

ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity)

ค่าการนำไฟฟ้าในกล้ามเนื้อสันนอก และ กล้ามเนื้อสะโพก ภายหลังการฆ่า 45 นาที (EC_t) ในเนื้อสุกร ที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลาในระดับ 0, 1, 2 และ 3% พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่าการนำไฟฟ้าของเนื้อสันนอก (EC_t) เท่ากับ 2.15, 2.27, 2.12 และ 2.52 ตามลำดับ เนื้อสะโพก (EC_t) เท่ากับ 2.28, 1.95, 2.13 และ 2.04 ตามลำดับ เช่นเดียวกับการวัดค่าการนำไฟฟ้าในกล้ามเนื้อสันนอก และ กล้ามเนื้อสะโพก ภายหลังการฆ่า 24 ชั่วโมง (EC_u) เท่ากับ 3.06, 3.21, 3.22 และ 2.88 ตามลำดับ และ 3.86, 3.17, 3.28 และ 3.53 ตามลำดับ

ค่าสีของเนื้อ (color)

การเสริมน้ำมันปลาในระดับ 0, 1, 2 และ 3% ไม่มีผลต่อค่าสีของกล้ามเนื้อสันนอก (L^* , a^* , b^*) ในทางสถิติ พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) ของเนื้อสุกรทุกกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เท่ากับ 57.46, 58.35, 57.71 และ 56.11 ตามลำดับ เช่นเดียวกับค่าความแดงของเนื้อ (a^*) เท่ากับ 9.09, 9.74, 9.17 และ 9.68 ตามลำดับ และค่าความเหลือง (b^*) ของเนื้อ เท่ากับ 4.92, 5.56, 5.21 และ 5.04 ตามลำดับ

ค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อระหว่างการเก็บ (drip loss)

Table 14 แสดงค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อระหว่างการเก็บของเนื้อสุกรที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลาในระดับ 0, 1, 2 และ 3% พบว่า เนื้อสุกรที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลาในระดับ 3% มีค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อมากที่สุด คือ เท่ากับ 8.56% รองลงมา คือ เนื้อสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1%, เนื้อสุกรกลุ่มควบคุม และเนื้อสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2% เท่ากับ 8.56, 6.72 และ 6.91 ตามลำดับ

ค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อภายหลังการแช่แข็ง (thawing loss)

Table 14 แสดงค่าการสูญเสียน้ำภายหลังการแช่แข็งของเนื้อสุกรที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลาในระดับ 0, 1, 2 และ 3% พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื้อสุกรที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลา 3% มีค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อน้อยที่สุด คือ เท่ากับ 13.86% รองลงมา คือ เนื้อสุกรกลุ่มควบคุม และเนื้อสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2% เท่ากับ 15.54, 15.58 และ 15.69% ตามลำดับ

Table 14 The meat quality of different tuna oil levels supplementation.

CRITERIA	Tuna oil				MEAN	SE.
	0%	1%	2%	3%		
Drip loss, %	6.72	8.56	6.71	8.59	7.64	0.7749
Thawing loss,%	15.54	15.58	15.69	13.86	15.17	0.8398
Boiling loss,%	22.39 ^{ab}	21.29 ^b	22.42 ^{ab}	25.25 ^a	22.84	0.7426
Grilling loss,%	21.08	19.51	22.13	20.86	20.90	0.9004
Shear values :						
Maximum force,(N)	35.02	35.30	34.76	34.93	35.00	0.8140
Total energy,(J)	0.13	0.15	0.15	0.13	0.14	0.0035
Extension,(mm)	18.54	19.43	19.75	18.68	19.10	0.3019

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

ค่าการสูญเสียเนื่องจากต้ม (boiling loss)

ค่าการสูญเสียเนื่องจากต้ม พบว่าโดยสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% มีค่ามากกว่าสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2% และกลุ่มควบคุม คือ เท่ากับ 25.25, 21.29, 22.42 และ 22.39 % ตามลำดับ

ค่าการสูญเสียเนื่องจากย่าง (grilling loss)

Table 14 แสดงค่าการสูญเสียภายหลังจากย่างของเนื้อสุกรที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลาในระดับ 0, 1, 2 และ 3% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเนื้อสุกรที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลา 2% มีแนวโน้มของค่าการสูญเสียของเนื้อมากกว่าเนื้อสุกรกลุ่มควบคุม และเนื้อสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3 และ 1% เท่ากับ 22.13, 21.08, 20.86 และ 19.51% ตามลำดับ

ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (shear force)

แรงที่ใช้ในการตัดผ่านเนื้อของสุกรที่เสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 1, 2 และ 3% พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับสุกรกลุ่มควบคุม เท่ากับ 35.30, 34.76, 34.93 และ 35.02 นิวตัน ตามลำดับ เช่นเดียวกับค่าพลังงานในการตัดผ่านเนื้อสุกร เท่ากับ 0.15, 0.15, 0.13 และ 0.13 จูล ตามลำดับ จะเห็นว่าแรงที่ใช้และค่าพลังงานในการตัดผ่านเนื้อของสุกรที่เสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 3% มีแนวโน้มต่ำกว่ากลุ่มอื่น

คุณค่าทางโภชนา (nutritive value)

Table 15 เปรอ์เซ็นต์ของน้ำในเนื้อมีเนวโน้มลดลงตามระดับของการเสริมน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้น 0, 1, 2 และ 3 % แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ เท่ากับ 73.92, 73.83, 73.83 และ 73.67 % ตามลำดับ เช่นเดียวกับเปอร์เซ็นต์ของโปรตีนที่ลดลง โดยสุกรกลุ่มที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3 % มีเปอร์เซ็นต์ของโปรตีนน้อยกว่ากลุ่มควบคุม เท่ากับ 21.14, 21.07, 21.20 และ 21.27 % ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากสัดส่วนของไขมันในเนื้อเพิ่มขึ้น เท่ากับ 2.20, 2.31, 2.35 และ 1.81 % ตามลำดับ เมื่อเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3 % ลงในสูตรอาหารสุกร

Table 15 The nutritive values of different tuna oil levels supplementation.

Criteria	Tuna oil				Mean	SE
	0%	1%	2%	3%		
Nutritive value						
Water, %	73.92	73.83	73.83	73.67	73.82	0.1349
Fat, %	1.81	2.20	2.31	2.35	2.16	0.1263
Protein, %	21.27	21.14	21.07	21.20	21.17	0.1024

การประเมินการตรวจชิมเนื้อ

Table 16 พิจารณาคะแนนด้านความนุ่มของเนื้อสุกรในระดับน้ำมันปลาที่แตกต่างกัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกลุ่มการทดลอง ($p>0.05$) โดยเนื้อกลุ่มควบคุมมีเนวโน้ม ดีที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3 % (4.13, 3.90, 3.88 และ 3.85 ตามลำดับ) ส่วนการให้คะแนนในเรื่องของกลิ่นและรสชาติ พบว่า เนื้อจากกลุ่มควบคุม มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เท่ากับ 3.74 และ 3.44 ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับ เนื้อจากกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2% (3.58 และ 3.50)

เมื่อพิจารณาคะแนนด้านความชุ่มฉ่ำ จะเห็นได้ว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของเนื้อที่ได้จากสุกรทุกกลุ่ม โดยเนื้อสุกรจากกลุ่มควบคุมมีเนวโน้มของคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% เท่ากับ 3.87, 3.70, 3.62 และ 3.66 ตามลำดับ จากตารางแสดงให้เห็นว่าความพึงพอใจโดยรวมของผู้บริโภคโดยทั่วไปต่อการทดสอบการยอมรับและความนิยมของผู้บริโภคระหว่างเนื้อสุกรจากกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 0, 1, 2 และ 3 % นั้น พบว่ากลุ่มควบคุมมีเนวโน้มได้รับการยอมรับ

สูตรที่เสริมน้ำมันปลา 0, 1, 2 และ 3 % นั้น พบว่ากลุ่มควบคุมมีแนวโน้มดีที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3 % (4.00, 3.78, 3.73 และ 3.73 ตามลำดับ) แสดงใน Figure 17

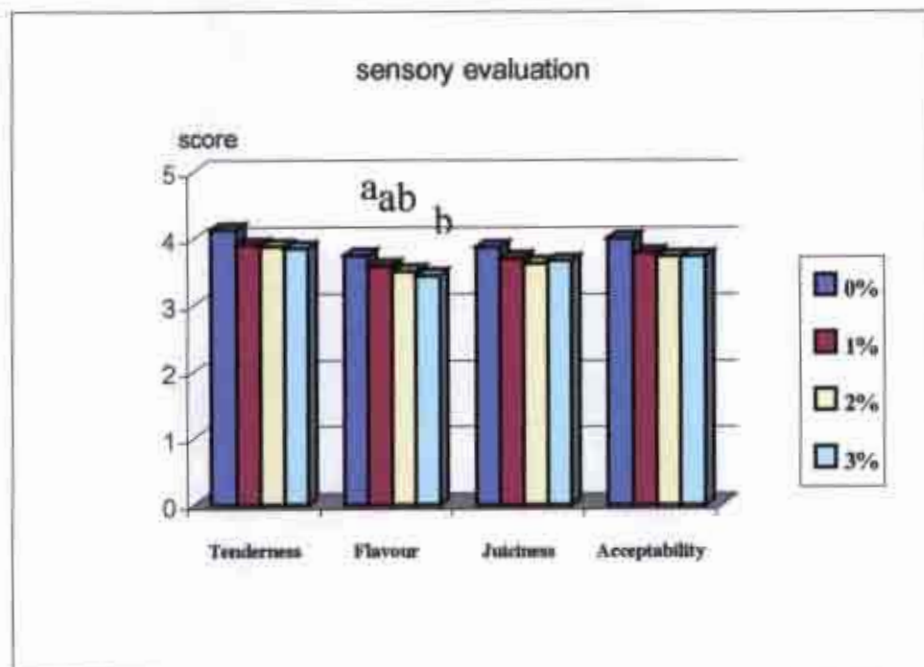
Table 16: Sensory evaluation of LD with different tuna oil levels supplementation

Criteria	Tuna oil				Mean	SE
	0%	1%	2%	3%		
Sensory evaluation						
Tenderness ⁱ⁾	4.13	3.90	3.88	3.85	3.94	0.055
Flavour ⁱⁱ⁾	3.74 ^a	3.58 ^{ab}	3.50 ^{ab}	3.44 ^b	3.57	0.052
Juiciness ⁱⁱ⁾	3.87	3.70	3.62	3.66	3.72	0.051
Acceptability ⁱⁱ⁾	4.00	3.78	3.73	3.73	3.81	0.049

Means within rows showing are significantly different ($p < 0.05$)

¹⁾ 5 = like extremely, extremely tender, juicy and no off flavour; 4 = like very much; 3 = neither like nor dislike; 2 = dislike very much; 1 = dislike extremely, extremely tough, dry and strong off flavour.

Figure 17: The sensory evaluation of meat with different tuna oil levels supplementation



การวิเคราะห์หาค่า TBA number ของเนื้อสุกร

การวิเคราะห์หาค่า TBA number ของเนื้อสุกรที่เสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3% ในช่วงระยะเวลา 0, 5, 10 วัน (Table 17) พบว่า เมื่อเก็บเนื้อสุกรเป็นเวลา 0 และ 5 วัน เนื้อสุกรที่เสริมน้ำมันปลา 3% จะมีแนวโน้มของค่า TBA number สูงกว่าเนื้อสุกรที่เสริมน้ำมันปลา 2%, 1% เท่ากับ 0.138, 0.127 และ 0.130 มก. malonaldehyde/ กก. ที่ 0 วัน และเท่ากับ 0.188, 0.160 และ 0.122 มก. malonaldehyde/ กก. ที่ 5 วัน ตามลำดับ แต่จะสูงกว่าเนื้อสุกรกลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลาอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เท่ากับ 0.092 และ 0.076 มก. malonaldehyde/ กก. ที่ 0 และ 5 วัน ตามลำดับ

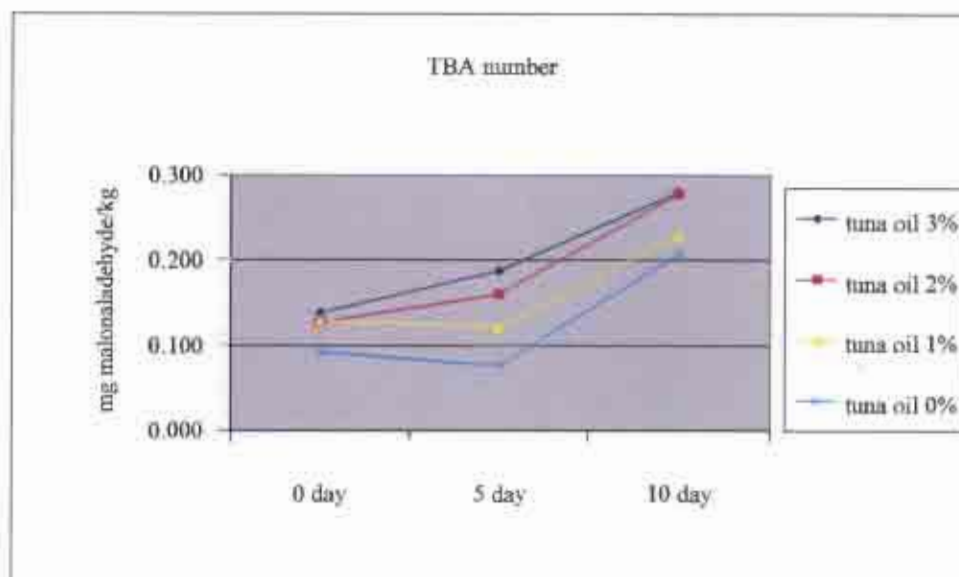
ส่วนเนื้อสุกรที่เก็บไว้นาน 10 วัน พบว่า ค่า TBA number ของเนื้อสุกรทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เนื้อสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาที่ 3% จะมีแนวโน้มของค่า TBA number สูงกว่ากลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2%, 1% และไม่ได้เสริมน้ำมันปลา คือ เท่ากับ 0.280, 0.278, 0.230 และ 0.207 มก. malonaldehyde/ กก. ตามลำดับ แสดงใน Figure 18

Table 17 The effect of different tuna oil levels in swine diets on TBA number of meat

Criteria	Tuna oil				Mean	SE
	0%	1%	2%	3%		
Storage (days)	TBA number (mg of malonaldehyde / kg)					
0 day	0.092 ^b	0.130 ^{ab}	0.127 ^{ab}	0.138 ^a	0.1232	0.0078
5 day	0.076 ^b	0.122 ^{ab}	0.160 ^{ab}	0.188 ^a	0.1407	0.0164
10 day	0.207	0.230	0.278	0.280	0.2517	0.0297

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

Figure 18: Effect of multi-level tuna oil supplementation on the TBA number of raw meat stored at 4 °c for up to 10 days



ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโคเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ของเนื้อสุกร

Table 18 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณโคเลสเตอรอลของเนื้อสุกรที่ได้รับการเสริม น้ำมันปลา 0, 1, 2 และ 3 % พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของระดับโคเลสเตอรอลของการเสริมน้ำมันปลาทุกน้ำ 0, 1, 2 และ 3% (56.12, 54.77, 53.87 และ 55.11 มก./100 กรัม ตามลำดับ)

Table 18 The level of Cholesterol and triglycerides of meat of different tuna oil levels supplementation.

Criteria	Tuna oil				Mean	SE
	0%	1%	2%	3%		
No of animals	10	10	10	10		
Fat (g)	0.149	0.162	0.163	0.168	0.160	0.073
Fat (%)	2.975	3.239	3.265	3.352	3.205	0.145
Triglycerides (mg/100g)	197.1	185.1	185.1	171.1	184.6	0.092
Cholesterol (mg/100g)	56.12	54.77	53.87	55.11	54.97	1.021

สำหรับผลการวิเคราะห์หาปริมาณไตรกลีเซอไรด์ของเนื้อสุกรที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลา 0, 1, 2 และ 3 % พบว่า ปริมาณไตรกลีเซอไรด์ของเนื้อสุกรมีแนวโน้มลดลงตามระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 197.1, 185.1, 185.1 และ 171.1 มก./100 กรัมของเนื้อ

4. คุณภาพไขมัน (fat quality)

ผลต่อสีของไขมัน

ผลของการเสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ ต่อลักษณะสี (fat color) ของไขมัน (Table 19) พบว่า ค่า L* (lightness), a* (redness), b* (yellowness) ของไขมันสันหลังและไขมันช่องท้องหรือ มันเปว ของกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยไขมันสันหลังของกลุ่มเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3% มีค่า L* เท่ากับ 77.28, 77.87, 78.31 และ 76.62 ตามลำดับ ค่า a* เท่ากับ 7.13, 7.09, 6.85 และ 7.60 และ ค่า b* เท่ากับ 4.41, 3.88, 4.61 และ 4.56 ตามลำดับ ส่วนไขมันช่องท้องมีค่า L* เท่ากับ 76.08, 75.41, 74.29 และ 74.23 ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มเสริม น้ำมันปลา 1, 2 และ 3% ตามลำดับ ค่า a* เท่ากับ 9.26, 9.14, 9.43 และ 9.85 และ ค่า b* เท่ากับ 6.32, 6.57, 7.05 และ 7.11 ตามลำดับ

ผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไขมันสันหลัง

ผลของการเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3% ต่อองค์ประกอบของกรดไขมันชนิดต่างๆ ในไขมันสันหลัง (Table 20) พบว่า การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ มีผลทำให้องค์ประกอบของ กรดไขมันอิ่มตัว ได้แก่ กรดพาลมิติก (C16:0) และกรดสเตียริก (C18:0) ในไขมันสันหลังของกลุ่ม เสริมน้ำมันปลา 3% มีปริมาณสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p<0.05$) แต่ในกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2% มีปริมาณกรดไขมันชนิดดังกล่าวไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 3% (C16:0 เท่ากับ 27.29, 27.81, 27.89 และ 27.00 % of total fat ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริม น้ำมันปลา 1, 2 และ 3% ตามลำดับ และ C18:0 เท่ากับ 16.22, 17.30, 16.17, และ 16.53 % of total fat ตามลำดับ) และกรดอะราซิดิก (C20:0) ในไขมันสันหลังของกลุ่มเสริมน้ำมันปลา 3% มีปริมาณสูง กว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% ($p<0.05$) แต่กลุ่มเสริมน้ำมันปลา 2% มีปริมาณ กรดอะราซิดิกไม่แตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ (0.41, 0.43, 0.48 และ 0.48 % of total fat ในกลุ่มควบคุมและ กลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% ตามลำดับ) ส่วนกรดโอเลอิก (C18:1) กรดลิโนเลอิก (C18:2)

Table 19 : Effect of supplementation of tuna oil level on fat color and firmness

Criteria	% Tuna oil				SE
	0	1	2	3	
No. of animals	10	10	10	10	
Backfat					
L*	77.28	77.87	78.31	76.62	0.67
a*	7.13	7.09	6.85	7.60	0.40
b*	4.41	3.88	4.61	4.56	0.37
Perirenal fat					
L*	76.08	75.41	74.29	74.23	0.85
a*	9.26	9.14	9.43	9.85	0.79
b*	6.32	6.57	7.05	7.11	0.57
Fat firmness					
Force , mN	702.85 ^a	759.36 ^a	360.70 ^b	617.02 ^b	65.94
Energy, J	3.98	5.35	3.86	3.5	0.89

^{a-b} superscripts within row have significantly different by tuna oil effect ($p < 0.05$)

^{e-f} superscripts within row have significantly different by sex effect ($p < 0.05$)

และกรดลิโนเลนิก (C18:3) ในไขมันสันหลังของสุกรแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่ปริมาณกรดลิโนเลนิกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมน้ำมันที่สูงขึ้นในสูตรอาหารเท่ากับ 3.08, 3.07, 3.13 และ 3.18% of total fat จากกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% ตามลำดับ) สำหรับองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (high unsaturated fatty acid; HUFA) ได้แก่ กรดอะราชีดิก (C20:4) EPA (C20:5) และ DHA (C22:6) ในไขมันสันหลัง พบว่า กลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% มีปริมาณกรดอะราชีดิกในไขมันสันหลังสูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% ($p<0.05$) เท่ากับ 0.33, 0.37, 0.21 และ 0.31% of total fat ตามลำดับ ส่วน EPA และ DHA ในกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% มีปริมาณสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p<0.05$) โดยมีปริมาณกรด EPA เท่ากับ 0.21, 0.28, 0.34 และ 0.45% of total fat ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% ตามลำดับ และ DHA เท่ากับ 0.11, 1.33, 1.50 และ 2.16% of total fat ตามลำดับ และกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% มีปริมาณกรด EPA และ DHA ในไขมันสันหลังสูงกว่ากลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2% ($p<0.05$) แต่กลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2% มีปริมาณกรดไขมันชนิดดังกล่าวไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

สำหรับปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมด (total saturated fatty acid) เท่ากับ 43.93, 45.54, 44.55 และ 44.02% of total fat ในไขมันสันหลังของกลุ่มควบคุมและกลุ่มเสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% ตามลำดับ โดยไขมันสันหลังจากกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมดสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p<0.05$) และกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2 % มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมดไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% ($p>0.05$) ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมด (total polyunsaturated fatty acid) ของไขมันสันหลังในกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% มีปริมาณสูงกว่า ($p<0.05$) ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% (18.54, 16.96 และ 17.11% of total fat ตามลำดับ) แต่ไขมันสันหลังของกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2% (17.41% of total fat) มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมดไม่แตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ ($p>0.05$) ส่งผลให้อัตราส่วนระหว่าง polyunsaturated และ saturated fatty acid (P/S ratio) ของไขมันสันหลังในกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% และ 1% มีค่าสูงสุดและต่ำสุด ($p<0.05$) เท่ากับ 0.37 และ 0.42 ตามลำดับ แต่ไขมันสันหลังของกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2% (0.39 และ 0.39) มีอัตราส่วน P/S ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 3% ($p>0.05$) ด้านอัตราส่วนระหว่าง P/S ที่ปรับแล้ว (adjusted P/S ratio) ของไขมันสันหลังในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% ไม่มีความแตกต่างกัน เท่ากับ 0.61, 0.60, 0.62 และ 0.68 ตามลำดับ ($p>0.05$) สำหรับกรดไขมันโอเมก้า-3 ทั้งหมด (total Ω -3 fatty acid) ในไขมันสันหลังมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมน้ำมันปลาที่สูงขึ้นในสูตรอาหาร ($p<0.05$) เท่ากับ 3.41, 4.69, 4.97 และ 5.80 ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% ตามลำดับ แต่ในกลุ่มที่

เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2% มีปริมาณกรดไขมันโอเมก้า-3 ทั้งหมดไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ส่วนปริมาณกรดไขมันโอเมก้า-6 ทั้งหมด (total ω -6 fatty acid) ไม่มีความแตกต่างกันทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% (13.54, 12.42, 12.43 และ 12.74 ตามลำดับ) ส่งผลให้อัตราส่วนระหว่าง ω -6 : ω -3 ลดลงตามระดับน้ำมันปลาที่สูงขึ้นในสูตรอาหาร ($p<0.05$) เท่ากับ 3.98, 2.82, 2.59 และ 2.27 ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 1, 2 และ 3% ตามลำดับ

ผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อสุกร

Table 21 แสดงผลของปริมาณของกรดไขมันชนิดต่างๆ (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด; % total fatty acid) ในเนื้อสุกรที่เสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3% พบว่า การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ ในสูตรอาหารสุกรไม่มีผลต่อปริมาณกรดพาลมิติก (palmitic acid; C16:0) กรดสเตียริก (stearic acid; C18:0) กรดโอเลอิก (oleic acid; C18:1) กรดลิโนเลอิก (linoleic acid; C18:2) และกรดอะราซิดิก (arachidic acid; C20:0) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($p>0.05$) ส่วนปริมาณของกรดลิโนเลนิก (linolenic acid; C18:3) พบว่า มีแนวโน้มที่สูงขึ้นตามระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร เท่ากับ 1.662, 1.859, 1.983 และ 2.003% ตามลำดับเช่นเดียวกับปริมาณของ EPA (ecosapentaenoic acid; C20:5) เท่ากับ 0.384, 0.450, 0.617 และ 0.602% ตามลำดับ สำหรับปริมาณของ DHA (docosahexaenoic acid; C22:6) พบว่า เนื้อสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% มีปริมาณของ DHA สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) คือ เท่ากับ 1.00, 1.181 และ 0.210% ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% (0.679%)

ผลของปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมด (total saturated fatty acid) พบว่า มีปริมาณใกล้เคียงกันจึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) และ ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมด (total polyunsaturated fatty acid) ของเนื้อสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มควบคุม เท่ากับ 14.212, 13.131 และ 12.827% ตามลำดับ ทำให้อัตราส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมดต่อกรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมดมีแนวโน้มสูงขึ้นตามไปด้วย ส่วนปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า - 6 ของเนื้อสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า - 3 สูงขึ้นตามระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร 0, 1, 2 และ 3% อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) เท่ากับ 2.257, 2.990, 3.609 และ 3.688% ตามลำดับ ส่งผลให้อัตราส่วนระหว่างกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า - 6 ต่อ กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า - 3 ลดลงเป็นลำดับ ($p<0.01$) เท่ากับ 4.965, 3.256, 2.988 และ 2.578% ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มเสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% ตามลำดับ ส่วนปริมาณกรดไขมันอิ่มตัว และกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมดในเนื้อสันนอกของสุกรในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

($p>0.05$) แต่ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมน้ำมันปลาที่สูงขึ้นในสูตรอาหาร (48.91, 71.05, 80.41 และ 75.98 มก./100 ก.เนื้อ ตามลำดับ) ส่งผลให้อัตราส่วนระหว่าง P/S และ adjusted P/S ของเนื้อในกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยมี P/S ratio เท่ากับ 0.28, 0.25, 0.29 และ 0.27 ในเนื้อจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% ตามลำดับ และ adjusted P/S เท่ากับ 0.41, 0.37, 0.44 และ 0.40 ตามลำดับ

Table 20: Effect of tuna oil supplementation on fatty acids of backfat (% total fatty acid)

Fatty acid	% Tuna oil				SE
	0	1	2	3	
C16:0	27.29 ^{ab}	27.81 ^a	27.89 ^a	27.00 ^b	0.27
C18:0	16.22 ^b	17.30 ^a	16.17 ^b	16.53 ^{ab}	0.37
C18:1	39.10 ^a	37.33 ^b	38.03 ^b	37.42 ^b	0.34
C18:2 (Ω-6)	13.33 ^a	12.11 ^b	12.10 ^b	12.37 ^b	0.32
C18:3 (Ω-3)	3.08	3.07	3.13	3.18	0.10
C20:0	0.41	0.43	0.48	0.48	0.03
C20:4 (Ω-6)	0.21 ^b	0.31 ^{ab}	0.33 ^a	0.37 ^a	0.03
C20:5 (Ω-3)	0.21 ^c	0.28 ^{bc}	0.34 ^b	0.45 ^a	0.03
C20:6 (Ω-3)	0.11 ^c	1.33 ^b	1.50 ^b	2.16 ^a	0.17
Total P	16.96 ^b	17.11 ^{ab}	17.41 ^{ab}	18.54 ^a	0.55
Total S	43.93 ^b	45.54 ^a	44.55 ^{ab}	44.02 ^b	0.52
P/S ratio	0.39 ^{ab}	0.37 ^b	0.39 ^{ab}	0.42 ^a	0.01
Adjusted P/S	0.61	0.60	0.62	0.68	0.02
Total Ω-3	3.41 ^c	4.69 ^b	4.97 ^b	5.80 ^a	0.27
Total Ω-6	13.54 ^a	12.42 ^b	12.43 ^b	12.74 ^{ab}	0.34
Ω6: Ω3 ratio	3.98 ^a	2.82 ^b	2.59 ^b	2.27 ^c	0.10

^{a-c} superscripts within row are significantly different by tuna oil effect ($p < 0.05$)

Table 21 The fatty acid composition (% total fatty acid) of the total lipid extractable from meat (LD) with different tuna oil supplementation

Fatty acid	Tuna oil				Mean	SE
	0%	1%	2%	3%		
	(% total fatty acid)					
C16:0	30.947	31.471	30.426	31.007	30.963	0.217
C18:0	14.678	15.547	15.438	15.767	15.375	0.221
C18:1	41.043	40.632	40.216	39.997	40.472	0.283
C18:2 (Ω-6)	8.812	7.811	8.731	7.971	8.331	0.233
C18:3 (Ω-3)	1.662	1.859	1.983	2.003	1.877	0.090
C20:0	0.480	0.379	0.413	0.440	0.428	0.019
C20:4 (Ω-6)	1.825 ^a	1.167 ^b	1.164 ^b	1.127 ^b	1.308	0.088
C20:5 (Ω-3)	0.384	0.450	0.617	0.602	0.513	0.037
C22:6 (Ω-3)	0.210 ^b	0.679 ^{ab}	1.00 ^a	1.181 ^a	0.759	0.096
PUFA	12.827	12.304	14.212	13.131	13.118	0.365
SFA	46.273	47.398	46.278	47.215	46.804	0.270
P : S ratio	0.278	0.254	0.293	0.272	0.274	0.009
Total (Ω-6)	10.779	8.979	9.895	9.099	9.688	0.301
Total (Ω-3)	2.257 ^b	2.990 ^{ab}	3.609 ^a	3.688 ^a	3.136	0.168
Total (Ω-6)/ Total (Ω-3)	4.965 ^a	3.256 ^b	2.988 ^b	2.578 ^b	3.447	0.210

Means within rows showing are significantly different ($p < 0.01$)

PUFA = total of 18:2, 18:3, 20:4, 20:5 and 22:6

SFA = total of 16: 0, 18:0 and 20:0

Total (Ω-6) = total of 18:2 and 20:4

Total (Ω-3) = total of 18:3, 20:5 and 22:6

ผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในผลิตภัณฑ์เบคอนของสุกร

Table 22 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันในผลิตภัณฑ์เบคอนของสุกรที่เสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3% พบว่า การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ ในสูตรอาหารสุกร ไม่มีผลต่อปริมาณกรดพาลมิติก กรดสเตียริก และ กรดอะราซิดิก เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($p > 0.05$) แต่มีผลต่อปริมาณกรดโอเลอิก และ กรดลิโนเลอิก โดยกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 1, 2 และ 3% มีปริมาณต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) ส่วนปริมาณของกรดลิโนเลนิก พบว่า มีแนวโน้มที่สูงขึ้นตามระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร เท่ากับ 3.38, 3.18, 3.61 และ 3.46% ตามลำดับ สำหรับปริมาณของ EPA และ DHA พบว่า มีปริมาณสูงขึ้นตามระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) เท่ากับ 0.10, 0.30, 0.41 และ 0.52% ตามลำดับ และ 0.05, 1.91, 2.79 และ 3.64% ตามลำดับ

ผลของปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมด พบว่า มีปริมาณไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมดของเบคอนกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% มีปริมาณสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) คือ เท่ากับ 19.81, 20.19 และ 17.54% ตามลำดับ ทำให้อัตราส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมดต่อกรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมดสูงขึ้น ($p < 0.01$) เท่ากับ 0.47, 0.47 และ 0.41% ตามลำดับ ส่วนปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า - 6 ของเบคอนกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% มีปริมาณลดลงต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) เท่ากับ 12.06, 12.99, 12.55 และ 14.00% ตามลำดับ แต่ปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า - 3 สูงขึ้นตามระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร 0, 1, 2 และ 3% อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) เท่ากับ 3.53, 5.40, 6.82 และ 7.64% ตามลำดับ ส่งผลให้อัตราส่วนระหว่างกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า - 6 ต่อกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า - 3 ลดลงเป็นลำดับ ($p < 0.01$) เท่ากับ 4.03, 2.29, 1.91 และ 1.71% ตามลำดับ

Table 22 The fatty acid composition (% total fatty acid) of the total lipid extractable from smoked bacon with different tuna oil supplementation

Fatty acid	Tuna oil				Mean	SE
	0%	1%	2%	3%		
C16:0	26.27	26.52	25.81	26.10	26.17	0.146
C18:0	16.21	17.49	16.21	16.30	16.55	0.216
C18:1	39.58 ^a	38.08 ^{ab}	37.73 ^b	36.95 ^b	38.05	0.242
C18:2 (Ω-6)	13.44 ^a	11.58 ^b	12.42 ^{ab}	11.94 ^b	12.33	0.164
C18:3 (Ω-3)	3.38	3.18	3.61	3.46	3.41	0.065
C20:0	0.37 ^b	0.42 ^{ab}	0.41 ^{ab}	0.44 ^a	0.41	0.007
C20:4 (Ω-6)	0.56 ^{ab}	0.48 ^b	0.57 ^{ab}	0.61 ^a	0.55	0.014
C20:5 (Ω-3)	0.10 ^d	0.30 ^c	0.41 ^b	0.52 ^a	0.34	0.021
C22:6 (Ω-3)	0.05 ^d	1.91 ^c	2.79 ^b	3.64 ^a	2.15	0.180
PUFA	17.54 ^b	17.47 ^b	19.81 ^a	20.19 ^a	18.80	0.290
SFA	42.86	44.44	42.44	42.84	43.14	0.292
P : S ratio	0.41 ^{ab}	0.39 ^b	0.47 ^a	0.47 ^a	0.43	0.008
Total (Ω-6)	14.00 ^a	12.06 ^b	12.99 ^{ab}	12.55 ^b	12.88	0.173
Total (Ω-3)	3.53 ^c	5.40 ^b	6.82 ^a	7.64 ^a	5.91	0.222
Total (Ω-6)/ Total (Ω-3)	4.03 ^a	2.29 ^b	1.91 ^c	1.71 ^c	2.45	0.111

Means within rows showing are significantly different ($p < 0.01$)

PUFA = total of 18:2, 18:3, 20:4, 20:5 and 22:6

SFA = total of 16: 0, 18:0 and 20:0

Total (Ω-6) = total of 18:2 and 20:4

Total (Ω-3) = total of 18:3, 20:5 and 22:6

ผลต่อค่าความแข็งของไขมัน (fat firmness)

ผลของการเสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ ต่อความแข็งของไขมันสันหลัง (Figure 19) พบว่า ไขมันสันหลังจากกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% (360.70 และ 531.06 มิลลินิวตัน) มีความแข็งของไขมันต่ำกว่า ($p < 0.05$) ไขมันจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% (748.83 และ 992.23 mN) จะเห็นได้ว่าความแข็งของไขมันของกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% และ 2% มีแนวโน้มสูงสุด และต่ำสุด ตามลำดับ แต่หลังจากนั้นไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% (3.98, 5.35, 3.86 และ 3.50 ฐล ตามลำดับ)

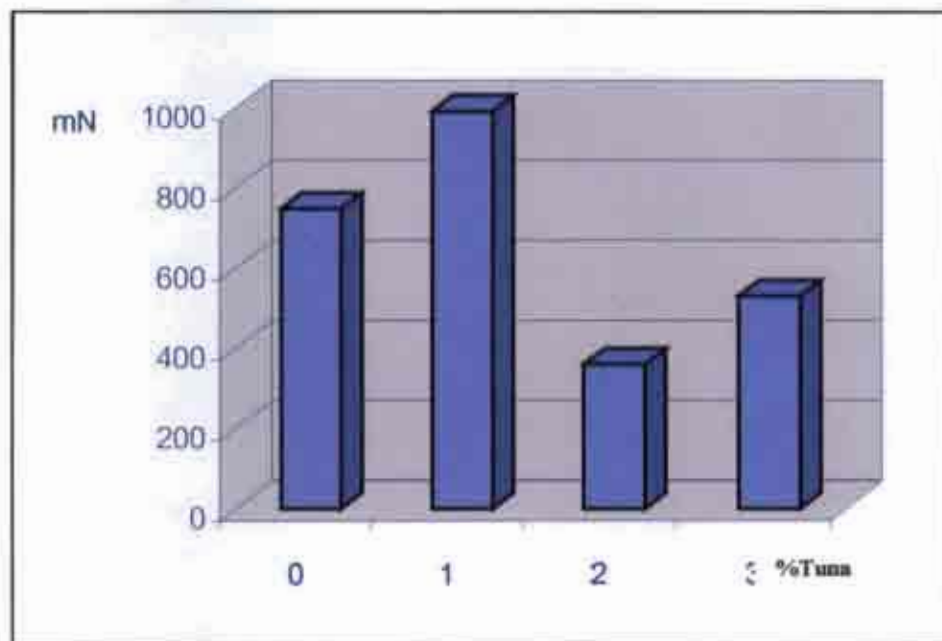


Figure 19: Effect of tuna oil supplementation on fat firmness of backfat

ผลต่อค่า TBA ของไขมันสันหลัง

ไขมันสันหลัง ผลการเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3% ในสูตรอาหารต่อค่า TBA ของไขมันสันหลัง (Table 16) พบว่า การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ มีผลทำให้ค่า TBA สูงขึ้นตามระดับการเสริมน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร ($p < 0.05$) โดยไขมันสันหลังจากกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% มีค่า TBA สูงกว่า ($p < 0.05$) ไขมันสันหลังจากกลุ่มควบคุม เท่ากับ 0.178, 2.180, 2.905 และ 0.932 มก. malonaldehyde/ก.ก. ไขมัน ตามลำดับ (Figure 20) และไขมันสันหลังจากกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% มีค่า TBA สูงกว่าไขมันสันหลังจากกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% และ 2% ($p < 0.05$) แต่ค่า TBA ของไขมันสันหลังจากกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% และ 2% ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$)

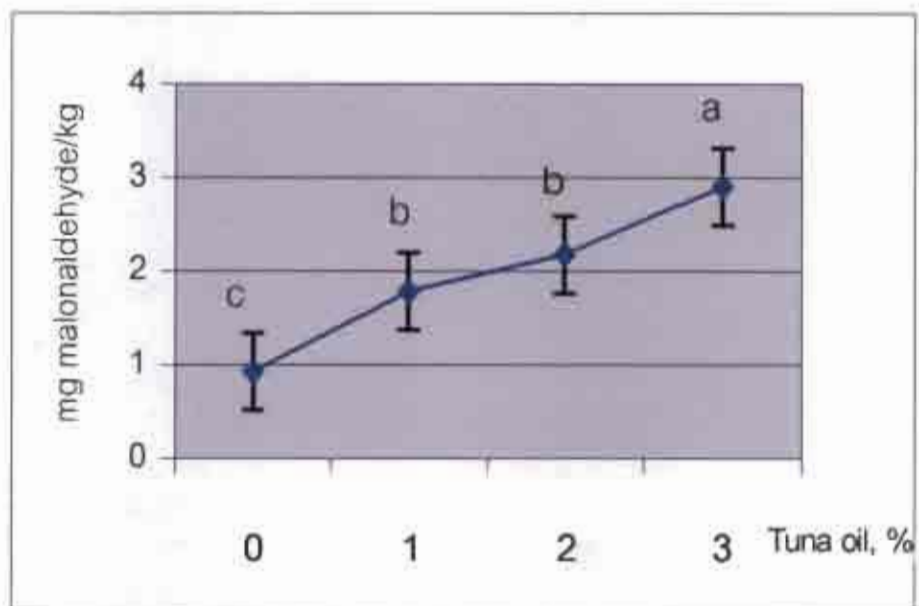


Figure 20 : Effect of tuna oil supplementation on TBA value of backfat , average from 0, 3, 6 or 9 day of storage time at $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$

ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่า TBA ในไขมันสันหลัง

ไขมันสันหลัง การเก็บรักษาไขมันที่อุณหภูมิ $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 0, 3, 6 และ 9 วัน มีผลทำให้ค่า TBA สูงขึ้นตามระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร ($p < 0.05$) เท่ากับ 1.020, 1.909, 2.196 และ 2.680 มก. malonaldehyde/ก.ก. ไขมัน ตามลำดับ (Table 23) ซึ่งการเก็บรักษาไขมันเป็นเวลา 3 วันขึ้นไปมีผลทำให้ค่า TBA value สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับวันที่ 0 และการเก็บรักษาไขมันเป็นเวลา 9 วัน มีค่า TBA สูงกว่า ($p < 0.05$) การเก็บรักษาเป็นเวลา 3 วัน แต่ไม่แตกต่างจากการเก็บรักษาไขมันเป็นเวลา 6 วัน ($p > 0.05$) จะเห็นได้ว่าการเสริมน้ำมันปลาในสูตรอาหารมีผลทำให้ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมดของไขมันสันหลังสูงขึ้น (Table 20) เป็นผลให้ระยะเวลาในการเก็บรักษาล้นลง เนื่องจากไขมันสันหลังสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่ายขึ้น (Figure 21)

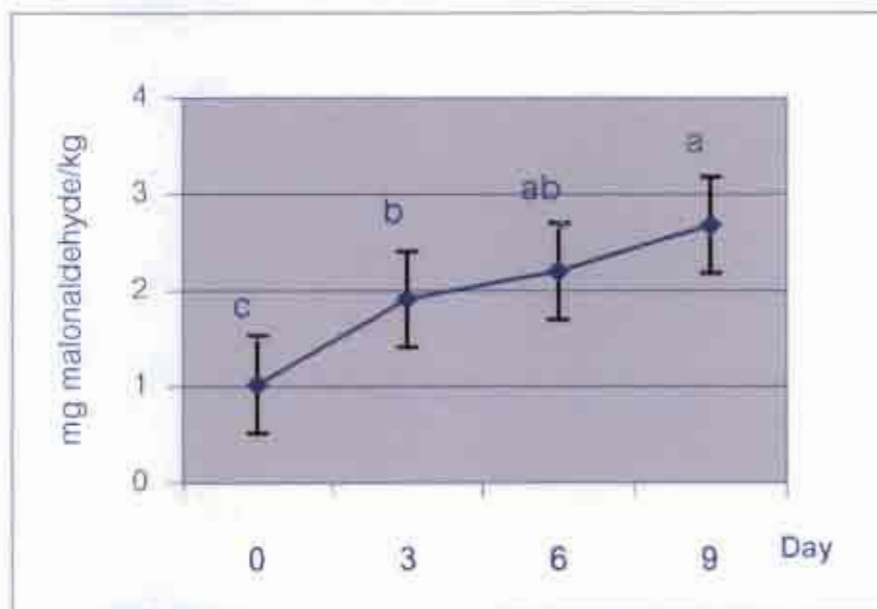


Figure 21: Effect of storage time ($4 \pm 1^{\circ}\text{C}$) on TBA value of backfat, average from 0, 1, 2 or 3% tuna oil in diet

Table 23 : Effect of storage time ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) on TBA value of backfat , average from 0, 1, 2 or 3% tuna oil in diet

Items	Storage time, day			
	0	3	6	9
Backfat	1.020 ^c $\pm$ 0.174	1.909 ^b $\pm$ 0.192	2.196 ^{ab} $\pm$ 0.176	2.680 ^a $\pm$ 0.184

^{a-c} superscripts within row had significantly difference ($p < 0.05$)

ผลต่อระดับโคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และไลโปโปรตีนในพลาสมา

ผลการเสริมน้ำมันที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3% ในสูตรอาหารต่อระดับโคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และไลโปโปรตีนในพลาสมา (Table 24) พบว่า การเสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% ในสูตรอาหารมีผลทำให้ระดับโคเลสเตอรอลในพลาสมาลดลง ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% (61.42 และ 57.93 เทียบกับ 69.69 และ 68.17 มก./100 มล.) สำหรับกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ (1, 2 และ 3%) มีผลทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ และ VLDL ในพลาสมาลดลง ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (93.46, 94.34 และ 92.71 เทียบกับ 103.07 มก. ไตรกลีเซอไรด์/100 มล. และ 18.88, 18.86 และ 18.39 เทียบกับ 20.71 มก. VLDL/100 มล.) แต่ปริมาณไตรกลีเซอไรด์ และ VLDL ในกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) ส่วนระดับ LDL ในพลาสมาของสุกรในกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% ต่ำกว่า ($p < 0.05$) กลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2% (15.21, 21.44, 26.46 และ 21.52 มก./100 มล. ตามลำดับ) แต่ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2% มีระดับ LDL ในพลาสมาไม่แตกต่างกัน สำหรับสุกรในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% มีระดับ HDL ในพลาสมาไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมน้ำมันปลาที่สูงขึ้นในสูตรอาหาร

ระดับโคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และไลโปโปรตีนในพลาสมาที่ระดับน้ำหนักต่างๆ พบว่า ระดับโคเลสเตอรอล และ LDL ในพลาสมาสุกรเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของสุกร ($p < 0.05$) โดยสุกรน้ำหนัก 90 ก.ก. มีระดับโคเลสเตอรอล และ LDL ในพลาสมาสูงกว่าสุกรน้ำหนัก 30 และ 60 ก.ก. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 81.90, 54.21 และ 56.80 มก. โคเลสเตอรอล/100 มล. และ 33.40, 12.34 และ 17.74 มก. LDL/100 มล. ตามลำดับ แต่ระดับไตรกลีเซอไรด์ และ VLDL ในพลาสมาลดลงตามระดับน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) โดยสุกรน้ำหนัก 60 และ 90 ก.ก. มีระดับไตรกลีเซอไรด์ และ VLDL ในพลาสมาต่ำกว่าสุกรน้ำหนัก 30 ก.ก. ($p < 0.05$) เท่ากับ 93.83, 87.63 และ 106.23 มก. ไตรกลีเซอไรด์/100 มล. ตามลำดับ และ 18.77, 17.60 และ 21.20 มก. VLDL/100 ก.

