข้างต้น (P>0.05) ระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มของวัวที่ได้เสริมน้ำมันปลาในอาหาร แต่กลุ่มที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลาจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย เนื่องจากการปรุงอาหาร ค่าแรงตัดผ่าน ค่า L*, a*, b* เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง และเปอร์เซ็นต์ไขมันต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(P>0.05) ส่วน Leskanich *et al.* (1997) ศึกษาการเสริมแหล่งของกรดไขมันชนิดโอเมก้า -3 ต่อคุณภาพเนื้อ พบว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมแหล่งไขมันผสมจากสัตว์ และน้ำมันถั่วเหลือง (กลุ่มควบคุม) จะมีความแน่น (firmness) ของเนื้อไหล่สูงกว่าสุกรที่ได้อาหารที่มีส่วนผสมน้ำมันเรปซีด และน้ำมันปลาในสูตรอาหาร รวมถึง C20:0, C20:4n6 และอัตราส่วนของ C18:2n6/C18:3n3 (0.17 เทียบกับ 0.14), (4.54 เทียบกับ 3.21) และ (23.6 เทียบกับ 13.9) ตามลำดับ แต่สุกรที่มีได้รับอาหารที่มีส่วนผสมการเสริมน้ำมันเรปซีด และน้ำมันปลาในอาหารจะมีปริมาณของ C18:3n3, C20:5n3 และ C22:6n3 สูงกว่าสุกรกลุ่มควบคุม โดยมีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยเท่ากับ 1.13, 1.18 และ 1.00 ตามลำดับ นอกจากนี้พบค่าของ SAT, MUFA, PUFA, P:S ratio, n-6:n-3 และ total n-6:n-3 เท่ากับ 36, 40, 24, 0.7, 15.5 และ 4.6% ตามลำดับ ทำให้อัตราส่วนของ n6/n3 ของสุกรที่มีการเสริมน้ำมันเรปซีด และน้ำมันปลาในอาหาร ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (4.5 เทียบกับ 7.3) นอกจากนี้เมื่อทำการประเมินคุณภาพเนื้อโดยการตรวจชิม และการให้คะแนนแบ่งออกเป็น 24 ระดับ (1= ความพึงพอใจต่ำที่สุด และ 24=ความพึงพอใจสูงที่สุด) พบว่าชนิดของอาหารมีผลต่อความนุ่ม คือสุกรที่ได้รับอาหารเสริมไขมันผสมจากสัตว์ และน้ำมันถั่วเหลืองมีความนุ่มน้อยกว่า (คะแนนความนุ่ม= 13.7) กลุ่มของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมที่การเสริมเรปซีด และน้ำมันปลาในสูตรอาหาร (คะแนนความนุ่ม=15.0) เช่นเดียวกับ ส่วน Kolacz *et al.* (2003) ได้ทำการเสริมปลาป่นลงในสูตรอาหารและทำการเลี้ยงสุกรตั้งแต่น้ำหนัก 30-80 กิโลกรัม และเลี้ยงต่อด้วยเนื้อป่นจนสุกรมีน้ำหนักเข้าฆ่าที่ 100 กิโลกรัม พบค่าของ SAT, MUFA, PUFA และ n-6:n-3 ในเนื้อสันเท่ากับ 37.06, 49.52, 13.42 และ15.59% ตามลำดับ และ Kracht *et al.* (1996) ได้ทำการเสริม rapeseed ในสูตรอาหารที่ระดับ 5, 7.5 และ 10% พบว่าเปอร์เซ็นต์ผลรวมทั้งหมดของกรดไขมันมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามระดับของการเสริมตามลำดับ ส่วนค่าของ SFA และPUFA มีค่าอยู่ระหว่าง 32.4-36.3 และ 8.0-12.2% ตามลำดับ ส่วน Van Oeckel *et al.* (1996) พบว่าการเสริม linseed สามารถเพิ่มระดับของ α-linolenic ในกล้ามเนื้อได้ รวมถึงช่วยปรับปรุง n-6:n-3 ในเนื้อสุกรให้แคบลง (P<0.05)