ตามลำดับ และสุกรน้ำหนัก 90 ก.ก. มีระดับไตรกลีเซอไรด์ในพลาสมาต่ำกว่าสุกรน้ำหนัก 60 ก.ก. ($p < 0.05$) แต่ระดับ VLDL ของสุกรน้ำหนัก 60 และ 90 ก.ก. ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) สำหรับระดับ HDL ในพลาสมาของสุกรน้ำหนัก 30, 60 และ 90 ก.ก. ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) เท่ากับ 27.31, 24.77 และ 27.97 มก./100 มล. ตามลำดับ

ผลต่อระดับโคเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในไขมันสันหลัง

ระดับโคเลสเตอรอลในไขมันสันหลังจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% เท่ากับ 69.97, 55.82, 55.73 และ 58.72 มก./100 ก.ไขมัน ตามลำดับ (Table 25) โดยการเสริมน้ำมันปลา 1 และ 2% มีผลทำให้ระดับโคเลสเตอรอลในไขมันสันหลังของสุกรลดลง ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 3% ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2% ($p > 0.05$) ส่วนผลการเสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อระดับไตรกลีเซอไรด์ในไขมันสันหลัง ($p > 0.05$) เท่ากับ 64.98, 59.88, 59.73 และ 60.11 มก./100 ก. ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% ตามลำดับ แต่มีแนวโน้มลดลงตามระดับน้ำมันปลาที่สูงขึ้นในสูตรอาหาร

Table 24 : Effect of tuna oil supplementation and weight on cholesterol triglycerides and lipoprotein in blood plasma (mg/100ml)

Criteria	Cholesterol		Triglyceride		HDL		LDL		VLDL	
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
Tuna oil										
0%	69.69 ^a	1.48	103.07 ^a	1.45	24.97	1.51	21.44 ^a	1.89	20.71 ^a	0.37
1%	68.17 ^a	1.50	93.46 ^b	1.47	26.12	1.34	26.46 ^a	1.68	18.88 ^b	0.35
2%	61.42 ^b	1.54	94.34 ^b	1.44	27.32	1.39	21.52 ^a	1.93	18.86 ^b	0.38
3%	57.93 ^b	1.52	92.71 ^b	1.47	28.32	1.50	15.21 ^b	1.83	18.39 ^b	0.38
Weight, kg										
30	54.21 ^f	1.33	106.23 ^e	1.36	27.31	1.38	12.34 ^f	1.74	21.20 ^e	0.34
60	56.80 ^f	1.30	93.83 ^f	1.23	24.77	1.19	17.74 ^f	1.63	18.77 ^f	0.32
90	81.90 ^e	1.29	87.63 ^g	1.20	27.97	1.15	33.40 ^e	1.37	17.67 ^f	0.31
Tuna oil x Weight	**		**		**		**		*	

a-b superscripts within row have significantly different by tuna oil effect ($p < 0.05$)

e-g superscripts within row have significantly different by weight effect ($p < 0.05$)

Table 25 : Effect of tuna oil supplementation on cholesterol and triglycerides of backfat

Criteria	Backfat			
	Cholesterol		Triglycerides	
	Mean	SE	Mean	SE
Tuna oil	(mg/100g)		(g/100g)	
0%	69.97 ^a	2.27	64.98	2.20
1%	55.82 ^b	2.33	59.88	2.07
2%	55.73 ^b	2.27	59.73	2.20
3%	58.72 ^{ab}	2.27	60.11	2.20

^{a-b} superscripts within row have significantly different by tuna oil effect ($p < 0.05$)

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. สมรรถภาพการผลิตสุกร

สมรรถภาพการผลิตสุกรรุ่น (30-60 กก.) สุกรขุน (60-90 กก.) และตลอดการทดลอง (30-90 กก.)

ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน (average daily feed intake)

ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวันของสุกรที่เสริมน้ำมันปลา 0, 1, 2 และ 3% พบว่า สุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2% ของการทดลองทั้ง 3 ระยะ มีแนวโน้มของปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวันสูงกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากการเสริมน้ำมันปลาลงในสูตรอาหารของสุกรมีผลทำให้เพิ่มความน่ากินของอาหารและยังเป็นแหล่งของกรดไขมันที่จำเป็น ทำให้สุกรกินอาหารได้มากและเจริญเติบโตดีขึ้น (Sanders, 1994) แต่การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 3% มีผลต่อปริมาณการกินอาหารของสุกร ทำให้สุกรกินอาหารลดลง เนื่องจากสุกรได้รับพลังงานสูงเกินความต้องการ หรือระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดกลิ่นคาวของน้ำมันปลา ความน่ากินของอาหารจึงลดลง สอดคล้องกับ Myer *et al.* (1992) พบว่าการเสริม canola oil ที่ระดับ 5 และ 10 % ในสูตรอาหาร มีผลทำให้ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (ADFI) ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (2.52, 2.42 และ 2.73 กก. ตามลำดับ) สอดคล้องกับรายงานของ Busboom *et al.* (1991) ที่ว่า สุกรที่ได้รับ Ground canola จะมีปริมาณอาหารที่กินต่อวันลดลง ($p < 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจาก Ground canola มีความน่ากินต่ำและ Ground canola มีค่าพลังงานสูงทำให้สุกรกินอาหารลดลง (Kramer *et al.*, 1983 cited by Busboom *et al.*, 1991)

ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (total feed intake)

พบว่า ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดของสุกรที่เสริมน้ำมันปลา 0, 1, 2 และ 3% ที่ระยะ 30 – 60 กก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เช่นเดียวกับปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน โดยสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2% มีแนวโน้มของปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดมากกว่ากลุ่มควบคุม และสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% มีปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดต่ำกว่าสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2% เป็นผลเนื่องจากค่าพลังงาน ถ้าสัตว์ได้รับพลังงานสูงเกินความต้องการจะปรับตัวโดยการกินอาหารน้อยลง (พันทิพา, 2539) และปัญหาอีกอย่างหนึ่งคือกลิ่นคาวของน้ำมันปลา ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันปลา และระดับของน้ำมันปลา (Sanders, 1994) ทำให้เกิดการ autoxidation ของ Linolenic acid, EPA และ DHA เกิดเป็น aldehyde และสารประกอบอื่น ๆ ซึ่งเป็นสาเหตุของกลิ่นในน้ำมันปลา (ฉาตยา และคณะ, 2540) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเติมสารกันหืนลงในอาหารเพื่อป้องกันการเหม็นหืน (rancidity) เพราะอาหารที่หืนจะมีกลิ่นและรสที่ไม่พึงประสงค์สำหรับสุกร ทำให้สุกรกิน

อาหารน้อยลงหรือไม่กินเลย (บุญลือ, 2536) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเติมวิตามินอี 70 มก./กก. และสารกันหืน (BHT) 0.02% ของไขมันลงในอาหาร ทำให้การเหม็นหืนเป็นไปได้ช้า และมีผลกระทบต่อปริมาณอาหารที่กินของสุกรในกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาที่น้อยที่สุด

สุกรระยะ 60 – 90 กก. พบว่า สุกรที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% มีแนวโน้มของปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลา เช่นเดียวกับสุกรที่ระยะ 30 – 90 กก. แสดงให้เห็นว่า ปริมาณอาหารที่กินจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเลี้ยงและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ปริมาณอาหารที่กินขึ้นอยู่กับระดับน้ำมันปลาที่เสริมลงในอาหาร โดยการเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 1 และ 2% เป็นระดับที่ทำให้สุกรกินอาหารได้มากขึ้น สอดคล้องกับ ฉาดยา และคณะ (2540) รายงานว่า การเสริมน้ำมันปลาทูน่า 1, 2 และ 3% ในอาหารไก่เนื้อมีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินและประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลา เช่นเดียวกับ ชูวเรศ (2537) ทำการเสริมน้ำมันปลาซาร์ดีน 0, 1.5 และ 3% ในอาหารไก่ไข่

ระยะเวลาการเลี้ยง (period of feeding)

จำนวนวันที่เลี้ยงสุกรทั้งระยะ 30–60, 60–90 และ 30–90 กก. ใกล้เคียงกัน โดยสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% จะใช้เวลาในการเลี้ยงน้อยกว่า กลุ่มควบคุม, กลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% เนื่องจากสุกรมีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโตดีกว่า ชูวฉัตร และคณะ (2543) พบว่า การเสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% ลงในอาหารไม่มีผลต่อระยะเวลาในการเลี้ยง แต่การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 3% ใช้เวลาในการเลี้ยงเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ Artman (1964) พบว่า การเสริมน้ำมันปลาเมนฮานเดน ในอาหารไก่ 4.5 และ 9% มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตต่อวันและประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารดีขึ้น แต่ถ้าให้ถึง 15% จะให้ผลตรงกันข้าม เนื่องจากได้รับน้ำมันปลาในปริมาณมากเกินไป ทำให้มีผลต่อสัดส่วนของพลังงานและโปรตีนไม่เหมาะสม

น้ำหนักตัวที่เพิ่ม (weight gain)

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นระหว่างสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมในทุกระยะของการทดลอง ($p>0.05$) โดยพบว่า ช่วงระยะ 30 – 60 กก. สุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% มีแนวโน้มของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากกว่าสุกรกลุ่มควบคุม เช่นเดียวกับที่ระยะ 30 – 90 กก. สุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 % มีแนวโน้มของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมา คือ สุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 3% และ สุกรกลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลา ทั้งนี้เนื่องจากในระยะขุนสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2 % มีอัตราการ

เจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารดีกว่าสุกรกลุ่มอื่นๆ สอดคล้องกับการรายงานของ Myer *et al.* (1992) ส่วนในระยะทดลองการทดลอง 60 – 90 กก. พบว่า สุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2% มีแนวโน้มของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด แสดงให้เห็นว่า สุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2% มีแนวโน้มของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% และสุกรกลุ่มควบคุม การเสริม redfish meal (Hulan *et al.*, 1988 and 1989), full fat flaxseed (Ajuyah *et al.*, 1993a) ในอาหารไก่กระทอง พบว่ามีผลทำให้น้ำหนักตัวของไก่กระทองเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง เนื่องจากปริมาณอาหารที่กินลดลงและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร (FCR) ค่อยลง

อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (average daily gain)

อัตราการเจริญเติบโตต่อวันของ สุกรช่วงระยะ 30 – 60 กก. พบว่า สุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% มีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่ากลุ่มควบคุม, สุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ ขวัญศรี และคณะ (2543) พบว่า การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 1% มีผลทำให้ปริมาณอาหารที่กิน การเพิ่มน้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโตต่อวันในช่วงสุกรรุ่นเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ Myer *et al.* (1992) รายงานว่า การเสริม canola oil ที่ระดับ 5 และ 10% ในสูตรอาหารมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นและสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารให้ดีขึ้น ซึ่งให้ผลตรงข้ามกับการเสริม Ground canola (Busboom *et al.*, 1991) และ canola seed (Castell, 1980) ในอาหารสุกร พบว่าไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต สอดคล้องกับการทดลองของ Leskanich *et al.* (1997) พบว่า การเสริม 2% rapeseed และ 1% fish oils ในสูตรอาหาร ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตต่อวัน แต่มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มควบคุม เท่ากับ 0.84 และ 0.80 กก. ตามลำดับ โดยสุกรเพศผู้มีอัตราการเพิ่มน้ำหนักสูงกว่าเพศเมีย (0.88 และ 0.78 กก./วัน) ส่วนในระยะขุน 60 –90 กก. สุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2% และ กลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลา มีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% ส่วนในระยะ 30 –90 กก. พบว่า สุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% มีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลาและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% เนื่องจากสุกรมีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่ากลุ่มอื่น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในไก่ (ณาคยา และคณะ, 2540; ขวเรศ, 2537) และบุญลือ (2536) แนะนำว่า การเติมไขมันลงในอาหารจะช่วยให้การเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารดีขึ้น แต่ไขมันจะทำให้สุกรกินอาหารได้น้อยลง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเพิ่มสารอาหารตัวอื่นๆ ให้เพียงพอกับความต้องการของสุกร

อัตราแลกเนื้อ (feed conversion ratio)

สุกรในช่วง 30–60 กก. ทุกกลุ่มทดลองมีอัตราแลกเปลี่ยนอาหารใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) สอดคล้องกับการทดลองของ Castell (1977) ได้ทำการเสริม rapeseed ในอาหารสุกร พบว่า ไม่มีผลต่ออัตราแลกเนื้อ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ส่วนสุกรในระยะ 60 – 90 กก. สุกรกลุ่มที่ไม่เสริมน้ำมันปลา มีแนวโน้มของอัตราแลกเนื้อดีกว่าสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 , 2 และ 3% เป็นผลมาจากน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูง ซึ่งเห็นได้ว่าอัตราแลกเนื้อกับอัตราแลกเนื้อมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด สุกรโตช้าเท่าใดก็กินอาหารมากขึ้นเท่านั้น (บุญลือ, 2536) สอดคล้องกับรายงานของ Myer *et al.* (1992) เมื่ออัตราแลกเนื้อเพิ่มขึ้น (0.91 และ 0.92 กก. ที่ระดับ 5 และ 10 % canola oil ตามลำดับ) ทำให้มีประสิทธิภาพการใช้อาหารได้ดีขึ้น

ต้นทุนค่าอาหารต่อปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (feed cost per total feed intake)

ต้นทุนค่าอาหารต่อปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) พบว่า สุกรระยะ 30-60 กก. และ ระยะ 30 –90 กก. ในกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% มีต้นทุนค่าอาหารใกล้เคียงกัน แต่สูงกว่าสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% และกลุ่มที่ไม่เสริมน้ำมันปลาอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนสุกรระยะ 60-90 พบว่า ต้นทุนค่าอาหารเพิ่มขึ้นตามระดับของการเสริมน้ำมันปลา 0, 1, 2 และ 3% แสดงให้เห็นว่า เมื่อเสริมน้ำมันปลาลงในอาหาร 1, 2 และ 3% ตามลำดับ มีผลให้ต้นทุนค่าอาหารเพิ่มขึ้นตามระดับของน้ำมันปลาที่เสริมลงในอาหาร และเพิ่มขึ้นตามปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดด้วย

ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก (feed cost per gain)

ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต (30-60, 60-90 และ 30-90 กก.) พบว่า สุกรระยะ 30-60 กก. ในกลุ่มกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักสูงกว่ากลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% และกลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลา ส่วนสุกรระยะ 60-90 กก. พบว่า ต้นทุนค่าอาหารเพิ่มขึ้นตามระดับของการเสริมน้ำมันปลา 0, 1, 2 และ 3% เมื่อคิดต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักในช่วง 30 –90 กก. กลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% มีต้นทุนค่าอาหารใกล้เคียงกัน แต่สูงกว่าสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% และกลุ่มที่ไม่เสริมน้ำมันปลา แสดงให้เห็นว่า เมื่อเสริมน้ำมันปลาลงในอาหาร 1, 2 และ 3% ตามลำดับ มีผลให้ต้นทุนค่าอาหารเพิ่มขึ้นตามระดับของน้ำมันปลาที่เสริมลงในอาหาร ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันปลาพุนามีราคาค่อนข้างสูง คือ กิโลกรัมละ

73.13 บาท แม้ว่าสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% จะมีการกินอาหารต่ำกว่าและอัตราการเปลี่ยนอาหารดีกว่าก็ตาม

2. คุณภาพซากของสุกร (carcass quality)

ลักษณะซากโดยทั่วไปของสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 0, 1, 2 และ 3% พบว่า สุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2% มีแนวโน้มของน้ำหนักที่เข้ามามากกว่าสุกรที่เสริมน้ำมันปลา 1, 3% และ กลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลา เป็นผลทำให้น้ำหนักซากอ่อน และ น้ำหนักซากเย็นของสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2% มีแนวโน้มดีกว่ากลุ่มอื่น ส่วนทางด้านของเปอร์เซ็นต์ซาก พบว่า เปอร์เซ็นต์ซากมีค่าใกล้เคียงกัน โดยสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ซากสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลา Leskanich *et al.* (1997) รายงานว่า การเสริม rapeseed oils 2% ร่วมกับ fish oils 1% ลงในอาหารสุกรไม่มีผลต่อคุณภาพซากเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม เช่นเดียวกับการศึกษาของ Romans *et al.* (1995a,b); Hulan *et al.* (1988 and 1989)

ส่วนความหนาของไขมันสันหลัง พบว่า สุกรกลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลามีความหนาของไขมันสันหลังน้อยกว่าสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% สอดคล้องกับ Leskanich *et al.* (1997) พบว่าสุกรกลุ่มควบคุมมีความหนาของไขมันสันหลังน้อยกว่ากลุ่มเสริมโอเมก้า-3 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับการเสริมแหล่ง ω -3 จากพืช (rapeseed oil, canola oil และ flax oil) ไม่มีผลต่อลักษณะซาก และความหนาไขมันสันหลังของสุกร (Larick *et al.*, 1992; Mayer *et al.*, 1992a and b; Busboom *et al.*, 1991) สำหรับการวัดความหนาไขมันสันหลังที่ซี่โครงที่ 10 – 11 พบว่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งความหนาของไขมันสันหลังจะสอดคล้องกับพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันคือ สุกรกลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลาและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% มีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันคึกว่ากลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2% เนื่องจากการสะสมไขมันที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันลดลง

สัดส่วนของไขมัน หนัง กระดูก และเนื้อแดงของซากสุกร พบว่า สัดส่วนของเนื้อในสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 % มีปริมาณมากกว่าสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% แต่ไม่ความแตกต่างกับสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% และกลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลา การที่สัดส่วนของเนื้อในสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 % มากกว่ากลุ่มอื่น เนื่องจากความแปรปรวนของขนาดชิ้นเนื้อที่แตกต่างกัน ทำให้สัดส่วนไขมัน กระดูก และหนังมากตามไปด้วย

สัดส่วนไขมันของแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันโดยสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% มีไขมันมากกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลา สัดส่วนหนัง และกระดูก พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อทำเป็นอัตราส่วนระหว่าง เนื้อ : ไขมัน : กระดูก : หนัง พบว่า

กลุ่มสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% มีส่วนของเนื้อแดงมากที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มที่เสริม น้ำมันปลา 2%, กลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลา และ กลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% แสดงให้เห็นว่า เมื่อพิจารณาน้ำหนักของสัดส่วนต่าง ๆ พบว่าสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาระดับ 1 และ 2% มีการ สะสมไขมันในร่างกายเพิ่มขึ้นกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลา แต่ก็ยังให้ปริมาณเนื้อแดงที่สูงกว่า

3. คุณภาพเนื้อ (meat quality)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH value)

ผลการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ในกล้ามเนื้อ 2 ชนิด คือ กล้ามเนื้อสันนอก (*longissimus dorsi* : LD) และ กล้ามเนื้อสะโพก (*semimembranosus* : SM) ภายหลังการฆ่า 45 นาที (pH_1) และ 24 ชั่วโมง (pH_2) ในสุกรที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลาในระดับ 0, 1, 2 และ 3% พบว่า ค่า ความเป็นกรดเป็นด่างของเนื้อสันนอกภายหลังการฆ่าที่ pH_1 ไม่มีความแตกต่างกัน สอดคล้องกับ Leskanich *et al.* (1997) พบว่าการเสริมกรดไขมันชนิดโอเมก้า – 3 โดยใช้ rapeseed oil 2 % ร่วมกับ fish oil 1% ลงในสูตรอาหาร ไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH value) ของเนื้อ ส่วนเนื้อ สะโพก (SM) พบว่า สุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างมากกว่าสุกรกลุ่มที่ เสริมน้ำมันปลา 2, 3% และกลุ่มควบคุม แต่จะเห็นได้เนื้อที่ได้เป็นเนื้อปกติ เนื่องจากค่าที่ได้มากกว่า หรือเท่ากับ 6.0 ถือว่าเป็นค่าของเนื้อปกติ (Chizzolini *et al.*, 1993) ซึ่งการวัดค่า pH ใช้วัดในช่วงแรก ที่สัตว์ตาย เป็นดัชนีทางอ้อมของอัตราการเกิด glycolysis ในซากสุกร โดยที่ ค่า $pH_1 < 5.8$ จะเป็นค่า วิฤตที่ส่งผลให้เกิด เนื้อ PSE (Pale Soft Exudative) ได้ (สัตวชัย, 2543) จูฑารัตน์ (2533) รายงานว่า การเกิด PSE ในเนื้อ จะทำให้โปรตีนสูญเสียคุณสมบัติบางประการ โดยโปรตีนสูญเสียความ สามารถในการละลาย (solubility) สูญเสียความสามารถในการจับกับน้ำจึงทำให้เนื้อมีความ สามารถในการอุ้มน้ำต่ำ นอกจากนี้ยังสูญเสียความเข้มของรงควัตถุซึ่งเป็นตัวกำหนดสีของเนื้อ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ไม่พึงประสงค์ไม่ว่าจะนำเนื้อนั้นไปใช้ขณะยังสดอยู่หรือเอาไปแปรรูปก็ตาม (ชัยณรงค์, 2529)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของเนื้อสันนอกและเนื้อสะโพกของสุกรที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลา ในระดับ 0, 1, 2 และ 3% ภายหลังการฆ่า 24 ชั่วโมง พบว่า ค่าที่ได้ใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างกัน และค่าที่ได้น้อยกว่า 5.8 ถือว่าเป็นเนื้อปกติ (Garrido *et al.*, 1994; Hofmann, 1994 อ้างโดย สัตวชัย, 2543) Chizzolini *et al.* (1993) รายงานว่า ค่า pH สุดท้ายที่ได้น้อยกว่า 6.0 ถือว่าเป็นค่าของเนื้อปกติ เช่นกัน ดังนั้นชี้ให้เห็นว่า การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างของ เนื้อสุกรทดลอง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขั้นตอนก่อนและหลังการฆ่าสุกรด้วย โดย Cheah *et al.* (1995) รายงานว่า คุณภาพเนื้อสุกรที่ได้มีโอกาสเกิด PSE เนื่องจากการจัดการก่อนและหลังฆ่า ซึ่งค่าต่างๆ

ที่มีโอกาสทำให้เนื้อเกิด PSE ถ้า pH (วัดที่ 45 นาที) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 6.00, ค่าสี (L^* มากกว่า 50 uA), ค่า fibre optic probe (FOP มากกว่าหรือเท่ากับ 55)

ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity)

ค่าการนำไฟฟ้าในกล้ามเนื้อสันนอก และ กล้ามเนื้อสะโพก ภายหลังการฆ่า 45 นาที (EC_1) ในเนื้อสุกร ที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลาในระดับ 0, 1, 2 และ 3% พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับการวัดค่าการนำไฟฟ้าในกล้ามเนื้อสันนอก และ กล้ามเนื้อสะโพก ที่ 24 ชั่วโมง (EC_u) แสดงว่าเนื้อสุกรเป็นปกติ เนื่องจากค่าที่วัดได้ที่ 45 นาที มีค่าน้อยกว่า 5 และ ที่ 24 ชั่วโมง มีค่าน้อยกว่า 8 (Garrido *et al.*, 1994; Hofmann, 1994 อ้างโดย สัตยชัย, 2543) Chizzolini *et al.* (1993) รายงานว่า ค่า EC_1 ที่ได้น้อยกว่า 4.5 และ EC_u ที่ได้น้อยกว่า 7.80 ถือว่าเป็นค่าของเนื้อปกติ นอกจากนี้ค่าการนำไฟฟ้าที่ได้จะมีสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรดเป็นด่างในทางลบ โดยเมื่อค่า pH ที่วัดได้ลดลง ค่าการนำไฟฟ้าที่ได้จะเพิ่มขึ้น เพราะเกี่ยวข้องกับการแตกตัวของไอออนภายในเนื้อนั่นเอง แต่ค่าที่วัดได้พบว่ามีสัมพันธ์กันต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยหลายอย่างได้แก่ ตำแหน่งที่วัด อุณหภูมิขณะวัด และเครื่องมือที่ใช้วัด ทำให้ค่าที่ได้มีความแปรปรวน ดังนั้นจึงควรวัดซ้ำ 2 – 3 ครั้ง (สัตยชัย, 2543) ซึ่งค่า pH ดังนี้มีผลต่อคุณภาพเนื้อสุกรเป็นอย่างมาก โดยทำให้สูญเสียการอุ้มน้ำของเนื้อ ขณะเก็บรักษา หรือการปรุงให้สุก และยังทำให้เนื้อที่ได้มีสีซีดอีกด้วย ทั้งนี้เนื่องจากการที่มีน้ำซึมออกมาที่บริเวณผิวเนื้อ ทำให้แสงที่มาจากกระหม่อมมีการสะท้อนแสงออกไปได้มาก (จุฑารัตน์, 2537) นอกจากนี้ขณะที่เกิดการไหลของน้ำนี้ น้ำยังสามารถละลาย myoglobin ได้อีกด้วย จึงนำสีออกจากกล้ามเนื้อ ทำให้เนื้อมีสีซีด (สัตยชัย, 2532)

ค่าสีของเนื้อ (color of meat)

การเสริมน้ำมันปลาในระดับ 0, 1, 2 และ 3% ไม่มีผลต่อค่าสีของกล้ามเนื้อสันนอก (L^* , a^* , b^*) ในทางสถิติ พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความแดงของเนื้อ (a^*) และ ค่า b^* ของเนื้อสุกรทุกกลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกัน (Table 19) สอดคล้องกับการเสริม Linseed 1.91, 3.65 และ 5.38% (Van Ockel *et al.*, 1996), safflower oil และ tallow ที่ระดับต่าง ๆ (Larick *et al.*, 1992) rapeseed oil 2% ร่วมกับ fish oil 1% (Leskanich *et al.*, 1997) พบว่าไม่มีผลต่อค่าสีของเนื้อ เช่นเดียวกับ Miller *et al.* (1990) ศึกษาค่าสีของเนื้อ (lean color score) ในสุกรที่ได้รับการเสริม animal fat, safflower oil, sunflower oil และ canola oil ที่ระดับ 10% ในอาหารสุกรขุนเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่า ค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้ Irie and Sakimoto, (1992) รายงานว่า สีของไขมันสันหลัง (L^* , a^* และ b^* value) จากสุกรที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลาซาร์ดิน 4% และ 6% ในสูตรอาหารไม่มีความ

แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม เช่นเดียวกับรายงานของ Leskanich *et al.* (1997) แสดงให้เห็นว่าการเสริมแหล่งของไขมันลงในอาหารไม่มีผลต่อค่าสีของไขมันสันหลัง

นอกจากนี้อิทธิพลของไขมันแทรกก็มีผลต่อการประเมณสีของเนื้อ โดยขึ้นอยู่กับปริมาณไขมันแทรกที่แตกต่างกัน ไประหว่างชนิดของกล้ามเนื้อ หรือแม้กระทั่งในกล้ามเนื้อเดียวกัน ทำให้มีผลต่อค่าการสะท้อนแสง (สัจชัย, 2543)

ค่าการสูญเสีย น้ำของเนื้อ (drip loss)

ค่าการสูญเสีย น้ำของเนื้อสุกรที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลาในระดับ 0, 1, 2 และ 3% พบว่าเนื้อสุกรที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลาในระดับ 3% มีค่าการสูญเสีย น้ำของเนื้อมากที่สุด รองลงมา คือ เนื้อสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1%, เนื้อสุกรกลุ่มควบคุม และเนื้อสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2% ซึ่งการสูญเสีย น้ำของเนื้อสัมพันธ์กับการลดลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ทำให้ความสามารถในการจับตัวกันระหว่างโมเลกุลของโปรตีนกับน้ำในเนื้อลดลง (จุฑารัตน์, 2538; ชัยณรงค์, 2529)

ค่าการสูญเสีย น้ำของเนื้อภายหลังการแช่แข็ง (thawing loss)

ค่าการสูญเสีย น้ำภายหลังการแช่แข็งของเนื้อสุกรที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลาในระดับ 0, 1, 2 และ 3% พบว่า เนื้อสุกรที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลา 3% มีค่าการสูญเสีย น้ำของเนื้อน้อยที่สุด รองลงมา คือ เนื้อสุกรกลุ่มควบคุม และเนื้อสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2% สอดคล้องกับ Miller *et al.* (1990) ทำการศึกษาค่าการสูญเสีย น้ำภายหลังการแช่แข็งในสุกรที่ได้รับการเสริม animal fat, safflower oil, sunflower oil และ canola oil ที่ระดับ 10% ในอาหารสุกรขุนเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่า ค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

การสูญเสีย น้ำของเนื้อเกิดจากขณะที่เนื้อถูกแช่แข็ง น้ำในเนื้อจะเกิดเป็นผลึกน้ำแข็ง โดยน้ำในเซลล์จะถูกดึงมารวมกันเป็นผลึกขนาดใหญ่ เป็นผลให้เซลล์กล้ามเนื้อมีขนาดลดลงและผลึกน้ำแข็งบางส่วนทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อฉีกขาดส่งผลให้เมื่อละลายน้ำแข็ง น้ำบางส่วนจะถูกดึงกลับเข้าเซลล์ และมีบางส่วนจะไหลออกมาจากเนื้อ (สายสนม, 2539)

ค่าการสูญเสีย น้ำเนื่องจากการปรุงอาหาร (cooking loss)

ค่าการสูญเสีย น้ำเนื่องจากการปรุงอาหาร พบว่าโดยสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% มีค่ามากกว่าสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% แต่ใกล้เคียงกับกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2% และกลุ่มควบคุม จากการศึกษาของ Miller *et al.* (1990) ศึกษาค่าการสูญเสีย น้ำเนื่องจากการปรุงอาหารในสุกรที่ได้รับการเสริม animal fat, safflower oil, sunflower oil และ canola oil ที่ระดับ 10% ในอาหารสุกรขุน

เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่า ค่าที่ได้ไม่แตกต่างกัน คือ เท่ากับ 18.8, 17.5, 19.7, 20.3 และ 20.0 % ตามลำดับ ซึ่งโดยปกติเมื่อเนื้อถูกความร้อน ส่วนที่เป็นน้ำอิสระก็จะระเหยออกไป น้ำจะระเหยมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อชิ้นนั้นๆ

ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (shear force)

แรงที่ใช้ในการตัดผ่านเนื้อของสุกรที่เสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 1, 2 และ 3% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับสุกรกลุ่มควบคุม เช่นเดียวกับค่าพลังงานในการตัดผ่านเนื้อสุกร จะเห็นว่าแรงที่ใช้และค่าพลังงานในการตัดผ่านเนื้อของสุกรที่เสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 3% มีแนวโน้มต่ำกว่ากลุ่มอื่น ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณไขมันแทรกที่มีในเนื้อสุกร Miller *et al.* (1990) ทำการศึกษาการเสริม animal fat, safflower oil, sunflower oil และ canola oil ที่ระดับ 10% ในอาหารสุกรขุน พบว่า ค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่วัดได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

คุณค่าทางโภชนา (nutritive value)

เปอร์เซ็นต์ของน้ำในเนื้อมีแนวโน้มลดลงตามระดับของการเสริมน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้น 0, 1, 2 และ 3 % เช่นเดียวกับเปอร์เซ็นต์ของโปรตีนที่ลดลง โดยสุกรกลุ่มที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3 % มีเปอร์เซ็นต์ของโปรตีนน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้เนื่องจากสัดส่วนของไขมันในเนื้อเพิ่ม เมื่อเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3 % ลงในสูตรอาหารสุกร แสดงให้เห็นว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลาจะมีการเปลี่ยนพลังงานไปสะสมในรูปของไขมัน ขนาดของเซลล์ไขมันใหญ่ขึ้น เมื่อสัดส่วนของไขมันเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณของน้ำและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันลดลง (สัญญาชัย, 2543) ความมากน้อยของไขมันในเนื้อก็มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อคุณค่าทางโภชนาของเนื้อนั้น เขวาลักษณ์ (2536) รายงานผลของไขมันที่มีต่อสัดส่วนองค์ประกอบทางเคมี ที่ได้จากส่วนเนื้อสัน (loin) พบว่า เนื้อสันที่มีไขมันน้อย มีเปอร์เซ็นต์ของน้ำ โปรตีน ไขมัน เท่ากับ 60, 17.2, 22 ตามลำดับ เนื้อสันที่มีไขมันปานกลาง มีเปอร์เซ็นต์ของน้ำ โปรตีน ไขมัน เท่ากับ 53, 15.2, 31 ตามลำดับ และเนื้อสันที่มีไขมันมาก มีเปอร์เซ็นต์ของน้ำ โปรตีน ไขมัน เท่ากับ 46, 13.2, 40 ตามลำดับ

ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของไขมัน น้ำ และเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เกิดขึ้นได้ด้วยปัจจัยหลายอย่าง เช่นการเสริมอาหารที่ระดับของไขมันที่สูงก็ผลทำให้มีการสะสมของไขมันในเนื้อเพิ่มขึ้น ส่วนการศึกษาในผลิตภัณฑ์ Leszczynski *et al.* (1992) ศึกษาผลของการเสริม FFS (full-fat soybeans) ที่ระดับ 10, 20% และ 4% ไขว้ ก่อนเข้าฆ่า 3 สัปดาห์ ต่อองค์ประกอบทางเคมีของเบคอน พบว่า เบคอนในกลุ่มที่เสริม FFS ระดับ 10% มีเปอร์เซ็นต์ของความชื้นลดลงและไขมันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับการศึกษาของ Chant *et al.* (1976) ที่พบว่า องค์ประกอบทางเคมีใน

ส่วนเปอร์เซ็นต์ของโปรตีนและน้ำจะแปรผกผันกับสัดส่วนของไขมันที่เพิ่มขึ้นของเนื้อสามชั้นที่มาทำเป็นผลิตภัณฑ์เบคอน

การประเมินการตรวจชิมเนื้อ

พิจารณาคะแนนด้านความนุ่มของเนื้อสุกรในระดับน้ำมันปลาที่แตกต่างกัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกลุ่มการทดลอง ($p > 0.05$) โดยเนื้อกลุ่มควบคุมมีแนวโน้มดีที่สุดที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3 % ส่วนการให้คะแนนในเรื่องของกลิ่นและรสชาติ พบว่า เนื้อกลุ่มควบคุม มีคะแนนมากกว่ากลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับเนื้อกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2% ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้ตรวจชิมบางท่านสามารถตรวจพบกลิ่นคาวของน้ำมันปลาได้ ทำให้ค่าคะแนนที่ได้ต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ ดังนั้นข้อจำกัดอย่างหนึ่งของการเสริมน้ำมันปลาในระดับต่าง ๆ ลงในสูตรอาหาร คือ การตกค้างของกลิ่นน้ำมันปลา (fish taint) ซึ่งกลิ่นคาวของน้ำมันปลา เกิดจากการ autoxidize ของ linolenic acid, EPA และ DHA เกิดเป็น aldehyde และสารประกอบอื่น ๆ ซึ่งเป็นสาเหตุของกลิ่นในน้ำมันปลา (ณาคยา และคณะ, 2540; Miller *et al.*, 1967) และจะขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันปลา และระดับของน้ำมันปลา (Sanders, 1994) นอกจากนี้การใช้น้ำมันปลาเลี้ยงสุกรมีผลทำให้เนื้อที่ได้เกิดกลิ่นผิดปกติ ซึ่งเกิดจากการหืนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวได้ด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเติมสารกันหืนลงในอาหารเพื่อป้องกันการเหม็นหืน (rancidity)

เมื่อพิจารณาคะแนนด้านความชุ่มฉ่ำ จะเห็นได้ว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของเนื้อสุกรทุกกลุ่ม โดยเนื้อสุกรกลุ่มควบคุมมีแนวโน้มของคะแนนมากกว่ากลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% สำหรับความพึงพอใจโดยรวมของผู้บริโภคโดยทั่วไปต่อการทดสอบการยอมรับและความนิยมของผู้บริโภคระหว่างกลุ่มเนื้อสุกรที่เสริมน้ำมันปลา 0, 1, 2 และ 3 % นั้น พบว่ากลุ่มควบคุมมีคะแนนดีที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3 % เมื่อพิจารณาผลการตรวจชิมโดยรวมแล้วก็อาจเป็นไปได้ว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่สามารถตรวจพบกลิ่นคาวของน้ำมันปลาได้ ทำให้คะแนนความพึงพอใจโดยรวมในกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% มีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2% สอดคล้องกับการศึกษาของ ณาคยา และคณะ (2540) ถึงผลการเสริมน้ำมันปลาทูน่าในระดับ 0, 1 และ 2 % ลงในสูตรอาหารไก่ ต่อการตรวจชิมเนื้อไก่ เช่นเดียวกับ Chant *et al.* (1976) พบว่าเบคอนที่มีปริมาณของไขมันเพิ่มขึ้นมีค่าคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคใกล้เคียงกัน (ช่วงคะแนน 1-8) คือ เท่ากับ 5.7, 5.7, 5.6, 5.7 ยกเว้นกลุ่มสุดท้ายที่มีความแตกต่างกัน เท่ากับ 5.1 ตามลำดับ ($p < 0.05$)

ปัทมา (2543) ศึกษาการประเมินการตรวจชิมผลิตภัณฑ์เบคอนของสุกรที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลาในระดับ 0, 1, 2 และ 3% จากผู้บริโภค 15 คน พบว่า ไม่มีความแตกต่างในคะแนนของ

ลักษณะเนื้อ และความพึงพอใจโดยรวมระหว่างกลุ่มการทดลอง โดยเบคอนกลุ่มควบคุมมีแนวโน้มดีที่สุด นอกจากนี้เบคอนในกลุ่มควบคุมยังได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากกว่ากลุ่มเบคอนที่เสริมน้ำมันปลา 1% ในส่วนของคะแนนของสี พบว่า เบคอนจากกลุ่มควบคุม มีคะแนนของสีมากกว่าเบคอนจากกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับเบคอนกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% ในส่วนของคะแนนกลิ่นรส พบว่า เบคอนกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% มีคะแนนต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับเบคอนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แสดงว่า การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ ลงในสูตรอาหารสุกร สามารถได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคในส่วนของความพึงพอใจโดยรวม เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ต้องคำนึงถึงวิธีการเก็บ และระยะเวลาด้วย เพื่อป้องกันการออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้แหล่งของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ที่มาจากพืชก็มีผลต่อการตรวจชิมเบคอน Romans *et al.* (1995b) รายงานว่า จากการตรวจชิมเบคอนของสุกรที่เสริม Ground flaxseed ที่ระดับ 5, 10 และ 15% เป็นเวลา 7-21 วันก่อนฆ่า จะเกิดกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ของเบคอนมากกว่ากลุ่มควบคุม เช่นเดียวกับรายงานของ Romans *et al.* (1995a) ว่า จากการตรวจชิมเบคอนของผู้บริโภค 105 คน พบว่า ผู้บริโภครู้สึกไม่ชอบเบคอนในกลุ่มที่เสริม Ground flaxseed 10, 15% มากกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจาก การ oxidation ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวทำให้เกิดกลิ่นและ aroma ที่เปลี่ยนไป และสูญเสียคุณค่าทางอาหาร ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเนื้อเหล่านี้จึงมีอายุการเก็บรักษาได้ไม่นาน (ไพบุลย์, 2524; Ajuyah *et al.*, 1993a) แต่ขัดแย้งกับ Jeremiah *et al.* (1996b) ซึ่งทำการศึกษาค้นคว้าผลของการเสริม linseed ในอาหารสุกรต่อการตรวจชิม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มการทดลองและควบคุม

การวิเคราะห์หาค่า TBA number ของเนื้อสุกร

ผลการวิเคราะห์หาค่า TBA number ของเนื้อสุกรที่เสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3% ในช่วงระยะเวลา 0, 5, 10 วัน พบว่า เมื่อเก็บเนื้อสุกรเป็นเวลา 0 และ 5 วัน เนื้อสุกรที่เสริมน้ำมันปลา 3% จะมีแนวโน้มของค่า TBA number สูงกว่าเนื้อสุกรที่เสริมน้ำมันปลา 2, 1% และเนื้อสุกรกลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลา แสดงให้เห็นว่าระดับของน้ำมันปลาที่เสริมลงในสูตรอาหาร และระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ค่า TBA number ก็เพิ่มขึ้นตามด้วย (Gray and Pearson, 1987; Igene and Pearson, 1979) Ang and Lyon (1990) ได้รายงานค่า TBA number ของเนื้อไก่ส่วนอกและน่องที่ปรุงสุกแล้วจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษา 0, 1, 2, 3 และ 5 วัน คือ มีค่าเท่ากับ 0.97, 4.06, 7.27, 8.37, 11.43 มก. malonaldehyde/ กก. ของเนื้อไก่ส่วนอก และเท่ากับ 3.30, 6.13, 7.83, 8.76, 12.57 มก. malonaldehyde/ กก. ของเนื้อไก่ส่วนน่อง จากการทดลองนี้เป็นผลเนื่องจากระดับของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่เพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้น ทำให้ไขมันในเนื้อ

สามารถถูกออกซิไดส์ได้ง่ายกว่าเนื้อกลุ่มควบคุม สอดคล้องกับ Irie and Sakimoto (1992) พบว่า สุกกรที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลาชนิด 4 และ 6% ในสูตรอาหาร มีค่า iodine number สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริม นั่นสะท้อนให้เห็นว่ากลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา มีระดับเปอร์เซ็นต์ของ PUFA ของไขมันอยู่สูงและมีแนวโน้มที่จะเกิดการหืนได้ง่าย นอกจากนี้การเสริม safflower oil ที่ระดับ 4 และ 6% ในอาหารสุกร มีผลทำให้ C18:2 ในเนื้อสูง จึงทำให้เกิด lipid oxidation ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในเนื้อเกิดขึ้นได้ง่าย

นอกจากนี้การเกิด oxidation ของเนื้อยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ คือเปอร์เซ็นต์ของไขมันในเนื้อก็มีความสัมพันธ์กับค่า TBA number ด้วย ยิ่งเนื้อนั้นมีเปอร์เซ็นต์ของไขมันมาก ค่า TBA number ก็มากขึ้นตามไปด้วย จึงสอดคล้องกับ ที่แสดงถึงองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสุกรที่เสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่าง ๆ พบว่า ค่า TBA number เพิ่มขึ้นตามเปอร์เซ็นต์ของไขมันในเนื้อที่เพิ่มขึ้นตามระดับของน้ำมันปลาที่เสริมลงในอาหาร แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ Cherian *et al.* (1996) พบว่า การเสริมน้ำมันปลาเมนฮาเดนลงในสูตรอาหารไก่ ทำให้ค่า TBA number ของเนื้อส่วนอกและส่วนน่องไก่สูงกว่ากลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาเมนฮาเดนรวมกับสารกันหืนอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) นอกจากนี้ การเสริมน้ำมันดอกคำฝอย (safflower oil) ที่ระดับ 4 และ 6% ในอาหาร ทำให้เกิด lipid oxidation ในเนื้อเกิดขึ้นได้ง่ายเช่นกัน (Larick *et al.*, 1992) Fritsche and Johnston (1988) พบว่า อาหารที่เสริมน้ำมันปลาโดยปราศจากสารกันหืน (antioxidant) จะทำให้ค่า Peroxide value เพิ่มขึ้น 5 - 6 เท่า ภายในเวลา 24 ชั่วโมง และ 12 เท่า ภายในเวลา 48 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารที่เสริมน้ำมันปลารวมกับสารกันหืน เมื่อทิ้งไว้ในตู้เย็น

ส่วนเนื้อสุกรที่เก็บไว้นาน 10 วัน พบว่า ค่า TBA number ของเนื้อสุกรทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เนื้อสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาที่ 3% จะมีแนวโน้มของค่า TBA number สูงกว่ากลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2, 1% และไม่ได้เสริมน้ำมันปลา เช่นเดียวกับการรายงานของ Poste *et al.* (1986) ว่า เนื้อสุกรบดที่เก็บไว้เป็นเวลา 0, 2, 4, 6 และ 16 วัน ที่ อุณหภูมิ 4 °C มีผลทำให้ค่า TBA number เพิ่มขึ้น เท่ากับ 1.35, 7.83, 10.06, 10.99 และ 11.74 ตามลำดับ เช่นเดียวกับ Cannon *et al.* (1995) รายงานว่า เนื้อสุกรดิบและเนื้อสุกรย่างแล้วที่อยู่ในสภาพสุญญากาศ เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 0, 7, 14, 28 และ 56 วัน พบว่า จะเกิด lipid oxidation ของเนื้อที่ไม่ได้เสริม vitamin E มากกว่า เนื้อที่เสริม vitamin E เป็นผลให้ค่า TBA number สูงและเนื้อไม่เป็นที่ยอมรับ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Miller *et al.* (1967) และ Dean *et al.* (1969) รายงานว่าเนื้อไก่ที่เสริม fish oil ประมาณ 1.5-5% หรือ fish meal 3-14% ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทางด้านกลิ่นและรสชาติ ซึ่งให้เห็นว่าการตรวจชิมเนื้อจะมีความสัมพันธ์กับค่า TBA number ด้วย ซึ่ง Hertzman *et al.*, 1988 พบว่าการเกิด off-flavours หรือ fishy taints จะตรวจพบได้หลังจากเก็บไว้ในห้องแช่แข็งเป็นเวลา 4 และ 6 เดือน

ในกลุ่มสุกรที่ได้รับการเสริม fish meal มากกว่า 3% ซึ่ง Ajuyah *et al.* (1993a) รายงานว่า การ oxidation ของไขมันมีผลต่อการตรวจหิม ทำให้เกิดกลิ่นและ aroma ที่เปลี่ยนไป และสูญเสียคุณค่าทางอาหาร ได้แก่ EPA และวิตามินที่ละลายในไขมัน ดังนั้นเนื้อจึงมีอายุการเก็บรักษาได้ไม่นาน ซึ่งสอดคล้องกับ Leszczynski *et al.* (1992) ถึงผลของการเสริม FFS (full-fat soybeans) ที่ระดับ 10%, 20% และ 4% ไขมัน คอเบคอนที่เก็บเป็นเวลา 0, 20, และ 60 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °C ในสภาพสุญญากาศ พบว่า ค่า TBA number จะเพิ่มขึ้นตามระดับของ FFS และระยะเวลาในการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.001)

ปริมาณโคเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ของเนื้อสุกร

การวิเคราะห์หาปริมาณโคเลสเตอรอลของเนื้อสุกรที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลา 0, 1, 2 และ 3% พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของระดับโคเลสเตอรอลของการเสริมน้ำมันปลาที่ 0, 1, 2 และ 3% ฉายา และคณะ (2540) ศึกษาผลการเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3% ในสูตรอาหารไก่ต่อการสะสมของโคเลสเตอรอลและลิปิดในเนื้อไก่เพศผู้และเพศเมีย ดัชนีไก่เพศผู้และเพศเมีย พบว่า การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 1, 2 และ 3% มีการสะสมของโคเลสเตอรอลเมื่อสิ้นสุดการทดลองไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ซึ่งขัดแย้งกับการทดลองของ ชูวเรศ (2537) พบว่า การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 3% มีผลทำให้ปริมาณโคเลสเตอรอลในไข่แดงลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) เป็นไปในทำนองเดียวกับผลการทดลองของ Oh *et al.* (1994) และ Adam *et al.* (1989) รายงานว่า อาจเป็นไปได้ที่น้ำมันปลามีผลต่อการลดปริมาณโคเลสเตอรอลในตัวไก่ลง โดยเพิ่มการขับถ่ายโคเลสเตอรอลทางน้ำคือออกนอกร่างกาย

นอกจากนี้ ชูวฉัตร และคณะ (2543) รายงานว่า การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 1, 2 และ 3% ไม่มีผลต่อระดับโคเลสเตอรอลในพลาสมาของสุกรเพศเมีย เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (89.4, 8.3, 78.8 และ 84.8 mg./dl. ตามลำดับ) แต่โคเลสเตอรอลมีแนวโน้มลดลง

สำหรับผลการวิเคราะห์หาปริมาณไตรกลีเซอไรด์ของเนื้อสุกรที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลา 0, 1, 2 และ 3 % พบว่า ปริมาณไตรกลีเซอไรด์ของเนื้อสุกรมีแนวโน้มลดลงตามระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ ชูวฉัตร และคณะ (2543) ศึกษาผลการเปรียบเทียบระดับโคเลสเตอรอลไตรกลีเซอไรด์ในพลาสมาของสุกรเพศ โดยเสริมน้ำมันปลาที่ 0, 1, 2 และ 3% ในสูตรอาหาร พบว่า การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 1, 2 และ 3% มีผลทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) เท่ากับ 37.8, 38.3, 35.5 และ 46.0 mg./dl.

เช่นเดียวกับการศึกษาในคน Bronsgeest-Schoute *et al.* (1981) ศึกษาผลการเสริมกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในระดับที่ต่างกัน (0, 1.37, 2.27, 4.09 และ 8.19 g/100 fatty acids ตามลำดับ) เป็น

เวลา 4 เดือน พบว่า ระดับไตรกลีเซอไรด์มีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่า ผลของการลดลงนี้เนื่องมาจากโอเมก้า-3 มีผลยับยั้งการสังเคราะห์ไตรเอซิลกลีเซอรอลและลด ปริมาณ mRNA ของเอนไซม์ acetyl- CoA carboxylase ที่ตับ ทำให้การสังเคราะห์ไขมันลดลงและ เพิ่มการสลายไขมันมากขึ้น (Chark and Armstrong, 1988 อ้างโดย ณาทยา และคณะ, 2540)

4. คุณภาพไขมัน (fat quality)

ผลต่อสีของไขมัน

จากผลการศึกษา พบว่า ค่า L*, a* และ b* ของไขมันสันหลังและไขมันช่องท้องของสุกร ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) สอดคล้องกับ ผลของการเสริม 2% rapeseed oil ร่วมกับ 1% fish oil (Leskanich *et al.*, 1997) และการเสริม 2, 4 และ 6% sardine oil ในสูตรอาหารสุกร (Irie and Sakimoto, 1992) ซึ่งพบว่า ค่า L*, a* และ b* ของ ไขมันสันหลังจากสุกรที่ได้รับอาหารต่างๆ ดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งการที่ ค่า L*, a* และ b* ของไขมันที่วัดด้วยเครื่องวัดสี (Minolta chroma meter หรือ Hunter หรือ GÖFÖ apparatus) มีความแตกต่างกันนั้น ขึ้นอยู่กับความหนาของไขมันสันหลัง การเจริญและการพัฒนา ของเนื้อเยื่อไขมัน โดยความหนาไขมันสันหลังเฉลี่ยของสุกรที่ได้รับอาหารเสริมน้ำมันปลา 0, 1, 2 และ 3% ไม่มีความแตกต่างกัน (2.19, 2.54, 2.48 และ 2.45 ซม.) จึงเป็นผลให้ค่าการสะท้อนของ แสงไม่มีความแตกต่างกัน แต่อิทธิพลทางเพศมีผลต่อค่า L*, a* และ b* ของไขมันสันหลัง ($p<0.05$)

ผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไขมันสันหลัง

ผลของการเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3% ต่อองค์ประกอบของกรดไขมันชนิด ต่างๆ ในไขมันสันหลัง พบว่า การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ มีผลทำให้องค์ประกอบของ กรดไขมันอิ่มตัว ได้แก่ กรดพาลมิติก (C16:0) และกรดสเตียริก (C18:0) ในไขมันสันหลังของกลุ่ม เสริมน้ำมันปลา 3% มีปริมาณสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p<0.05$) แต่ในกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2 % มีปริมาณกรดพาลมิติก และกรดสเตียริกไม่แตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ St. John *et al.* (1987) รายงานว่า สุกรที่ได้รับอาหารเสริม 10 และ 20% canola oil มีผลทำให้ปริมาณกรดพาลมิติก และกรดสเตียริก ในเนื้อเยื่อไขมันลดลง ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ปริมาณกรดโอเลอิก กรดลิโนเลอิก และกรดลิโนเลนิกเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมดลดลงตามระดับการเสริม

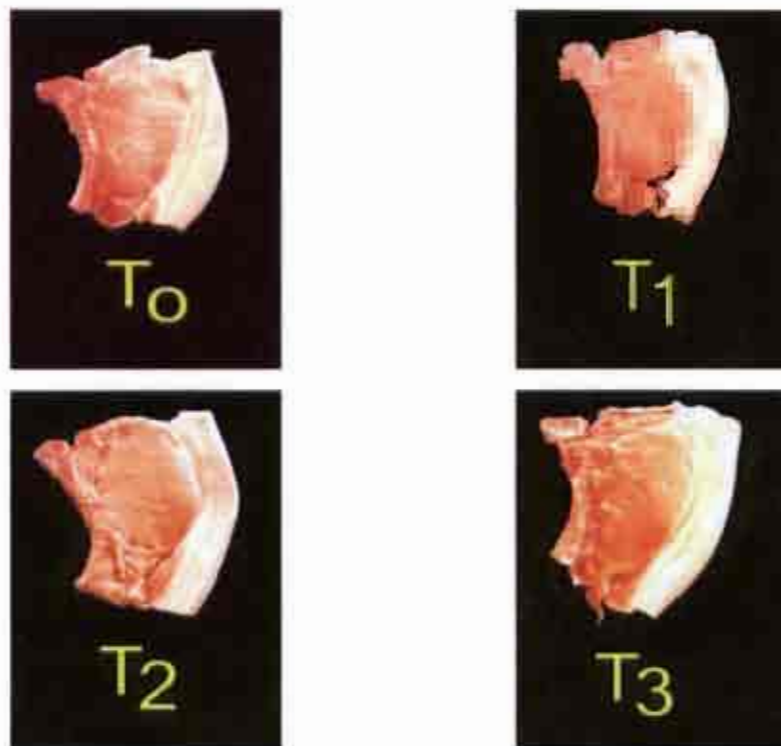


Figure 22 : Comparative proportion between 10th-11 ribth from pig was fed 0, 1, 2 and 3% tuna oil in basal diet (T0, T1, T2 and T3 were fed 0, 1, 2 and 3% tuna oil respectively)

canola oil ($p < 0.05$) ที่สูงขึ้นในสูตรอาหาร เช่นเดียวกับการเสริม 5 และ 10% canola oil (Myer *et al.* 1992a) ส่วนปริมาณกรดอะราซิดิก (C20:0) ในไขมันสันหลังของกลุ่มเสริมน้ำมันปลา 3% มีปริมาณสูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มเสริมน้ำมันปลา 2% สำหรับกรดโอเลอิก (C18:1) กรดลิโนเลอิก (C18:2) และกรดลิโนเลนิก (C18:3) ในไขมันสันหลังของสุกรที่ได้รับอาหารเสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่ปริมาณกรดลิโนเลนิกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมน้ำมันที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร เท่ากับ 0.83, 0.86, 0.88 และ 0.99 ก./100 ก. ไขมันจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% ตามลำดับ) ส่วนองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (high unsaturated fatty acid: HUFA) พบว่ากลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% มีปริมาณกรดอะราซิดิกในไขมันสันหลังสูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% ($p < 0.05$) เท่ากับ 0.095, 0.123, 0.059 และ 0.04 ก./100 ก. ไขมัน ตามลำดับ ส่วน EPA และ DHA ในกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% มีปริมาณสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p < 0.05$)

มีปริมาณกรด EPA เท่ากับ 0.21, 0.28, 0.34 และ 0.45% total fat ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริม น้ำมันปลา 1, 2 และ 3% ตามลำดับ และ DHA เท่ากับ 0.11, 1.33, 1.50 และ 2.16% of total fat ตามลำดับ และกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% มีปริมาณกรด EPA และ DHA ในไขมันสันหลังสูงกว่า กลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับรายงานของ Irie and Sakimoto (1992) พบว่า การเสริมน้ำมันปลาซาร์ดีนที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6% ในอาหารสุกรขุนมีผลทำให้ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว กรดพาลมิติก กรดลิโนเลนิก กรดอะราชิโดนิก + กรดอีริธริก EPA และ DHA ในไขมันเพิ่มขึ้นตามระดับน้ำมันปลาที่สูงขึ้นในสูตรอาหาร แต่มีผลทำให้ปริมาณกรดโอเลอิก ลดลง ($p < 0.05$) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ ในอาหารสุกรมีผลให้องค์ประกอบของกรดไขมันในไขมันสันหลังสุกรเปลี่ยนไปตามองค์ประกอบของไขมันในอาหาร เนื่องจากไขมันที่ได้รับเข้าไปจะถูกย่อยเป็นกรดไขมันและถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็ก แล้วเข้าไปสะสมในเนื้อเยื่อต่างๆ โดยไม่มีการเปลี่ยนรูปในระบบทางเดินอาหารของสัตว์กระเพาะเดียว (Wood and Enser, 1997) ส่งผลให้ไขมันสันหลังจากกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัว ทั้งหมดสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p < 0.05$) และกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2 % มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัว ทั้งหมดไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% ($p > 0.05$) แต่ Miller *et al.* (1990) รายงานว่า การเสริมไขมันสัตว์, safflower oil, sunflower oil และ canola oil ที่ระดับ 10% ในอาหารสุกรขุนมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมด (C14:0, C15:0, C16:0 และ C18:0) ใน subcutaneous fat และ intermuscular fat ลดลงจาก 40% ในกลุ่มควบคุมเป็น 31%, 25%, 24% และ 24% ในกลุ่มที่เสริมไขมันสัตว์, safflower oil, sunflower oil และ canola oil ตามลำดับ ซึ่งให้ผล เช่นเดียวกับการเสริม canola oil ที่ระดับ 0, 5 และ 10% ในอาหารสุกรรุ่นและสุกรขุน (Soler-Velaquez *et al.*, 1998; Myer *et al.*, 1992a and 1992b; St. John *et al.*, 1987) ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัว ทั้งหมด (total polyunsaturated fatty acid) ในไขมันสันหลังของกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% มีปริมาณ สูงกว่า ($p < 0.05$) กลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% (5.86, 4.61 และ 4.79 ก./100 ก.ไขมัน ตามลำดับ) ทำให้อัตราส่วนระหว่าง polyunsaturated และ saturated fatty acid (P/S ratio) ของไขมัน สันหลังในกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% และ 1% มีค่าสูงสุดและต่ำสุด ($p < 0.05$) เท่ากับ 0.37 และ 0.42 ตามลำดับ แต่ไขมันสันหลังของกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2% (0.39 และ 0.39) มี อัตราส่วน P/S ไม่แตกต่าง ($p > 0.05$) จากกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 3% ด้านอัตราส่วนระหว่าง P/S ที่ปรับแล้ว (adjusted P/S ratio) ของไขมันสันหลังในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% ไม่มีความแตกต่างกัน Busboom *et al.* (1991) รายงานว่า การเสริม 20% intact canola และ 20% ground canola มีผลทำให้ระดับของกรดไขมันไม่อิ่มตัว และกรดพาลมิโตเลอิก ในชั้น perirenal fat และ subcutaneous fat ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่ระดับของกรดไขมันไม่อิ่มตัว (degree of

saturation) ของชั้น perirenal fat สูงกว่า subcutaneous fat ส่วนระดับของ MUFA และ PUFA ใน perirenal fat, subcutaneous fat และ intramuscular fat เพิ่มขึ้นเมื่อเสริม canola seed ในอาหาร สำหรับปริมาณกรดไขมันโอเมก้า-3 ทั้งหมด (total Ω -3 fatty acid) ของไขมันสันหลังเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมน้ำมันปลาที่สูงขึ้นในสูตรอาหาร ($p < 0.05$) แต่ในกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2% มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า-3 ทั้งหมดไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ส่วนปริมาณกรดไขมันโอเมก้า-6 ทั้งหมด (total Ω -6 fatty acid) ไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% (13.54, 12.42, 12.43 และ 12.74% of total fat ตามลำดับ) ส่งผลให้อัตราส่วนระหว่าง Ω -6 : Ω -3 ลดลงตามระดับน้ำมันปลาที่สูงขึ้นในสูตรอาหาร ซึ่ง Cunnane *et al.*, (1990) รายงานว่า การเสริม 5% ground flaxseed ในอาหารสุกรหลังหย่านม - สุกรรุ่น มีผลทำให้ปริมาณ total Ω -3 fatty acid ในตับ ไต และหัวใจเพิ่มขึ้น และ total Ω -6 fatty acid ในเนื้อเยื่อดังกล่าวต่ำลง ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ส่วนปริมาณกรดคลิโนเลนิก และ EPA เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกอวัยวะ ยกเว้นสมอง การเพิ่มปริมาณของกรดคลิโนเลนิกในอวัยวะต่างๆ จะชักนำให้เกิดการแข่งขันกัน (competitive effect) ระหว่างระบบและขบวนการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกรดไขมันโอเมก้า-3 และโอเมก้า-6 ซึ่งการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของกรดไขมันชนิดต่างๆ ในเนื้อเยื่อไขมันและกล้ามเนื้อ นอกจากจะเป็นผลจากองค์ประกอบของกรดไขมันในสูตรอาหาร ปริมาณอาหารที่กินแล้ว อัตราเร็วของอาหารที่ไหลผ่านทางเดินอาหาร (rate of passage) ยังมีผลต่อการสะสมกรดไขมันในเนื้อเยื่อต่างๆ แม้ว่าในสูตรอาหารจะมีกรดไขมันชนิดต่างๆ ที่เป็นประโยชน์แก่ตัวสัตว์สูง แต่ถ้าสัตว์กินอาหารได้น้อย ปริมาณการสะสมก็จะต่ำ ทำนองเดียวกันกับอัตราเร็วของอาหารที่ไหลผ่านทางเดินอาหาร ถ้าสัตว์มี rate of passage เร็ว โอกาสที่อาหารจะสัมผัสกับน้ำย่อยมีต่ำ ส่งผลให้กรดไขมันถูกย่อยและถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็กได้น้อยลงด้วย ซึ่งอาหารประเภทไขมันส่วนใหญ่จะถูกย่อยและดูดซึมที่ลำไส้เล็ก ดังนั้นถึงแม้ว่าสัตว์จะกินอาหารได้มาก ปริมาณการสะสมกรดไขมันในเนื้อเยื่อต่างๆ มีได้น้อยเช่นกัน

ผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อสุกร

ผลของปริมาณของกรดไขมันชนิดต่างๆ (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด; % total fatty acid) ในเนื้อสุกรที่เสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3% พบว่า การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ ในสูตรอาหารสุกรไม่มีผลต่อปริมาณกรดพาลมิติก กรดสเตียริก กรดโอเลอิก กรดลิโนเลอิก และกรดอะราซิดิก ส่วนปริมาณของกรดคลิโนเลนิก พบว่า มีแนวโน้มที่สูงขึ้นตามระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร เช่นเดียวกับปริมาณของ EPA สำหรับปริมาณของ DHA พบว่า เนื้อสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% มีปริมาณของ DHA สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) แต่

ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% เช่นเดียวกับรายงานของ Romans *et al.* (1995a and b) พบว่าการเสริม ground flaxseed ที่ระดับ 5, 10 และ 15 % มีผลทำให้ปริมาณและเปอร์เซ็นต์ของกรดไขมัน α - linolenic acid (ALA), EPA เพิ่มขึ้นในไขมันชั้นนอก (backfat layers) และ ไขมันเลว ส่วน DHA เพิ่มขึ้นในไขมันชั้นใน (inner backfat layers) และ ALA, EPA และ DHA จะเพิ่มขึ้นในกล้ามเนื้อ *Longissimus thoracis* ($p < .001$)

ผลของปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมด ของเนื้อสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทำให้อัตราส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมดต่อกรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมดมีแนวโน้มสูงขึ้นตามไปด้วย ส่วนปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า - 6 ของเนื้อสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า - 3 สูงขึ้นตามระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร ($p < 0.01$) ส่งผลให้อัตราส่วนระหว่างกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า - 6 ต่อกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า - 3 ลดลงเป็นลำดับ ($p < 0.01$) Leskanich *et al.* (1997) รายงานว่า การเสริม rapeseed oil 2 % ร่วมกับ fish oil 1 % ทำให้ระดับของกรดไขมันชนิดโอเมก้า - 3 เพิ่มขึ้นและลดสัดส่วนระหว่างโอเมก้า - 6 ต่อ โอเมก้า - 3 ในเนื้อเยื่อและผลิตภัณฑ์จากสุกรอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการเสริม ground flaxseed ที่ระดับ 15 % (Specht *et al.*, 1997) fish oil ที่ระดับ 2, 4 และ 6 % (Irie and Sakimoto, 1992) canola oil (Myer *et al.*, 1992) ในอาหารพื้นฐานของสุกรมีผลทำให้อัตราส่วนของโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า - 3 ในเนื้อและไขมันลดลง เนื่องจากมีปริมาณโอเมก้า-3 เพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมไขมัน ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับการเสริม redfish meal (RFM) ที่ระดับ 0, 4, 8 และ 12 % (Hulan *et al.*, 1989) และ RFM ที่ระดับ 7.5, 15 และ 30 % และ redfish oil (RFO) 2.1 และ 4.2 % (Hulan *et al.*, 1988) ในอาหารไก่กระທัง ทั้งนี้เนื่องจากผลการเสริมโอเมก้า - 3 ในสูตรอาหารจะทำให้สัดส่วนของกรดไขมัน ALA, EPA และ DHA ในเนื้อและไขมันเพิ่มขึ้น ซึ่ง ALA ($C18 : 3n - 3$) เป็นสารตั้งต้นในการสร้าง EPA และ DHA โดยอาศัยขบวนการ desaturation - elongation (อุษณีย์, 2538; Murray *et al.*, 1996; Simopoulos, 1996)

ณาดยา และคณะ (2540) พบว่าในเนื้อไก่ตัวผู้ที่เสริมน้ำมันปลาทูน่า 0, 1, 2 และ 3% ในอาหาร พบว่ามีปริมาณ EPA ไม่แตกต่างกับไก่ที่ไม่เสริมน้ำมันปลาในทางสถิติ และปริมาณการสะสม DHA สูงสุดที่ระดับน้ำมันปลา 2% และลดลงที่ระดับ 3 % ส่วนในไก่เนื้อตัวเมีย พบว่าปริมาณการสะสม EPA มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อระดับน้ำมันปลาเพิ่มขึ้น โดยมากขึ้น 0.76, 1.12 และ 5.10 เท่า ที่ระดับ 1, 2 และ 3% ตามลำดับ ส่วนปริมาณการสะสม DHA สูงสุดที่ระดับน้ำมันปลา 1% โดยสูงขึ้น 5.52 เท่า นอกจากนี้ การเสริม ω -3 Fatty acid ได้แก่ linolenic acid ในอาหารสุกรมี

ผลทำให้ปริมาณ EPA ในตับ ไต และหัวใจเพิ่มขึ้น และ DHA ในตับและหัวใจเพิ่มขึ้นด้วย (Cunnane *et al.*, 1990)

Ajuyah *et al.* (1993a) ศึกษาการเสริม full fat flaxseed ในสูตรอาหารไก่กระทงต่อปริมาณกรดไขมันชนิดต่างๆ ในเนื้อส่วนนอกและน่อง พบว่า ปริมาณ C16:0 และ C18:1 ในเนื้ออกลดลง C18:2, C18:3, C20:5 และ C22:6, total ω -3, total ω -6 fatty acids เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และ อัตราส่วนระหว่าง ω -6 / ω -3 ลดลง เช่นเดียวกับเนื้อน่อง