Sardi *et al.* (2006) ได้ประเมินค่าสีของเนื้อจากกล้ามเนื้อ SM ซึ่งไม่พบความแตกต่างของกลุ่มทดลองทั้งหมด โดยสุกรที่เข้าทดลองมีค่า L* อยู่ระหว่าง 44.7-46.7 ส่วนค่า a* มีค่าอยู่ระหว่าง 9.6-11.5 และค่า b* มีค่าระหว่าง 3.6-4.4 (P>0.05) ซึ่งค่า a* และ b* ดังกล่าวสามารถนำไปหาค่า Hue ได้ซึ่งหาได้จากสูตร [tan (b*/a*)] โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.33-0.37 นอกจากนี้มีค่า chroma หาได้จาก root square of $[(a^*)^2 + (b^*)^2]$ มีค่าอยู่ระหว่าง 10.32-11.99 เช่นเดียวกับปัทมา และคณะ (2543) และ Kolacz *et al.* (2003) ที่ไม่พบความแตกต่างในด้านสีของเนื้อ อีกทั้ง Sardi *et al.* (2006) รายงานว่าการเสริมแหล่งของ DHA จากสาหร่ายทะเล (marine algae; MA) ในระยะท้ายของการเลี้ยงสุกรพันธุ์หนักที่ได้รับแหล่งของ DHA เท่ากับ 2.5 กรัมต่อกิโลกรัมของ MA เป็นระยะเวลา 8 อาทิตย์ก่อนฆ่า (group B)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และให้ 5.0 และ 2.5 กรัมต่อกิโลกรัมของ MA เป็นเวลา 4 อาทิตย์ก่อนฆ่า (group C และ D ตามลำดับ) ส่วน group A เป็นสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารฐานทั่วไป (กลุ่มควบคุม) จากนั้นนำเนื้อสันมาวิเคราะห์หาคุณภาพเนื้อโดยดูองค์ประกอบกรดไขมัน (fatty acids composition) พบว่าองค์ประกอบของกรดไขมันส่วนใหญ่ที่ทดสอบไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลอง มีเพียง C18:3n3 และ C22:6n3 ที่แตกต่างกัน โดยสุกร group D มีปริมาณของ C18:3n3 สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.28% รองลงมาคือ group C และ A มีปริมาณ C18:3n3 เท่ากับ 0.25 และ 0.22% ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม group D, C และ A ไม่มีความแตกต่างกันของปริมาณ C18:3n3 และ group B มีปริมาณ C18:3n3 ต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.18% และไม่มีความแตกต่างกับ group A และ C นอกจากนี้ C22:6n3 ของ group C มีปริมาณสูงที่สุด (0.07%) รองลงมาคือ group B, D และ A โดยมีค่าเท่ากับ 0.05, 0.04 และ 0.02% ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม group B และ D ไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับค่า pH หลังฆ่า 45 นาทีในกล้ามเนื้อ LD และ SM ของสุกรกลุ่มทดลอง โดยมีค่า pH หลังฆ่า 45 นาทีของกล้ามเนื้อ LD อยู่ระหว่าง 6.39-6.54 และ pH หลังฆ่า 45 นาทีของกล้ามเนื้อ SM อยู่ระหว่าง 6.41-6.61 ส่วน pH หลังฆ่า 24 ชั่วโมงของกล้ามเนื้อ SM มีค่าอยู่ระหว่าง 5.59-5.69 ($P>0.05$)

จากการศึกษาของ Manilla *et al.* (1999) พบว่าเมื่อทำการเสริมแหล่งของน้ำมันปลาในอาหารไก่เนื้อจำนวน 40 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัว องค์ประกอบของกรดไขมันกลุ่ม PUFA ที่พบในกล้ามเนื้ออกมีปริมาณสูงขึ้นกว่ากลุ่มควบคุม (33.5 $\pm$ 1.1% และ 29.2 $\pm$ 0.6% ตามลำดับ) รวมไปถึงกรดไขมันสายยาว เช่น กลุ่ม n-3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.8 $\pm$ 0.9% นอกจากนี้การเสริม PUFA ในระดับสูงในสูตรอาหาร (>1.4% ของสูตรอาหาร) พบว่าช่วยลดการสะสมของไขมันในเนื้อได้ (Pinchasov and Nir, 1992) นอกจากนี้กรดไขมันโอเมก้า-3 ของน้ำมันปลาสามารถลดกระบวนการตอบสนองของ ปฏิกิริยา catabolic ที่ถูกเหนี่ยวนำโดยระบบภูมิคุ้มกันทำให้มีการสร้างกล้ามเนื้อมากขึ้น รวมถึงช่วยลดการนำโปรตีนกลับมาใช้ใหม่ และส่งผลต่อการเจริญของกล้ามเนื้อ (Chin *et al.*, 1994)

ส่วนการศึกษาของ Kouba *et al.* (2003) มีการเสริม linseed 60 กรัมต่อกิโลกรัม ในสูตรอาหารส่งผลต่อความพอใจโดยรวมต่ำกว่าสุกรกลุ่มควบคุม ($P<0.05$) เนื่องจากเกิดกลิ่นผิดปกติสูงกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับ Romans *et al.* (1995) ส่วนการเสริม linseed ที่ระดับกว่า 6% ในสูตรอาหารไม่พบความแตกต่างของค่าความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ และรสชาติของเนื้อ (Van Oeckel *et al.*, 1996) นอกจากนี้ Kolacz *et al.* (2003) ได้ทำการเสริมปลาป่นลงในสูตรอาหารและทำการเลี้ยงสุกรตั้งแต่น้ำหนัก 30-80 กิโลกรัม และเลี้ยงต่อด้วยเนื้อป่นจนสุกรมีน้ำหนักเข้าฆ่าที่ 100 กิโลกรัม พบว่ามีปริมาณของคอเลสเตอรอลโดยรวมเท่ากับ 95.75 $\pm$ 7.45 mg/100g ส่วนในกล้ามเนื้อ *Longissimus dorsi* จะมีคอเลสเตอรอลต่ำกว่า 25 mg/100g และจะพบ 50 mg/100g ในกล้ามเนื้อแดง (Fernandez *et al.*,

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1995) การมีปริมาณของคอเลสเตอรอลในเนื้อต่ำกว่าปกติยังสอดคล้องกับการที่มีสัดส่วนของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 ที่แคบลง (ปัทมา และคณะ, 2543)

ผลของการได้รับแหล่งโอเมก้า-3 ต่อคุณภาพไขมัน (effect of receiving source of omega-3 on fat quality)

Irie and Sakimoto (1992) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบของไขมันในซาก โดยให้สุกรกินอาหารฐาน (basal diet) และ อาหารที่ทำการเสริมน้ำมันปลา 2, 4 และ 6 % แบบเต็มที่ (ad libitum) สุกรที่เข้าทดลองมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 81.4 กิโลกรัม และให้อาหารไปอีก 4 อาทิตย์ โดยทุกอาทิตย์จะทำการตัดตัวอย่าง (biopsy) ไขมันใต้ผิวหนัง (subcutaneous fat) บริเวณเนื้อสันเพื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันโดยเฉพาะ EPA และ DHA จากนั้นอีก 4 สัปดาห์สุกรจะถูกฆ่าที่น้ำหนักเฉลี่ย 107.8 กิโลกรัม และเก็บตัวอย่างของไขมันสันหลังชั้นนอก (outer layers of back fat) ไขมันสันหลังชั้นใน (inner layers of backfat) ไขมันหุ้มไต (perirenal fat) และไขมันระหว่างกล้ามเนื้อ (intermuscular fat) เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันต่อไป พบว่าการเสริมน้ำมันปลาในสูตรอาหารเพียง 1 สัปดาห์ สามารถตรวจเจอปริมาณ EPA และ DHA ที่เพิ่มขึ้นในไขมันตัวอย่างที่เก็บ และอัตราการเพิ่มขึ้นของ EPA และ DHA จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 2 สัปดาห์แรกที่ทำการเสริมน้ำมันปลาในอาหารซึ่งอัตราการเพิ่มขึ้นของ EPA และ DHA ดังกล่าวจะสูงกว่า 2 สัปดาห์สุดท้ายที่ทำการเสริมน้ำมันปลา ส่วนไขมันในซากที่ทำการวิเคราะห์พบการเพิ่มขึ้นของ EPA และ DHA ในทุกเนื้อเยื่อไขมันทดสอบ โดยพบในปริมาณที่เพิ่มขึ้นตามระดับของการเสริมน้ำมันปลา ในขณะที่กรดไขมันโอเลอิก (C18:1) และลิโนเลอิก (C18:2) มีแนวโน้มลดลงเมื่อมีการเสริมน้ำมันปลาในปริมาณที่สูงขึ้น อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของค่า L*, a* และ b* ของไขมัน แต่ความแข็งของไขมันจะลดลงเมื่อระดับของน้ำมันปลาสูงขึ้น นอกจากนี้ตำแหน่งของตัวอย่างไขมันที่เก็บมีผลต่อปริมาณ EPA และ DHA ซึ่งพบว่า ไขมันที่หุ้มไตมีปริมาณ EPA และ DHA สูงกว่าไขมันที่เก็บจากสันหลัง และระหว่างกล้ามเนื้อ