นอกจากนี้ Hertzman *et al.* (1988) อ้างโดย Jakobsen (1995) รายงานว่า การเสริม fishmeal 1.1, 3.3 และ 5.5, 10% rapeseed และ 15% rapeseed meal จะมีผลต่อส่วนประกอบของกรดไขมันในไขมันสันหลัง (back fat) ไขมันแทรก (intramuscular fat) และ กล้ามเนื้อ *Longissimus dorsi* ของสุกรตามระดับการเสริมไขมัน โดยพบว่า การเสริม fishmeal 3-5% และ 10% rapeseed ทำให้ EPA เพิ่มขึ้น ส่วน DHA จะเพิ่มขึ้นเมื่อเสริม fishmeal เท่านั้น

ผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในผลิตภัณฑ์เบคอนของสุกร

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันในผลิตภัณฑ์เบคอนของสุกรที่เสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3% พบว่า การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ ในสูตรอาหารสุกรไม่มีผลต่อปริมาณกรดพาลมิติก กรดสเตียริก และ กรดอะราซิดิก เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($p > 0.05$) แต่มีผลต่อปริมาณกรดโอเลอิก และ กรดลิโนเลอิก โดยกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 1, 2 และ 3% มีปริมาณต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) ส่วนปริมาณของกรดลิโนเลนิก พบว่า มีแนวโน้มที่สูงขึ้นตามระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร

สำหรับปริมาณของ EPA และ DHA พบว่า มีปริมาณสูงขึ้นตามระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) เช่นเดียวกับรายงานของ Romans *et al.* (1995a and 1995b) พบว่า การเสริม ground flaxseed ที่ระดับ 5, 10 และ 15% ทำให้ปริมาณและเปอร์เซ็นต์ของ กรดไขมัน ALA, EPA และ DHA เพิ่มขึ้นในเบคอนที่ผ่านการทอด (fried bacon) ($p < 0.05$) หรือ อบ (microwaved bacon) ตามระดับการเสริมไขมันที่เพิ่มขึ้น

ผลของปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมด พบว่า มีปริมาณไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และ ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมดของเบคอนกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% มีปริมาณสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) ทำให้อัตราส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมดต่อกรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมดสูงขึ้น ($p < 0.01$) ส่วนปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า - 6 ของเบคอนกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% มีปริมาณลดลงต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) แต่ปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า - 3 สูงขึ้นตามระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้น

ในสูตรอาหาร 0, 1, 2 และ 3% อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) ส่งผลให้อัตราส่วนระหว่างกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า - 6 ต่อกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า - 3 ลดลงเป็นลำดับ ($p < 0.01$) สอดคล้องกับการเสริม ground flaxseed ที่ระดับ 15% (Specht - overholt *et al.*, 1997) ในอาหารพื้นฐานของสุกรมีผลให้อัตราส่วนของโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า - 3 ในเนื้อ ไขมัน และผลิตภัณฑ์เบคอนลดลง เนื่องจากปริมาณของกรดไขมันชนิดโอเมก้า - 3 เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$)

จากงานทดลองจะเห็นว่า องค์ประกอบของกรดไขมันในอาหารและองค์ประกอบของกรดไขมันในซากโดยเฉพาะกรดไขมันไม่อิ่มตัวมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างยิ่งกับความแข็งของไขมัน ปริมาณและชนิดของกรดไขมันสามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของไขมัน ระยะเวลาการเก็บรักษาของเนื้อและผลิตภัณฑ์จากเนื้อสุกรได้ เมื่อปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเพิ่มขึ้นก็ย่อมส่งผลให้สุกรมีความแข็งของไขมันต่ำลงหรือไขมันเหลวขึ้นสามารถและมีแนวโน้มที่จะเกิดการหืนได้ง่ายกว่าปกติ สอดคล้องกับ Irie and Sakimoto (1992) พบว่า ไขมันจากสุกรที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลาชาวดิน 4% และ 6% ในสูตรอาหาร มีความแข็งของไขมัน (hardness) ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Leskanich *et al.* (1997) พบว่า การเสริม rapeseed 2% รวมกับ fish oil 1% มีผลให้ความแข็งของไขมันได้ผิวหนังน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นผลจากปริมาณและชนิดของกรดไขมันทำให้ไขมันเหลว (soft fat) เช่นเดียวกับรายงานของ Myer *et al.* (1992a and 1992b) Miller *et al.* (1990) และ St. John *et al.* (1987)

ผลต่อค่าความแข็งของไขมันสันหลัง

ค่าความคงตัว หรือความแข็งของไขมัน (fat firmness) เป็นดัชนีทางอ้อม (indirect index) ที่สามารถบ่งบอกถึงองค์ประกอบของกรดไขมันได้ ถ้าความแข็งของไขมันมีค่าต่ำกว่า แสดงว่ามีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบค่อนข้างมาก แต่ถ้าความแข็งของไขมันมีค่าสูงกว่า แสดงว่ามีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบค่อนข้างน้อย จากผลการทดลอง พบว่า กลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% มีความแข็งของไขมันต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% ($p < 0.05$) โดยไขมันจากกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% และ 2% มีความแข็งของไขมันสูงสุด และต่ำสุด ตามลำดับ แสดงว่าในไขมันของกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบสูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% สอดคล้องกับรายงานของ Irie and Sakimoto (1992) พบว่า การเสริมน้ำมันปลาชาวดินที่ระดับ 4% และ 6% ในสูตรอาหารมีผลทำให้ความแข็งของไขมัน (hardness) ของไขมันช่องท้องต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริม ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาชาวดิน 2% แต่การที่ค่าความแข็งของไขมันในกลุ่มเสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ มีค่า

ค่อนข้างแปรปรวน เป็นผลเนื่องจากปริมาณอาหารที่กิน และความเร็วของอาหารที่ผ่านในทางเดินอาหาร (rate of passage) ที่มีผลต่อการย่อยและดูดซึมที่ลำไส้เล็ก แต่เมื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวและไม่อิ่มตัวในไขมันสันหลัง โดยเครื่อง Gas chromatography พบว่า ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมดของไขมันสันหลังเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมน้ำมันปลาที่สูงขึ้นในสูตรอาหาร ($p<0.05$) โดยกลุ่มเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 3% มีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 1% ($p<0.05$) ซึ่งให้ผลในทำนองเดียวกับค่าความแข็งของไขมันสันหลังที่วัดได้ St. John *et al.* (1987) รายงานว่า การเสริม 10 และ 20% canola oil ในสูตรอาหารสุกรมีผลทำให้คะแนนความแข็งของไขมัน (fat firmness rating) ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (3.8, 4.8 และ 7.3 ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริม 10 และ 20% canola oil ตามลำดับ) เช่นเดียวกับ Myer *et al.* (1992a and 1992b) ส่วน Leskanich *et al.* (1997) รายงานว่าการเสริม 2% rapeseed ร่วมกับ 1% fish oil มีผลให้ความแข็งของไขมันสันหลังต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (เสริม 3% ของ tallow – soybean mixture) ($p<0.05$) และในไขมันมี long chain fatty acid เป็นองค์ประกอบอยู่สูงจึงทำให้ไขมันเหลว (soft fat หรือ oiliness) แต่รายงานของ Jaturasitha *et al.* (1996) พบว่า สุกรในกลุ่มควบคุมมีความแข็งของไขมันต่ำสุด เนื่องจากแหล่งไขมันที่นำมาเสริมในอาหารสุกร coconut oil และ palm kernel oil ซึ่งไขมันทั้ง 2 ชนิดนี้มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบถึง 92 และ 51% ตามลำดับ (Reeves and Weihranch, 1979 cited by Nettleton, 1994) ส่วนกลุ่มที่เสริม high – MCFA มีความแข็งของไขมันสูงสุด และความแข็งของไขมันมีความสัมพันธ์สูงกับการใช้อาหารไขมันต่ำ โดยสุกรจะมีการสังเคราะห์ long chain saturated และ MUFA ขึ้นมาใหม่จากคาร์โบไฮเดรตที่กินเข้าไป โดยเฉพาะกรดพาลมิติค

ผลต่อค่า TBA ของไขมัน

ผลของการเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3% ในสูตรอาหาร และระยะเวลาในการเก็บรักษา (storage time) ที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 0, 3, 6 และ 9 วัน ต่อค่า TBA ของไขมันสันหลัง พบว่า ค่า TBA สูงขึ้นตามระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร ($p<0.05$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.932, 1.788, 2.180 และ 2.905 มก. malonaldehyde/ก.ก. ไขมัน ในกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3% ตามลำดับ เนื่องจากในน้ำมันปลาที่มีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่สูง โดยเฉพาะ EPA (eicosapentaenoic acid) และ DHA (docosahexaenoic acid) ซึ่งมีอยู่ประมาณ 4.5 – 6.9% และ 21.5 – 26.6% ตามลำดับ (T.C. Union Agrotech Co., 1996; Kinsella, 1990) โดยปกติการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน มักจะเกิดกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นอันดับแรก โดยเฉพาะกรดโอเลอิก (oleic acid) กรดลิโนเลอิก (linoleic acid) และกรดลิโนเลนิก (linolenic acid) ซึ่งกรดไขมัน

ไม่อิ่มตัวแต่ละชนิดมีอัตราเร็วในการเกิดขบวนการออกซิเดชันแตกต่างกันไป โดยกรดไขมันไม่อิ่มตัวออกซิไดส์ได้เร็วกว่ากรดไขมันอิ่มตัว ประมาณ 64 เท่า ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวออกซิไดส์ได้เร็วกว่ากรดไขมันอิ่มตัว 100 เท่า (Hamilton, 1994) แสดงให้เห็นว่า อัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันขึ้นอยู่กับจำนวนพันธะคู่ในกรดไขมัน ดังนั้นในเนื้อหรือไขมันที่มีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่ายและรวดเร็ว เป็นผลทำให้เกิดกลิ่นหืนในเนื้อ (Lundberg, 1962) จากผลการทดลอง พบว่า ค่า TBA สูงขึ้นตามระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร แสดงว่าการเสริมน้ำมันปลาในอาหารมีผลทำให้การสะสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวในไขมันสันหลังเพิ่มขึ้น โดยพบว่า ความแข็งของไขมันสันหลัง (fat firmness) ลดลงตามระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร ($p < 0.05$) ส่วนผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันในไขมันสันหลังของสุกรที่เสริมน้ำมันปลา 0, 1, 2 และ 3% พบว่า ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมน้ำมันปลาที่สูงขึ้นในสูตรอาหาร โดยเฉพาะในกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงสุด จึงเป็นผลให้ค่า TBA ของไขมันสันหลังในกลุ่มนี้สูงสุดด้วย ($p < 0.05$) สอดคล้องกับ Irie and Sakimoto (1992) รายงานว่า การเสริมน้ำมันปลาชนิดที่ระดับสูงขึ้นไปมีผลทำให้ความแข็งของไขมันลดลง ส่งผลให้ค่า iodine number สูงขึ้นตามระดับน้ำมันปลาที่สูงขึ้นในสูตรอาหาร ($p < 0.05$) จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้ง่าย ส่วน Romans *et al.* (1995b) รายงานว่า การเสริม 15% flaxseed ในสูตรอาหารสุกรเป็นเวลา 7, 14, 21 และ 28 วัน มีค่า TBA ของไขมันไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ($p > 0.05$) แต่เมื่อนำไขมันไปผ่านขบวนการให้ความร้อน พบว่า ค่า TBA ในกลุ่มที่เสริม flaxseed ทุกกลุ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ($p < 0.05$)

ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่า TBA ของไขมันสันหลัง พบว่า ค่า TBA สูงขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษา ($p < 0.05$) โดยการเก็บรักษาไขมันในวันที่ 0 มีค่า TBA เท่ากับ 1.020 แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 3, 6 และ 9 วัน พบว่า ค่า TBA เพิ่มขึ้นเป็น 1.909, 2.196 และ 2.680 มก. malonaldehyde/ก.ก. ไขมัน ตามลำดับ ซึ่ง Hamilton (1994) รายงานว่า การเก็บรักษาอาหารไว้ที่อุณหภูมิห้องไม่สามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เป็นสาเหตุของกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ (off-flavor) ในอาหารได้ เนื่องจากในเนื้อเยื่อของพืชและสัตว์จะเกิดขบวนการสลายไขมัน (lipolysis) ด้วยเอนไซม์ไลเปส (lipase) ได้ผลิตเป็นกลีเซอรอลและกรดไขมันอิสระ ซึ่งจะถูกออกซิไดส์โดยขบวนการ autoxidation หรือ โดยเอนไซม์ lipoxygenase เกิด rancid flavor

ผลต่อระดับโคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์และไลโปโปรตีนในพลาสมา

การเสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% ในสูตรอาหารมีผลทำให้ระดับโคเลสเตอรอลในพลาสมาลดลง ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% (61.42 และ 57.93 เทียบกับ 69.69

และ 68.17 มก./100 มล.) สำหรับกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ (1, 2 และ 3%) มีผลทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ และ VLDL ในพลาสมาลดลง ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2% มีระดับ LDL ในพลาสมาไม่แตกต่างกัน ส่วนระดับ HDL ในพลาสมาของกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมน้ำมันปลาที่สูงขึ้นในสูตรอาหาร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในคน โดยรายงานส่วนใหญ่พบว่า การบริโภค fish oil หรือ fish diet มีผลทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ในพลาสมาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Hamazaki *et al.*, 1996; Layne *et al.*, 1996; Fehily *et al.*, 1983; Bronsgeest-Schoute *et al.*, 1981) ส่วนระดับโคเลสเตอรอล, HDL, VLDL และ LDL ไม่แตกต่างกัน แต่ Bronsgeest-Schoute *et al.* (1981); Sander *et al.* (1983) พบว่า ระดับ HDL มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่บริโภคน้ำมันปลา สอดคล้องกับผลการทดลองของ Sim *et al.* (1991) ศึกษาการใช้แหล่ง n-3 fatty acids จากพืช ได้แก่ flaxseed และ canola seed ในอาหารหนู พบว่า การใช้ flaxseed มีผลทำให้ระดับโคเลสเตอรอลลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่การใช้ canola seed ไม่มีผลต่อระดับโคเลสเตอรอล ซึ่ง Garg *et al.* (1988 and 1989) พบว่าการที่ระดับโคเลสเตอรอลในพลาสมาลดลงเป็นผลเนื่องจากปริมาณของ กรด linoleic ในสูตรอาหาร ดังนั้นในการศึกษาถึงการลดหรือเพิ่มระดับโคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ HDL VLDL และ LDL ในพลาสมา กล้ามเนื้อหรือไขมันนั้น จึงมีหลายปัจจัยที่ควรนำมาพิจารณา ได้แก่ dietary fat ในกลุ่มควบคุม เช่น การใช้ lard fat (Seiguer *et al.*, 1995) beef tallow (Klingenberg *et al.*, 1995) cheese (Von Lossonczy *et al.*, 1978) ปริมาณและชนิดของ fish oil หรือ dietary fat ชนิดของสัตว์ทดลอง และความผิดปกติของสัตว์ทดลอง เป็นต้น

ปัจจัยด้านน้ำหนักของสุกรมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับ โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ VLDL และ LDL ในพลาสมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) พบว่า สุกรน้ำหนัก 90 ก.ก. มีระดับ โคเลสเตอรอล และ LDL ในพลาสมาสูงกว่าสุกรน้ำหนัก 30 และ 60 ก.ก. ($p < 0.05$) ส่วนระดับไตรกลีเซอไรด์ และ VLDL ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามน้ำหนักตัวที่สูงขึ้น ($p < 0.05$) สำหรับระดับ HDL ในพลาสมาของสุกรน้ำหนักต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) ซึ่ง Falkenberg *et al.* (1995) รายงานว่าระดับโคเลสเตอรอล HDL และ LDL ในพลาสมาของสุกรมเพศผู้ตอนและไม่ตอนลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น

ผลต่อระดับโคเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในไขมันสันหลัง

จากผลการทดลอง พบว่า ระดับโคเลสเตอรอลในไขมันสันหลังของสุกรในกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2% ลดลง ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (55.82 และ 55.73 เทียบกับ 69.97 มก./100 ก.ไขมัน) ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากระดับโคเลสเตอรอลในพลาสมาของสุกรในกลุ่ม

ดังกล่าวลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ($p < 0.05$) แต่ในเนื้อสัน พบว่า ระดับโคเลสเตอรอลของเนื้อสันจากสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) Harris *et al.* (1980) cited by Fehily *et al.* (1983) รายงานว่า การบริโภคน้ำมันปลา หรือไขมันจากปลา ช่วยเพิ่มระดับ HDL ในกระแสเลือด ซึ่ง HDL จะทำหน้าที่เป็นตัวกำจัดโคเลสเตอรอลอิสระให้หมดไปจากกระแสเลือด (อุษณีย์, 2538; สมพงษ์, 2533) โดย HDL ที่สร้างจากตับและลำไส้เล็ก จะทำหน้าที่เป็นตัวให้ apo protein CII แก่โคโลไมครอนและ VLDL เพื่อใช้เป็นตัวกระตุ้นเอนไซม์ไลเปสในการสลายไตรกลีเซอไรด์ออกจากสารทั้งสอง หลังจากเกิดการแลกเปลี่ยนลิปิดและโปรตีนกับโคโลไมครอนและ VLDL แล้ว รูปร่างของ HDL จะเปลี่ยนเป็นทรงกลมขึ้น เรียกว่า HDL₃ ซึ่งสามารถรับโคเลสเตอรอลอิสระที่สร้างจากเนื้อเยื่ออื่นๆ ได้ นอกจากนี้ apoA ใน HDL₃ จะเป็นตัวกระตุ้นเอนไซม์ lecithin cholesterol acyl transferase (LCAT) ให้เกิดการ esterified กรดไขมันเข้ากับโคเลสเตอรอลอิสระได้เป็นโคเลสเตอรอลเอสเทอร์ จากนั้นจะเกิดการแลกเปลี่ยนโคเลสเตอรอลเอสเทอร์ของ HDL₃ กับไตรกลีเซอไรด์ของ VLDL ทำให้ VLDL กลายเป็น LDL ที่มีโคเลสเตอรอลเอสเทอร์ ส่วน HDL₃ กลายเป็น HDL₂ ซึ่งจะไปถูกสลายที่ตับต่อไป (อุษณีย์, 2538) ดังนั้นถ้ามีระดับ HDL สูงในกระแสเลือดจะมีผลทำให้ระดับโคเลสเตอรอลอิสระลดลง ส่งผลให้การสะสมโคเลสเตอรอลในเนื้อเยื่อต่างๆ ลดลง แต่จากผลการทดลอง พบว่า ระดับ HDL ในพลาสมาของสุกรในกลุ่มต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับน้ำมันปลาที่สูงขึ้นในสูตรอาหาร แต่ Dorado *et al.* (1999) รายงานว่า ปริมาณ ไขมันและโคเลสเตอรอลในเนื้อสัน เท่ากับ 2.7% และ 57 มก./100 ก. ตามลำดับ และถ้ามีปริมาณไขมันสูงมีผลทำให้ระดับโคเลสเตอรอลสูงตามไปด้วย โดยมีค่าสหสัมพันธ์สูง ($r = 0.88$) ส่วนรายงานของ Deirsen-Schade *et al.* (1986); Forsythe *et al.* (1980) พบว่า ระดับโคเลสเตอรอลในเนื้อเยื่อไขมันจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว (PUFA) ที่ระดับสูงในสูตรอาหาร Hartmann *et al.* (1995) cited by Dorado *et al.* (1999); Tu *et al.* (1967) รายงานว่า การที่ปริมาณไขมันและโคเลสเตอรอลในเนื้อเยื่อต่างๆ มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ อย่าง เช่น ปัจจัยทางด้านพันธุกรรม อายุ สายพันธุ์ อาหาร และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น นอกจากนี้ ชนิด ขนาด และตำแหน่งของกล้ามเนื้อ (Fernandez *et al.*, 1995) มีผลทำให้ระดับโคเลสเตอรอลมีความแตกต่างกัน รวมไปถึงวิธีการวิเคราะห์โคเลสเตอรอลด้วย Busboom *et al.* (1990) รายงานว่า การเสริม intact หรือ ground canola ในสูตรอาหารสุกรไม่มีผลต่อระดับโคเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อและไขมันสันหลัง สำหรับผลการเสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อระดับไตรกลีเซอไรด์ในไขมันสันหลัง ($p > 0.05$) เท่ากับ 64.98, 59.88, 59.73 และ 60.11 มก./100 ก. ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% ตามลำดับ แต่มีแนวโน้มลดลงตามระดับน้ำมันปลาที่สูงขึ้นในสูตรอาหาร ซึ่งเป็นผลจากน้ำมันปลาที่เสริมในสูตรอาหาร ส่วนผลของการเสริม

น้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ ต่อระดับไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อสัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) Kouba and Mourot (1999) รายงานว่า สุนัขที่ได้รับอาหารเสริมน้ำมันข้าวโพด (maize oil) มีระดับไตรกลีเซอไรด์และโคเลสเตอรอลในไขมันสูงกว่าสุนัขที่ได้รับอาหารเสริมไขมันวัว Fernandez *et al.* (1995); Leseigneur-Meynier and Gandemer (1991) พบว่า องค์ประกอบของไขมันในกล้ามเนื้อส่วนใหญ่มักมีไตรกลีเซอไรด์เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งการที่ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นด้วย Fernandez *et al.* (1999) รายงานว่า ระดับไขมันแทรกในเนื้อสันส่วนสะโพก (*Longissimus lumborum*) ของสุกรลูกผสม Duroc x Land race และ Tia Meslan x Land race เพิ่มขึ้น เป็นผลให้ระดับไตรกลีเซอไรด์เพิ่มขึ้น ($p<0.05$) จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อจากกลุ่มต่างๆ พบว่า ปริมาณไขมันทั้งหมด (% total fat) ในเนื้อสันจากกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (2.56, 2.56, 2.55 เทียบกับ 1.87%) ส่วนระดับไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อสันไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) Fehily *et al.* (1983); Sander and Hochland (1983) รายงานว่า การบริโภคอาหารจำพวกปลา (fish diet) หรือ max EPA อย่างน้อย 2 ครั้งต่อสัปดาห์ มีผลทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ในกระแสเลือดลดลง ($p<0.05$) ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกับการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 1, 2 และ 3% ในสูตรอาหารมีผลทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ในพลาสมาของสุกรลดลง ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม จึงเป็นผลให้อัตราการสะสมไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อเยื่อต่างๆ ลดลงด้วย โดยเฉพาะเนื้อเยื่อไขมัน Leszczynski *et al.* (1992) พบว่า การเสริม full fat soybean (FFS) ที่ระดับ 10 และ 20% ในสูตรอาหาร มีผลทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อสันไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($p>0.05$) แต่ในกลุ่มที่เสริม 20% FFS มีระดับโคเลสเตอรอลสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ($p<0.05$)