Leskanich *et al.* (1997) ได้ทำการเสริมแหล่งกรดไขมันโอเมก้า-3 ในสูตรอาหาร พบว่าไขมันสันหลังของสุกร กลุ่มที่ได้รับไขมันผสมจากสัตว์ และน้ำมันถั่วเหลือง (กลุ่มควบคุม) มีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของ C16:0, C18:0 และ C20:0 สูงที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 24.1, 14.9 และ 0.30 ตามลำดับ สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมน้ำมันเรปซีด และน้ำมันปลาซึ่งมีค่า C16:0, C18:0 และ C20:0 เท่ากับ 22.8, 13.4 และ 2.09 ตามลำดับ แต่ สุกรที่ได้รับอาหารผสมน้ำมันเรปซีด และน้ำมันปลาในสูตรอาหารมีเปอร์เซ็นต์ของ C18:3n3, C20:5n3, C22:5n3 และ C22:6n3 เท่ากับ 2.09, 0.26, 0.42 และ 0.45 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับไขมันผสมจากสัตว์ และน้ำมันถั่วเหลือง ($P<0.001$) และจาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

องค์ประกอบของกรดไขมันข้างต้นส่งผลให้สุกรกลุ่มควบคุมมีเปอร์เซ็นต์ SAT และ C18:2n6/C18:3n3 สูงกว่าสุกรอีกกลุ่ม แต่มีค่าของ MUFA ต่ำกว่า ($P<0.05$) ทำให้ผลรวมของ n6/n3 ของสุกรกลุ่มควบคุมสูงกว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมระหว่างน้ำมันเรปซีด และน้ำมันปลา โดยมีอัตราส่วนของ n6/n3 เท่ากับ 4.6 นอกจากนี้พบว่าคะแนนไขมันแทรก (marbling scores) ของสุกรเพศผู้จะสูงกว่าสุกรเพศเมีย แต่ไม่พบความแตกต่างต่อคะแนนความแน่นโครงสร้าง (conformation score) ของกล้ามเนื้อที่ใช้ทดสอบ (เนื้อน่อง เนื้อสัน และเนื้อไหล่) โดยมีคะแนนความพอใจโดยรวมอยู่ที่ 6.7-6.8 อย่างไรก็ตามเมื่อนำไขมันที่อยู่ในเนื้อมาทดสอบพบกลิ่นหืนในไขมันของสุกรที่ได้รับอาหารผสมเสริมระหว่างน้ำมันเรปซีด และน้ำมันปลาสูงกว่าไขมันของสุกรที่มีการเสริมไขมันผสมระหว่างไขมันสัตว์ และน้ำมันถั่วเหลือง