สรุปผลการทดลอง

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3% ในสูตรอาหารสุกร พบว่า การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับไม่เกิน 2% เป็นระดับการเสริมที่เหมาะสมที่สุด ไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ นอกจากนี้ทำให้เนื้อสุกรได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคในด้านของความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ กลิ่นรส และความพึงพอใจโดยรวม และส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า-3 ในเนื้อสุกรได้มากกว่าปกติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่เสริมน้ำมันปลา ทำให้การบริโภคเนื้อสุกรเกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้บริโภคที่มีภาวะการเสี่ยงต่อการเกิดโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด และเป็นแนวทางส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงสุกรให้ได้คุณภาพตามความต้องการของผู้บริโภคด้วย ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองด้านสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ คุณภาพไขมัน และคุณภาพผลิตภัณฑ์ (เบคอน) ดังนี้

ด้านสมรรถภาพการผลิต

ผลการเสริมน้ำมันปลาทูน่า (tuna oil) ลงในอาหารสุกรที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3% ต่อสมรรถภาพการผลิตสุกรรุ่น (30 - 60 กก.) สุกรขุน (60 - 90 กก.) และตลอดการทดลอง (30 - 90 กก.) พบว่า โดยสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2% มีแนวโน้มของปริมาณอาหารที่กินต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตต่อวันดีกว่ากลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% และกลุ่มที่ไม่เสริมน้ำมันปลา ส่วนทางด้านอัตราการแลกเนื้อไม่มีความแตกต่างกันในระหว่างกลุ่มทดลอง ($p > 0.05$) ดังนั้นสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% และ 2% จะมีแนวโน้มของสมรรถภาพการผลิตโดยรวมดีกว่าสุกรกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% แต่มีต้นทุนค่าอาหารต่อปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด และต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กก. ในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้น

ด้านคุณภาพซาก

ผลการเสริมน้ำมันปลาทูน่า (tuna oil) ลงในอาหารสุกรที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3% ต่อคุณภาพซาก พบว่า สุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2% มีแนวโน้มของน้ำหนักที่เข้ามามากกว่าสุกรที่เสริมน้ำมันปลา 1, 3% และ กลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลา คือ เท่ากับ 92.58, 91.90, 88.65 และ 89.64 กก. ตามลำดับ เช่นเดียวกับน้ำหนักซากอุ่น เท่ากับ 74.32, 72.88, 71.44 และ 71.83 กก. ตามลำดับ และน้ำหนักซากเย็น เท่ากับ 71.97, 70.36, 69.28 และ 69.03 กก. ตามลำดับ ส่วนทางด้านของเปอร์เซ็นต์ซาก พบว่า

เปอร์เซ็นต์ซากไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ซากสูงกว่าสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% และ กลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลา เท่ากับ 77.90, 78.03, 76.60 และ 77.06 % ตามลำดับ ส่วนความหนาของไขมันสันหลัง พบว่า สุกรกลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลามีความหนาของไขมันสันหลังน้อยกว่าสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เท่ากับ 2.17, 2.48, 2.48 และ 2.51 ซม. ตามลำดับ ซึ่งความหนาของไขมันสันหลังจะสอดคล้องกับพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน คือ สุกรกลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลาและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% มีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันคึกว่ากลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เท่ากับ 46.58, 45.95 และ 41.78 ตร.ซม. ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2% เท่ากับ 44.01 ตร.ซม. เนื่องจากการสะสมไขมันที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันลดลง และทำให้ได้เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงลดลงตามระดับการเสริมน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้น 0, 1, 2 และ 3% แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (60.27, 60.18, 59.75 และ 59.13 % ตามลำดับ)

ด้านคุณภาพเนื้อ

ผลการเสริมน้ำมันปลาทูน่า (tuna oil) ลงในอาหารสุกรที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3% ต่อคุณภาพเนื้อ พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH_i และ pH_u) ค่าการนำไฟฟ้า (EC_i และ EC_u) ค่าการวัดสี (L^* , a^* และ b^*) ของเนื้อไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเปอร์เซ็นต์ drip loss, thawing loss และ grilling loss ระหว่างกลุ่มไม่แตกต่างกัน สำหรับแรงที่ใช้และค่าพลังงานในการตัดผ่านเนื้อของสุกร พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า เปอร์เซ็นต์ของน้ำและโปรตีนในเนื้อมีแนวโน้มลดลงและไขมันเพิ่มขึ้นตามระดับของการเสริมน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้น 0, 1, 2 และ 3 %

สำหรับการประเมินการตรวจชิมเนื้อสุกรที่เสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3% ต่อการยอมรับของผู้บริโภค โดยพิจารณาคะแนนของเนื้อสุกรด้านความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ และความพึงพอใจโดยรวมของผู้บริโภค พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกลุ่มการทดลอง ($p>0.05$) ส่วนการให้คะแนนในเรื่องของกลิ่นและรสชาติ พบว่า เนื่องจากกลุ่มควบคุมมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 3% อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เท่ากับ 3.74 และ 3.44 ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับเนื้อจากกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1 และ 2% (3.58 และ 3.50 ตามลำดับ)

การวิเคราะห์หาค่า TBA number ของเนื้อสุกรที่อุณหภูมิ 4 °C ในช่วงระยะเวลา 0, 5 และ 10 วัน พบว่า ช่วงระยะเวลา 0 และ 5 วันของเนื้อสุกรที่เสริมน้ำมันปลา 3 % จะมีแนวโน้มของค่า TBA number สูงกว่ากลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 และ 1% แต่จะสูงกว่าสุกรกลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลา อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนเนื้อสุกรที่เก็บไว้นาน 10 วัน พบว่า เนื้อสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา

ที่ระดับ 3% จะมีแนวโน้มของค่า TBA number สูงกว่ากลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2, 1% และไม่ได้เสริมน้ำมันปลา แสดงให้เห็นว่าค่า TBA number ของเนื้อสุกร เพิ่มขึ้นตามระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร ส่วนผลการวิเคราะห์หาปริมาณโคเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ของเนื้อสุกรพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของระดับโคเลสเตอรอลของการเสริมน้ำมันปลาหน้า 0, 1, 2 และ 3% (56.12, 54.77, 53.87 และ 55.11 มก./100 กรัม ตามลำดับ) และปริมาณไตรกลีเซอไรด์ของเนื้อสุกรมีแนวโน้มลดลงตามระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้น คือ 197.1, 185.1, 185.1 และ 171.1 มก./100 กรัมของเนื้อ

ด้านคุณภาพไขมัน

สีของไขมันสันหลังและไขมันช่องท้องของสุกรในกลุ่มต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกัน

ด้านความแข็งของไขมัน พบว่า กลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% มีความแข็งของไขมันต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1% เนื่องจากมีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในไขมันสันหลังสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ

สุกรในกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2 และ 3% มีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมดและกรดไขมันโอเมก้า-3 ในไขมันสันหลังสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ส่งผลให้อัตราส่วนระหว่าง P/S และ $\Omega 6 : \Omega 3$ สูงกว่าและต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ตามลำดับ ส่วนสุกรในกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 2% มีผลทำให้องค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมด และกรดไขมันโอเมก้า-3 มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ส่งผลให้อัตราส่วนระหว่าง P/S และ $\Omega 6 : \Omega 3$ สูงกว่าและต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ ตามลำดับ

การวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันในเนื้อของสุกร พบว่า การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 1, 2 และ 3% มีผลทำให้ปริมาณกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 เพิ่มขึ้นในเนื้อของสุกร โดยกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% มีแนวโน้มของปริมาณ linolenic acid (C18:3) และ EPA (C20:5) สูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนปริมาณ DHA (C22:6) และ total $\Omega - 3$ สูงขึ้นกว่ากลุ่มควบคุม ($p < 0.01$) ทำให้อัตราส่วนระหว่างโอเมก้า- 6 ต่อโอเมก้า - 3 ลดลงตามระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) เช่นเดียวกับในผลิตภัณฑ์เบคอนของสุกร พบว่า กลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 1, 2 และ 3% มีปริมาณ EPA (C20:5) DHA (C22:6) และ total $\Omega - 3$ สูงขึ้นตามระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้น ($p < 0.01$) ส่งผลให้อัตราส่วนระหว่างโอเมก้า - 6 ต่อโอเมก้า - 3 ลดลงตามระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$)

ด้านอายุการเก็บรักษาไขมันสันหลังพบว่า อายุการเก็บรักษาไขมันสันหลังลดลงตามระดับการเสริมน้ำมันปลาในสูตรอาหาร เนื่องจากองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้

ไขมันสันหลังและเนื้อสันเกิดการหืนได้ง่าย โดยไขมันสันหลังมีอายุการเก็บรักษาประมาณ 3 วัน ที่อุณหภูมิตู้เย็น ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) โดยไม่เกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์

การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 2 และ 3% มีผลทำให้ระดับโคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ VLDL และ LDL ในพลาสมาของสุกรลดลง และระดับ HDL มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ระดับโคเลสเตอรอล และ LDL จะสูงขึ้นตามน้ำหนักของสุกร ส่วนระดับไตรกลีเซอไรด์ และ VLDL ลดลงตามน้ำหนักตัวที่สูงขึ้น แต่ระดับ HDL ในพลาสมาของสุกรน้ำหนักต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกัน สำหรับการเสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อระดับไตรกลีเซอไรด์ในไขมันสันหลัง

ด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์ (เบคอน)

ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเบคอน พบว่า เปรอร์เซ็นต์ของน้ำ เปรอร์เซ็นต์โปรตีน ลดลง และเปอร์เซ็นต์ของไขมันเพิ่มขึ้น ตามระดับของการเสริมน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่สำหรับเปอร์เซ็นต์เถ้า เกลือ และ ปริมาณของฟอสเฟต ในเตรต ในไครด์ (ppm) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

การวิเคราะห์ค่า TBA number ของเบคอนที่ได้จากเนื้อสุกรที่เสริมน้ำมันปลา 3% เมื่อเก็บเป็นเวลา 0, 3, 6, 9 และ 12 วันมีค่า TBA number สูงกว่าเบคอนที่ได้จากเนื้อสุกรกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลา 0, 1 และ 2% อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของปริมาณโคเลสเตอรอล แต่ปริมาณไตรกลีเซอไรด์ของผลิตภัณฑ์เบคอนมีแนวโน้มลดลงตามระดับน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้น คือ เท่ากับ 29.12, 29.10, 28.30 และ 26.25 กรัม/100 กรัมของเบคอน

การประเมินการตรวจหิมในผลิตภัณฑ์เบคอน พบว่า ไม่มีความแตกต่างในคะแนนของลักษณะเนื้อ และความพึงพอใจโดยรวมระหว่างกลุ่มการทดลอง โดยเบคอนกลุ่มควบคุมมีแนวโน้มดีที่สุด แสดงว่าการเสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่าง ๆ ลงในสูตรอาหารสุกร สามารถได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค ในส่วนของความพึงพอใจโดยรวม เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ต้องคำนึงถึงวิธีการเก็บ และระยะเวลาด้วย เพื่อป้องกันการออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์

ดังนั้น จากผลการทดลองทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่า การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 2% ในสูตรอาหาร เป็นระดับที่เหมาะสมในการเลี้ยงสุกรเพื่อให้มีสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก เนื้อ และไขมันค่อนข้างดี และมีปริมาณกรดไขมันโอเมก้า-3 ในเนื้อและไขมันสันหลังสูง แต่มีข้อด้อยคือ เนื้อและไขมันสันหลังจากสุกรในกลุ่มนี้มีอายุการเก็บรักษาสั้นลง เนื่องจากมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบในส่วนต่างๆ สูง

ข้อเสนอแนะ

1. สำหรับการผลิตสุกรโอเมก้า-3 โดยการเสริมน้ำมันปลาในเชิงพาณิชย์สามารถทำได้ เนื่องจากสุกรสามารถสะสมกรดไขมันโอเมก้า-3 ทั้งในเนื้อและไขมัน โดยการเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 2% ในสูตรอาหาร ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร และคุณภาพซาก ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม แต่ทางด้านคุณภาพไขมันจะด้อยลง เนื่องจากการสะสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวค่อนข้างสูง ทำให้ไขมันอ่อนตัวลงแต่ยังไม่ถึงกับเป็นไขมันเหลว (soft fat) ซึ่งไม่เหมาะที่จะนำไปแปรรูปทำผลิตภัณฑ์ ดังนั้น ฟาร์มสุกรรายย่อย หรือขนาดกลาง รวมไปถึงบริษัทต่างๆ สามารถผลิตสุกรโอเมก้า-3 ในเชิงพาณิชย์ได้
2. การผสมอาหาร สำหรับเกษตรกรรายย่อยต้องทำการผสมด้วยมือ ส่วนเกษตรกรที่มีเครื่องผสมอาหารสามารถใช้ได้ ซึ่งในการผสมด้วยมือ หรือการผสมด้วยเครื่องนั้น ก่อนอื่นต้องทำการคลุกน้ำมันปลากับสารสื่อ (filler) ก่อน เพื่อให้ไขมันปลากระจายตัวทั่วไปในอาหาร สารสื่อที่เราใช้ในการทดลองคือ กระจุกป่น โดยเราจะซื้อกระจุกป่นหยาบมาบดด้วยเครื่องบดหินขนาดเล็กให้ได้ขนาดประมาณ 1 มม. อีกครั้ง แต่ในเชิงพาณิชย์ คงปฏิบัติได้ยาก ดังนั้นเราจึงทำการทดลองผสมน้ำมันปลากับข้าวโพดบด ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในสูตรอาหาร พบว่า สามารถทำให้น้ำมันกระจายตัวได้ดีเช่นเดียวกับกระจุกป่น และการใช้น้ำมันปลาผสมอาหารจำเป็นต้องเติมสารกันหืน หรือวิตามินอี หรือสารกันหืนร่วมกับวิตามินอี เพื่อป้องกันการหืนในอาหารด้วย และปริมาณที่ใช้ควรใช้เพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำมันปลาที่เสริมในอาหาร แต่ถ้าเกษตรกรต้องการให้ได้เนื้อที่เก็บรักษาได้นานขึ้น ควรเสริมวิตามินอี 250 มก./100 ก.ก. อาหาร และควรผสมอาหารใช้ต่อสัปดาห์ สำหรับบริษัทที่ผลิตอาหารสัตว์จำหน่าย อาจจะต้องติดตั้งหัวฉีดพ่นขณะผสมอาหาร เพื่อให้ไขมันกระจายตัวในอาหาร หรืออาจทำการเคลือบน้ำมันปลาหลังจากนำอาหารไปอัดเม็ดแล้ว แต่สำหรับกรณีที่จะนำไปจำหน่าย นอกจากจะเสริมสารกันหืนแล้วยังต้องระบุนวันหมดอายุอีกด้วย เพราะอาหารผสมน้ำมันปลาจะมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าอาหารสูตรปกติที่จำหน่ายในท้องตลาด
3. สำหรับระยะเวลาในการเริ่มให้อาหารเสริมน้ำมันปลาแก่สุกร พบว่า สามารถเริ่มให้ตั้งแต่น้ำหนัก 60 ก.ก. หรือเมื่อสุกรเข้าสู่ระยะขุน เพราะในระยะก่อนการทดลองจริงเราทำการทดสอบการเสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ ในสุกรขุน พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมที่ระดับ 2% ในสูตรอาหาร สามารถสะสมกรดไขมันโอเมก้า-3 โดยเฉพาะกรด EPA และ DHA ใน

ไขมันอิ่มตัว แต่การจะลดต้นทุนค่าอาหารลงอีก ต้องทำการศึกษาค่อยๆ ว่าควรเริ่มให้ที่น้ำหนักเท่าไรก่อนส่งเข้ามา เพื่อให้มีการสะสมกรดไขมันโอเมก้า-3 ในระดับที่สูงสุด เมื่อให้อาหารเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 2% ในสูตรอาหาร

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2541. ข้อมูลเศรษฐกิจการปศุสัตว์ ประจำปี 2541.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. 2542. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย SPSS for windows. ภาควิชาสถิติ. คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 371 หน้า.
- ข่าวสารคณะแพทยศาสตร์, ปีที่ 12 ฉบับที่ 3-4, มีนาคม-เมษายน 2540 ม. เชียงใหม่
- คณิต กฤษนังกูร (2537). เมตาบลิซึมของลิปิดและหน้าที่ทางสรีรวิทยาใน : ลิปิด : ชีวเคมี - เทคโนโลยีชีวภาพ. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี : 24 - 32
- จรัญ จันทลักขณา. 2540. สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, กรุงเทพฯ. 468 หน้า.
- จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2533. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อ. สุนทรสาส์น. 16 (55)
- ชัยณรงค์ กันธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, กรุงเทพฯ. 276 หน้า.
- ฉาตยา รัตนวงศ์ไพศาล ประภา โชะสสาลม และพรพิมล พิมพ์พันธุ์. 2540. การใช้น้ำมันปลาทูลำพอสมาอาหารสัตว์สำหรับเลี้ยงไก่กระทอง. ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 87 หน้า.
- นันทยา ชนะรัตน์. 2532. สารไขมันในเลือด คู่มือเคมีคลินิก. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ. 118 หน้า.
- บุญลือ เผือกผ่อง. 2536. การผลิตและการจัดการสุกร. ภาควิชาสัตวศาสตร์. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปราณีต ผ่องแผ้ว. 2539. โภชนศาสตร์ชุมชน ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงภาวะเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว. บริษัท ลิฟวิง ทรานส์ มีเดีย จำกัด กรุงเทพฯ. 489 หน้า.
- ปัทมา ฤกษ์เสน. 2543. ผลของการเสริมไขมันปลาในระดับที่ต่างกันในอาหารสุกรต่อองค์ประกอบทางเคมี ระยะเวลาการเก็บรักษา ระดับโคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และการตรวจซึมของผลิตภัณฑ์เบคอน ปัญหาพิเศษ. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2542. สารอาหารกับภูมิคุ้มกันในสัตว์ (ตอนที่ 2). สัตว์เศรษฐกิจ. 17(369) : 48-53.

- พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2535. หลักการอาหารสัตว์ เล่ม 1: โภชนะ. โอเคียนสโตร์ วังบูรพา กรุงเทพมหานคร. 207 หน้า.
- ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสึก. 2524. การแปรรูปอุตสาหกรรมทั่วไป. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 216 หน้า.
- ยุวฉัตร วุฒิธรรมคณาพร, สัญชัย จตุรติธธา, พันทิพา พงษ์เพียจันทร์ และ ปัทมา ฤกษ์แสน. 2543. ความเข้มข้นของโคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และไลโปโปรตีนในพลาสมาสุกรเพศเมียที่ได้รับอาหารเสริมน้ำมันปลาทูน่าในระดับต่างๆ. รายงานการประชุมทางวิชาการ สัตวศาสตร์ภาคใต้ ครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 19 – 36.
- ยุวเรศ สังวรารณณ์. 2537. ผลการเสริมน้ำมันปลาซาร์ดีนในอาหารไก่ไข่ต่อองค์ประกอบของไขมันในไข่แดงและสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. ภาควิชาสัตวบาล. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยุวเรศ สังวรารณณ์. 2537. ผลการเสริมน้ำมันปลาซาร์ดีนในอาหารไก่ไข่ต่อองค์ประกอบของไขมันในไข่แดงและสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาสัตวบาล ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 54 หน้า.
- เขวาลักษณ์ สุรพันธ์พิสิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 9 หน้า.
- สมพงษ์ สหพงษ์. 2534. ธรรมชาติบำบัดป้องกันโรคหัวใจ. สำนักพิมพ์รวมธรรมส์ กรุงเทพฯ. 109 หน้า.
- สมพงษ์ สหพงษ์. 2533. ธรรมชาติบำบัด น้ำมันปลา น้ำมันลดไขมัน. สำนักพิมพ์รวมธรรมส์ กรุงเทพฯ. 79 หน้า.
- สัญชัย จตุรติธธา. 2543. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. ธนบรรณการพิมพ์. เชียงใหม่ 244 หน้า.
- สัญชัย จตุรติธธา. 2534. การจัดการเนื้อสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่. 145 หน้า.
- สัญชัย จตุรติธธา. 2532. ลักษณะเนื้อซี่ด, เหลว และไม่คงรูปในสุกร. วารสารเกษตร 5,1 : 47-54.
- สายสนม ประดิษฐ์ดวง. 2539. กระบวนการแช่เยือกแข็งอาหาร. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 131-172.
- สำนักนโยบายและแผนการสาธารณสุข. 2539. สรุปสถิติสาธารณสุขที่สำคัญ ปี 2537-2538. สำนักงานสาธารณสุข.

- สุรพงษ์ ธรรมจันทร์. 2527. การศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเจริญเติบโตกับลักษณะซากใน
สุกร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 216
หน้า.
- หน่วยผลิตภัณฑ์สัตว์เชียงใหม่ กรมปศุสัตว์. 2542. โครงการฝึกอบรม “เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ หลัก
สูตรการทำผลิตภัณฑ์สัตว์ระยะสั้น” ระหว่างวันที่ 15-19 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542. กองส่งเสริม
ปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์, เชียงใหม่
- อุษณีย์ วินิจเขตคำนวน. 2538. *ชีวเคมีของลิพิดและไลโปโปรตีน*. ภาควิชาเคมี คณะแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 111 หน้า.
- Ajuyah, A.O., R.T. Hardin and J.S. Sim. 1993a. Effect of dietary full fat flaxseed with and without
antioxidant on the fatty acid composition of major lipid classes of chicken meats. *Poult.
Sci.* 72: 125-136.
- Ajuyah, A.O., R.T. Hardin, and J.S. Sim. 1993b. Studies on canola seed in turkey grower diet:
Effect on Ω -3 fatty acid composition of breast meat, breast skin and selected organ. *Can.
J. Anim. Sci.* 73 :177-181.
- Al-Ahmad, H. 1991. Entwicklung einer Methode zur Bestimmung von Cholesterol und dessen
Estern in tierischen Gewebe. Diss. institut fuer Biochemie und Lebensmittel der
Universitaet Hamburg.
- Ang, C.Y.W., and Lyon, B.G. 1990. Evaluation of Warmed-over Flavor during Chill Storage of
Cooked Broiler Breast, Thigh and Skin by Chemical, Instrumental and Sensory Methods.
J. Food. Sci. 55: 644 – 648.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists,
Arlington, VA.
- Artman, N.R. 1964. Interaction of fat and fatty acid as energy source of chick. *Poult. sci.* 43: 994 -
1004.
- Biggs, H.G., J.M. Erikson and W.R. Moorehead. 1975. A manual colorimetric assay of
triglycerides in serum. *Clin. Chem.* 21: 437-441.
- Bjerve, K. S. 1989. n-3 fatty acid deficiency in man. n-3 News, 4, no. 2, 1-4.