Bee *et al.* (2002) ได้ศึกษาแหล่งของไขมันเช่นกัน พบว่าแหล่งของไขมันมีผลต่อไขมันสันหลังของสุกรที่ฆ่าเมื่อมีน้ำหนักเฉลี่ย 105 กิโลกรัม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง linoleic และ linolenic acid รวมไปถึงกรดไขมันที่มีความไม่อิ่มตัวอยู่สูง เช่น eicosadienoic (20:2n6), arachidonic (20:4n6), eicosatrienoic (20:3n3) และ docosapentaenoic acid (22:5n3) เช่นเดียวกับการทดลองของ Bee *et al.* (1999) ส่วน Pascual *et al.* (2006) ได้ทำการศึกษาการเพิ่มระดับของ linoleic acid ในอาหารไขมัน 0, 2, 4 และ 8% ต่อองค์ประกอบของไขมันสันหลังในสุกร พบว่าตลอดช่วงอายุของการที่ได้รับแหล่งของ linoleic acid จะมี stearic acid เพิ่มขึ้น ในขณะที่ช่วงแรกของการเลี้ยงจะมี oleic acid เพิ่มขึ้น และช่วงท้ายของการเลี้ยงจะมี palmitic acid เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามจะมีการชดเชยกรดไขมันตัวอื่นๆ โดยพบ linoleic acid ลดลงในช่วงสุดท้ายของการเลี้ยง นอกจากนี้พบความสัมพันธ์ของ stearic acid และ palmitic acid ที่เพิ่มขึ้นต่อระดับของ linoleic acid ที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร ในขณะที่ oleic acid มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย เมื่อพิจารณาการเพิ่มขึ้นของ palmitic acid ที่เกิดขึ้นจากปัจจัยของระดับไขมันในอาหาร พบว่าสุกรที่ได้รับอาหารไขมันในระดับสูงจะมีการเพิ่มขึ้นของ palmitic acid ในช่วงท้ายน้อยกว่าสุกรที่ได้รับอาหารไขมันในระดับต่ำกว่า อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของ PUFA ในไขมันที่ทดสอบ สอดคล้องกับการลดลงของ SFA และ MUFA (Bee *et al.*, 2002) Sardi *et al.* (2006)ได้เสริมสาหร่ายทะเล (marine algae; MA) ในระยะท้ายของการเลี้ยงสุกรพันธุ์หนักที่ได้รับแหล่งของ DHA เท่ากับ 2.5 กรัมต่อกิโลกรัมของ MA เป็นระยะเวลา 8 อาทิตย์ก่อนฆ่า (group B) และให้ 5.0 และ 2.5 กรัมต่อกิโลกรัมของ MA เป็นเวลา 4 อาทิตย์ก่อนฆ่า (group C และ D ตามลำดับ) ส่วน group A เป็นสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารฐานทั่วไป โดยได้ศึกษาไขมันในกล้ามเนื้อ *Longissimus dorsi* (LD) พบความแตกต่างของปริมาณ C22:6n3 โดยสุกร group B และ C มีปริมาณของ C22:6n3 สูงที่สุด (0.24 และ 0.23% ตามลำดับ) รองลงมาคือสุกร group D และ A โดยมีปริมาณของ C22:6n3 เท่ากับ 0.15 และ 0.07% ตามลำดับ และและเมื่อพิจารณาอัตราส่วนของ n-6/n-3 พบว่าสุกร group D มีอัตราส่วนของ n-

Copyright by Chiang Mai University
All rights reserved

6/n-3 ต่ำที่สุด (9.57) เทียบกับสุกร group C, B และ A มีอัตราส่วน n-6/n-3 เพิ่มขึ้นตามลำดับ (10.41, 10.67 และ 11.71) ส่วน n-6/n-3 ที่ศึกษาในไขมันใต้ผิวหนังของสุกร พบความแตกต่างของอัตราส่วนดังกล่าวโดยสุกร group C มีอัตราส่วนของ n-6/n-3 ต่ำที่สุด (11.82) แต่ไม่แตกต่างกับสุกร group D และ B ที่มีอัตราส่วนของ n-6/n-3 เท่ากับ 12.27 และ 13.73 ตามลำดับ และสุกร group A มีอัตราส่วนของ n-6/n-3 สูงที่สุด (13.95) ซึ่งสุกร group A มีอัตราส่วน n-6/n-3 ไม่ต่างกับสุกร group B และ D สอดคล้องกับ Ding *et al.* (2003) ที่ศึกษาการเสริมอาหารไขมันในสุกรโดยชี้ให้เห็นว่าการได้รับอาหารไขมันสูงเป็นเวลา 2 อาทิตย์จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในพลาสม่า และองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อเยื่อไขมัน ซึ่งเกิดจากการตอบสนองเนื่องจากสุกรได้รับอาหารไขมัน และมีการสังเคราะห์กรดไขมันในเนื้อเยื่อสุกร ควบคู่ไปกับกระบวนการ elongation และ desaturation ของกรดไขมันในเนื้อเยื่อไขมัน และเนื้อเยื่ออื่นๆ ซึ่งกรดไขมันดังกล่าวจะรวมตัวกันเป็นไลปิดส์ โดยเอนไซม์จะเป็นตัวควบคุมการเกิด phospholipids, cholesterol esters, diacylglycerols และ triacylglycerols (Lands *et al.*, 1990) อย่างไรก็ตามระยะเวลา และปริมาณของการได้รับอาหารไขมันจะมีผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อเยื่อไขมัน (Spurlock *et al.*, 2000).