- Bronsgest- Schoute, H.C., C.M. van Gent, J.B. Luten, and A. Ruiter. 1981. The effect of various intakes of ω 3 fatty acids on the blood lipid composition in healthy human subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* 34: 1752-1757.
- Busboom, J.R., D.C. Rule, D. Colin, T. Heald, and A. Mazhar.1991. Growth, carcass characteristic, and lipid composition of adipose tissue and muscle of pigs fed canola. *J.Anim.Sci.* 69 :1101-1108.
- Castell, A.G. 1977. Effect of cultivar on the utilization of ground rapeseed in diets for growing-finishing pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 57: 111.
- Castell, A.G. and L. Falk.1980. Effects of dietary canola seed on pig performance and backfat composition. *Can J.Anim. Sci.* 60:795 –797.
- Chant, J.L., Jr. D.M. Sriffler, D.M. Kinsman, and A.W. Kotula. 1976. Chemical and sensory aspects of commercial bacons. *J. Anim. Sci.*, 43: 987-993.
- Cherian, G., F.W. Wolfe, and J. S. Sim. 1996. Dietary oils with added tocopherols: effects on egg or tissue tocopherols, fatty acids and oxidative stability. *Poult. Sci.* 75: 423-431.
- Chizzolini, R., E. Novelli, A. Badiani, P. Rosa, and G. Delbono. 1993. Objective measurement of pork quality : evaluation of various techniques. *Meat. Sci.* 34: 49 – 77.
- Corino, C., G. Oriani, L. pantalio, G. Pastorelli, and G. Salvatori. 1999. Influence of dietary vitamin E supplementation on “Heavy” pig carcass characteristics, meat quality, and vitamin E status. *J. Anim. Sci.* 77 : 1755-1761.
- Cunnane, S.C., P.A. Stitt, S. Ganguli and J.K. Armstrong. 1990. Raised omega-3 fatty acid levels in pigs fed flax. *Can. J. Anim. Sci.* 70 : 251-254.
- Dean, P., W.F. Lamoreux, J.R. Aitken, and F.G. Proudfoot. 1969. Flavor associated with fish meal in diets fed to broiler chickens. *Can. J. Anim. Sci.* 49 : 11 – 15.
- Diersen-Schade, D.A., M.J. Richard, D.C. Beitz, and N.L. Jacobson. 1986. Plasma, tissue and fecal cholesterol of young pigs fed restricted or liberal amount of beef, soy or conventional diets. *J. Nutr.* 116: 2086.
- Dorado, M., E.M. Martin Gomez, F. Jimenez-Colmenero, and T.A. Masoud. 1999. Cholesterol and fat contents of Spanish commercial pork cuts. *Meat Sci.* 51: 321-323.

- Enser, M. 1999. Nutritional effects on meat flavour and stability. Page 197-215: in Poultry Meat science. (eds R. I. Richardson and G. C. Mead)
- Falkenberg, H., K. Nurnberg, G. Kuhn and G. Nurnberg. 1995. Cholesterol in blood and fatty tissue and its relationship to carcass and meat quality of pigs. In 2nd Dummerdorf Muscle-Workshop Proc. Muscle Growth and Meat Quality (Enser, C., ed). Rostock, Germany: 161.
- Fehily, Ann M., L.B. Michael, K. Phillips and N.M. Deadman. 1983. The effect of fatty fish on plasma lipid and lipoprotein concentrations. *Am. J. Clin. Nutr.* 38:349-351.
- Fernandez, X., J. Mourot, A. Mouneir, and P. Ecolan. 1995. Effect of muscle type and food derivation for 24 hours on the composition of the lipid fraction muscle of Large White pigs. *Meat Sci.* 41: 335-343.
- Fink-Gremmels, J. 1992. Fleisch, Ernährung und Gesundheit. *Fleischwirtsch.* 72: 1508-1516.
- Folch, J., M. Lee, and G.H.S. Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J. Biol. Chem.* 226: 497-509.
- Forsythe, W.A., E.R. Miller, G.M. Hill, D.R. Romsos, and R.C. Simpson. 1980. Effect of dietary protein and fat source on plasma cholesterol parameters, LCAT activity and amino acid level and on tissue lipid content in growing pigs. *J. Nutr.* 110: 2467.
- Fritsche, K.L., and P.V. Johnston. 1988. Rapid autoxidation of fish oil in diets without added antioxidants. *J. Nutr.* 118: 425-426.
- Garg, M.L., E. Sebogova, A. Wierzbicki, A.B.R. Thomson and M.T. Cladinin. 1988. Differential effects of dietary linoleic acid, α -linolenic acid on lipid metabolism in rat tissues. *Lipids* 23:847-952.
- Garg, M.L., A.A. Wierzbicki, A.B.R. Thomson and M.T. Cladinin. 1989. Dietary saturated fat level alters the composition between α -linolenic acid and linoleic acid. *Lipids* 24:334-339.
- Grashorn, M.A. 1995. In pursuit of a low - fat egg. *Feed Mix.* 3(4) : 28-31.
- Gray, J.I., and A.M. Pearson. 1987. Rancidity and Warmed-Over Flavor. In: *Advances in meat research vol. 3 (Restructured meat and poultry products)*. An AVI Book, New York. 519 p.

- Grosch, W. 1970. Der oxidative Fettverderb. *Chemie in unsere Zeit*, 4 p. 121.
- Hamazaki, T., S. Sawazaki, E. Asaoka, M. Itomura, Y. Mizushima, K. Yazawa, T. Kuwamori and M. Kobayashi. 1996. Docosahexaenoic acid – rich fish oil does not affect serum lipid concentrations of normalipidemic young adults. *J. Nutr.* 126: 2784-2789.
- Hamilton, R.J. Rancidity in meat. In: *Rancidity in Foods* (2nd Ed.). Blackie Academic & Professional, London, UK. 191-201 p.
- Hertzman, C., Goeransson, L. and Ruderus, H. 1988. Influence of fishmeal, rape-seed and rape-seed meal in feed on the fatty acid composition and storage stability of porcine body fat. *Meat Sci.*, 23: 37-53.
- Huang, Z., H. Leibovitz, C.H. Lee, and R. Millar. 1990. Effect of dietary fish oil on Ω -3 fatty acid level in chicken eggs and thigh flesh. *J. Agric. Food Chem.* 38 : 743-747.
- Hulan, H.W., R.G. Ackman, W.M.N. Ratnayake and F.G. Proudfoot. 1988. Omega-3 fatty acid levels and performance of broiler chickens fed redfish meal or redfish oil. *Can. J. Anim. Sci.* 68: 533-547.
- Hulan, H.W., R.G. Ackman, W.M.N. Ratnayake and F.G. Proudfoot. 1989. Omega-3 fatty acid levels and general performance of commercial broilers fed practical levels of redfish meal. *Poult. Sci.* 68: 153-162.
- Irie, M. and M. Sakimoto. 1992. Fat characteristics of pig fed fish oil containing eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids. *J. Anim. Sci.* 70 : 470-477.
- Jakobsen, K. 1995. Possibilities of enriching meat with n-3 fatty acids. In 2nd Dummerstorf Muscle-Workshop Muscle Growth and Meat Quality. (ed. Ender, K.), Rostock, 17-19th May 1995. Germany. p. 141-148.
- Jaturasitha, S., M. Kreuzer, M. Lange and P. Kohler. 1996. Quality of subcutaneous, intermuscular and intramuscular fat tissue using elevated quantities of medium chain fatty acids in pig fattening. *Fett/Lipid*. Nr. 4. S. 149-156.
- Jeremiah, L.E., R.O. Ball, L.L. Gibson and B. Uttaro. 1996. The relationship of chemical components to flavor attributes of bacon and ham. *Food. Res. Int.*, 29(5/6) : 457-464.
- Jung, D.H., B.E. Biggs, and W.R. Moorehead. 1975. Colorimetry of serum cholesterol with use of ferric acetate uranyl acetate and ferrous sulfate/sulfuric acid reagents. *Clin. Chem.* 21: 1526-1530.

- Kinsella, J.E. 1990. Omega-3 Fatty Acids in Health and Disease. Marcel DeKKe, Inc, New York. 240 p.
- Klingenberg, I.L., D.A. Knebe and S.B. Smith. 1995. Lipid metabolism in pigs fed beef tallow or high oleic acid Sunflower oil. In: Composition of Biochemistry Part B. Composition of Biochemistry and Physiology. V. 110 B(1). p 183-192.
- Kouba, M., and J. Mouro. 1999. Effect of a high linoleic acid diet on lipogenic enzyme activities and on the composition of the lipid fraction of fat and lean tissues in the pig. *Meat Sci.* 52: 39-45.
- Larick, D.K., B.E. Turner, W.D. Schoenherr, M.T. Coffey and D.H. Pilkington. 1992. Volatile compound content and fatty acid composition of pork as influenced by linoleic acid content of the diet. *J. Anim. Sci.* 70 : 1397-1403.
- Layne, K.S., Y.K. Goh, J.A. Jumpsen, E.A. Ryan, P. Chow and M.T. Clandinin. 1996. Normal subjects consuming physiological levels of 18:3(n-3) and 20:5(n-3) from flaxseed or fish oils have characteristics difference in plasma lipid and lipoprotein fatty acid levels. *J. Nutr.* 126: 2130-2140.
- Leaf A. 1992. Health claims : Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease, *Nutrition Reviews*, 50(5) : 150-154
- Leseigneur-Meynier, A., and G. Gandomor. 1991. Lipid composition of pork muscle in relation to the metabolic type of the fibres. *Meat Sci.* 29: 229-241.
- Leskanich, C.O., K.R. Matthew, C.C. Warkup, R.C. Noble and M. Hazzledine. 1997. The effect of dietary oil containing (n-3) fatty acids on the fatty acid, physicochemical, and organoleptic characteristics of pig meat and fat. *J. Anim. Sci.* 75 : 673-683.
- Leszczynski, D.E., J. Pikul, R.A. Easter, F.K. McKeith, D.G. McLaren, J. Novakofski, P.J. Bechtel, and D.E. Jewell. 1992. Characterization of lipid in loin and bacon from finishing pigs fed full fat soybeans or tallow. *J. Anim. Sci.* 70 :2175-2181.
- Lundberg, W.O. 1962. Oxidative rancidity in food fats and its prevention. In: Autoxidation and Antioxidants. Vol. 2. Interscience Publishers, A Division of John Wiley & Sons, New York, London. 1156 p.
- Masniyom, P., T. Amornsakun, and N. Thonusin. 2000. Lipid and fatty acid content of some economic fishes in Pattani province. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 22(1): 77-81.

- Maurice, D.V. (1994) Dietary fish oils : Feeding to produce designer eggs. *Feed Management*, 45 (2) : 29-32.
- McPherson, R., and G.A. Spiller. 1996. *Handbook of Lipids in Human Nutrition*. CRC Press, Boca Raton, New York. 41 - 68 p.
- Miller, D., Jr. E.H. Gruger, K.C. Leong and Jr. G.M. Knobl. 1967. Effect of refined menhaden oils on flavor and fatty acid composition of broiler flesh. *J. Food. Sci.* 32: 342-345.
- Miller, M. F., S.D. Shackelford, K.D. Haydon. and J.O. Reagan. 1990. Determination of the alteration in fatty acid profiles, sensory characteristics and carcass traits of swine fed elevated levels of monosaturated fats in the diet. *J. Anim. Sci.* 68 : 1624-1631.
- Morrison, W.R. and L.M. Smith. 1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethyl acetals from lipids with boron fluoride-methanol. *J. Lipid Res.* 5: 600-608.
- Murray, R.K., D.K. Granner, P.A. Mayes, and V.W. Rodwell. 1996. *Harper' s Biochemistry* (24th ed.) Prectice-Hall International, Inc.
- Myer, R.O., J.W. Lamkey, W.R. Walker, J.H. Brendemuhl and G.E. Combs. 1992a. Performance and carcass characteristics of swine when fed diets containing canola oil and added copper to alter the unsaturated : saturated ratio of pork fat. *J. Anim. Sci.* 70 : 1417-1423.
- Myer, R.O., D.D. Johnson, D.A. Knauff, D.W. Gorbet, J.H. Brendemuhl and W.R. Walker. 1992b. Effect of feeding high-oleic-acid peanuts to growing-finishing swine on resulting carcass fatty acid profile and on carcass and meat quality characteristics. *J. Anim. Sci.* 70 :3734-3741.
- Nettleton, J.A. 1994. Introduction of fatty acid, In: *Omega-3 Fatty Acids and Health*. Chapman & Hall, New York. 1 – 63 p.
- Oh, S.Y., C.H.H. Lin, J.Ryue, and D.E. Bell. 1994. Eggs enriched with omaga-3 fatty acid as a wholesome food. *J. Appli. Nutr.* 46 : 14-25.
- Oslage, H.J., Petersen, U. und A. Seher (1983). Ernahrungsphysiologische Wirkung unterschiedlicher Gemische von Oel-, Linol- und Linolensaeure bei wachsenden Schweinen, 1. Mitt. : Einfluss auf Wachstum, Futterverwertung und Schlachtkoerrper - Zusammensetzung der Tiere. *Fette, Seifen, Anstrichmittel*, 85: 177-184.
- Pike, R.L. and M.L. Brown. 1984. *Nutrition Integrated Approach*, 3rd ed. John Wiley and Sons. New York. 1068p.

- Poste, L. M., C. Willemot, G. Butler, and C. Patterson. 1986. Sensory aroma cores and TBA values as indices of warmed-over flavor in pork. *J. Food. Sci.* 51: 886- 888.
- Romans, J.R., R.C. Johnson, D.M. Wulf, G.W. Libal and W.J. Costello. 1995a. Effect on ground flaxseed in swine diets on pig performance and on physical and sensory characteristics and omega-3 fatty acid content of pork. I. Dietary level of flaxseed. *J. Anim. Sci.* 73 : 1982-1986.
- Romans, J.R., R.C. Johnson, D.M. Wulf, G.W. Libal and W.J. Costello. 1995b. Effect on ground flaxseed in swine diets on pig performance and on physical and sensory characteristics and omega-3 fatty acid content of pork. II. Duration of 15% Dietary flaxseed. *J. Anim. Sci.* 73 : 1987-1999.
- Rossell, J.B. 1994. Measurement of rancidity, In: Rancidity in foods. Blackie Academic & Professional, London, UK. 22 – 53 p.
- Rustan, A.C., Christiansen, E.N. and C.A. Drevon (1992). Serum lipids, hepatic glycerolipid metabolism and peroxisomal fatty acid oxidation in rats fed ω -3 and ω -6 fatty acids. *Biochem J.*, 283 : 333-339.
- Sander, T.A.B. and M.C. Hochland. 1983. A comparison of the influence on plasma lipids and platelet function of supplements of ω 3 and ω 6 polyunsaturated fatty acids. *Br. J. Nutr.* 50:521-529.
- Sanders, K.M. 1994. Can fish oil increase the value of feed? *Feed Management.* 45(4):53-58.
- Schoen, I. 1989. Zum Cholesteringehalt im Schweinefleisch. *Ernaehrung-Umschau* 36:17-20.
- Seher, A., Assmann, G., Werner, G. und H.J. Oslage (1983). Ernährungsphysiologische Wirkung unterschiedlicher Gemische von Oel-, Linol- und Linolensäure bei wachsenden Schweinen, 1. Mitt. : Einfluss auf Depotfette und Blutlipid. *Fette, Seifen, Anstrichmittel*, 85: 215-220.
- Seiguer, I., M. Manas, E. Martinez – Victoria, M.C. Ballesta and J. Mataix. 1995. The influence of dietary fat source (Sunflower oil or olive oil) on LDL composition and serum lipid levels in miniature swine (*Sus scrofa*). *Composition of Biochemistry Part B. Composition of Molecular Biology.* V 115B (2). p 163-169.

- Sim, J., E. Nwokolo, and Z. Jiang. 1991. Modulation of plasma and tissue cholesterol and fatty acid composition by feeding flax and canola seeds and oils to rats. *Can. J. Anim. Sci.* 71: 1207-1214.
- Simopoulos, A.P. 1996. Metabolic effects of omega-3 fatty acids and essentiality. *Handbook of Lipids in Human Nutrition*. CRC Press, Boca Raton, New York. P. 56-68.
- Soler-Velasquez, M.P., J.H. Brendemuhl, L.R. McDowell, K.A. Sheppard, D.D. Johnson and , S.N. Williams. 1998. Effect of supplement vitamin E and canola oil on tissue tocopherol and liver fatty acid profile of finishing swine. *J. Anim. Sci.* 76 : 110-117.
- Specht – overholt, S., J.R. Romans, M.J. Marchello, R.S. Izard, M.G. Crew, D.M. Simon, W.J. Costello, and P.D. Evenson. 1997. Fatty acid composition of commercially manufactured omega-3 enriched pork products, hadcock and mackerel. *J. Anim. Sci.* 75: 2335-2343.
- St. John, L.C., C.R. Young, D.A. Knabe, G.T. Thomson, S.M. Grundy and S.B. Smith. 1987. Fatty acid profiles and sensory and carcass traits of tissues from steers and swine fed an elevated monounsaturated fat diet. *J. Anim. Sci.* 64 :1441-1447.
- T.C. Union Agrotech Co. 1996. Analysis of fatty acid profile of tuna oil. 289 Rachadapisek Rd. Bukkalong Thonburi, Bangkok 10160.
- T.C. Union Agrotech CO., LTD. 1997. Tuna Oil Composition. Leaflet.
- Tu, C., W.D. Powrie, and O. Fennema. 1967. Free and sterified cholesterol content of animal muscles and meat products. *J. Food Sci.* 32: 30-34.
- Tyburcy, A., J. Mroczek, A. Ziemiak und L. Jankiewicz. 1992. Zusammensetzung von Fleischerzeugnissen -2. Zur Verminderung des Gehaltes an Cholesterin und gesaettigten Fettsaeuren in Fleischerzeugnissen. *Fleischwirts.* 72:1149-1150.
- Van ockel, M.J., M.Casteels, N. Warnants, L. Van Damme, and Ch. V. Boucque. 1996. Omega-3 fatty acids in pig nutrition: Implications for the intrinsic and sensory quality of meat. *Meat Sci.* 44: 55-63.
- Voet, D. and J.G. Voet. 1990. *Biochemistry*. John Wiley & Sons, Singapore. 1223p.
- Voet, D. and Voet, J.G. 1995: *Biochemistry*. John Wiley & Sons, Singapore. 1223p.
- Voet, D. J.G Voet, and C.W. Pratt. 1999: *Biochemistry*. John Wiley & Son. Inc., New York.

- Von Lossonczy, T.O., A. Ruiter, H.C. Bronsgeest-Schoute, C.M. van Gent and R.J.J. Hermus. 1978. The effect of a fish diet on serum lipids in healthy human subject. *Am. J. Clin. Nutr.* 31 :1340-1346.
- Watanabe, T. 1982. Lipid nutrition in fish. *Comparative Biochemistry and physiology* 73 B : 3-15
Cited by S. Thongrod : The role of fat in fish feed. *Fishery J.* - : 943 - 950.
- Wood, J.D. and M. Enser. 1997. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *Br. J. Nutr.* 78 : S49-S60 (Suppl. 1)
- Wood, J.D., R.C.D. Jones, M.A. Francombe, and O.P. Whelehan. 1986. The effect of fat thickness and sex on pig meat quality with special reference to the problems associated with over leanness. 2. Laboratory and trained taste panel results. *Anim. Prod.* 43: 535-544.

การเสนอผลงาน/ตีพิมพ์

1. Jaturasitha S., Y. Wudthithumkanaporn, P. Rurksasen, P. Phongpiachan, L. Worachai and M. Kreuzer. (2000) "Effect of Tuna Oil Supplementation on Cholesterol, Triglyceride and Lipoprotein Concentrations in Gilt's Blood Plasma" Paper Presentation in "Animal Nutrition as Part of a Sustainable Agriculture" May 18th, 2000. Zurich, Switzerland p.128-131.
2. ปัทมา ฤกษ์เสน สัญชัย จตุรสีทรา ยวฉัตร วุฒิธรรมคณาพร พันทิพา พงษ์เพียจันทร์ และ บุญลือ เผือกผ่อง. 2543. การศึกษาเปรียบเทียบการเสริมน้ำมันปลาที่ระดับต่างๆ ในอาหารสุกรต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซาก. แก่นเกษตร. 28 (2) : 79-88.
3. ยวฉัตร วุฒิธรรมคณาพร สัญชัย จตุรสีทรา พันทิพา พงษ์เพียจันทร์ และ ปัทมา ฤกษ์เสน. 2543. ความเข้มข้นของโคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และไลโปโปรตีนในพลาสมา สุกรเพศเมียที่ได้รับอาหารเสริมน้ำมันปลาพุน้ำในระดับต่างๆ. รายงานผลการวิจัยในการประชุมทางวิชาการสัตวศาสตร์ภาคใต้ ครั้งที่ 1 ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ระหว่างวันที่ 17-18 สิงหาคม 2543 หน้า 19-36.
4. Jaturasitha S., Y. Wudthithumkanaporn, P. Rurksasen, P. Phongpiachan and P. Chungsirawat. (2000). The effect of tuna oil supplementation and gender on performance, carcass, meat, and fat color as well as firmness. Abst. The International Conference Tropical Agriculture Technology for better Health and Environment. November 29th – 2nd, 2000. Central Laboratory & Greenhouse Complex, Kasetsart University, Kampaeng Saen Campus, Nakorn Pathom, Thailand. O-23.
5. Jaturasitha S., P. Rurksasen, Y. Wudthithumkanaporn, S. Pinpong, W. Praharnripurab and N. Poosaran. (2000). The effect of dietary supplementation of tuna oil in finishing pig on chemical composition and oxidative status of smoked bacon. Abst. The International Conference Tropical Agriculture Technology for better Health and Environment. November 29th – 2nd, 2000. Central Laboratory & Greenhouse Complex, Kasetsart University, Kampaeng Saen Campus, Nakorn Pathom, Thailand. P-61.
6. Jaturasitha S., P. Rurksasen, Y. Wudthithumkanaporn, P. Phongpiachan, N. Poosaran, P. Chungsirawat, L. Worachai and M. Kreuzer. (2001) Effects of Different Levels of Tuna

Oil Supplementation in Finishing Pig on Nutritive Value, Oxidative Status and Sensory Evaluation of Meat. Paper Presentation in "From Excess to Deficit: Dealing with the shortage of Proteinous Feeds" May 16th, 2001. Zurich, Switzerland