Leskanich *et al.* (1997) ได้ศึกษาการเสริมน้ำมันปลาในสูตรอาหารที่ระดับ 1% และได้มีการเสริมแหล่งของวิตามินอี พบว่าค่าความหืนเฉลี่ยเท่ากับ 7.07 mgTBARS/kg โดยกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 6.02 mgTBARS/kg นอกจากนี้การศึกษาของ Bryhni *et al.* (2002) มีการเสริมกรดไขมันชนิด PUFA ระดับสูงและต่ำ คือ 50 และ 31% ของไขมันทั้งหมดในอาหารตามลำดับ พบว่ากลุ่มที่ได้รับการเสริมในระดับสูงมีค่าการหืนสูงกว่ากลุ่มที่มีการเสริม PUFA ในระดับต่ำ ($P<0.05$) โดย Bryhni *et al.* (2002) รายงานว่า การปรับสูตรอาหารสุกรให้มี PUFA ระดับสูง (50% ของไขมันทั้งหมด) สามารถเพิ่มสัดส่วนของของ PUFA ในไขมันสันหลังได้ และพบว่าระดับของ C18:2, C18:3 รวมทั้ง PUFA ในอาหารมีสหสัมพันธ์กับระดับที่มีอยู่ในไขมันสันหลัง (R^2 = 0.80, 0.81 และ 0.80 ตามลำดับ) เช่นเดียวกับ Specht-Overholt *et al.* (1997) พบว่าการเสริม 15% flaxseed ลงในอาหารสุกรก่อนฆ่า 28 และ 42 วัน ทำให้ เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่งลดลง ($p<0.001$) และเปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง โดยเฉพาะ α-linolenic acid และผลรวมของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 เพิ่มขึ้น ($p<0.001$)ในสุกร (ไขมันสันหลัง ตับ และ longissimus thoracis) และผลิตภัณฑ์ (น้ำมันหมู muffins, Braunschweiger และ เบคอน) สอดคล้องกับ Romans *et al.* (1995) ที่พบว่าระดับของ DHA ในสมองเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) สำหรับการศึกษาของ Fritsche *et al.* (1993) ได้ทำการเสริมน้ำมันปลา menhaden ลงในอาหารแม่สุกรโดยการแทนที่น้ำมันหมู ในระดับ 0, 3.5 และ 7% ตั้งแต่วันที่ 107 ของการตั้งท้องและอีก 28 วันของการให้นม พบว่าน้ำนมของแม่สุกรกลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลามีระดับของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งเพิ่มขึ้น ($P<0.05$) และระดับของ EPA

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright by Chiang Mai University
All rights reserved

เพิ่มขึ้นถึง 6 เท่า ($p<0.001$) ส่วนใน serum ของลูกสุกรพบว่ามีระดับของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งชนิดโอเมก้า-3 เพิ่มขึ้น ($p<0.05$) จากการเก็บตัวอย่างใน 24 ชั่วโมงหลังคลอด โดยเป็นการเพิ่มแบบเชิงเส้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น Lin *et al.* (2002) ได้ทำการเสริมน้ำมันปลาระดับ 0, 2 และ 4 % ในสูตรอาหารไก่เนื้อเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าไก่ที่ได้รับการเสริมที่ 2 และ 4% จะมีระดับของโอเมก้า-3 ชนิด EPA และ DHA สูงกว่าระดับที่มีการเสริม 0% ($p<0.05$) แต่ระดับของไขมันกลุ่มโอเมก้า-6 จะให้ผลตรงข้าม ส่วน Ding *et al.* (2003) ศึกษาองค์ประกอบกรดไขมันในเนื้อเยื่อไขมันของสุกรที่ได้รับอาหารไขมันต่างกันพบว่า SFA และ MUFA ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่สุกรที่ได้รับอาหารน้ำมันปลาจะมี C20:5, C22:5 และ C22:6 สูงกว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของไขมันจากสัตว์และอาหารที่เป็นอาหารไขมันต่ำ ($P<0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved