ผลของการใช้เปลือกกุ้งในอาหารต่อคุณภาพซาก และระดับคอเลสเตอรอลในเนื้อสุกรขุน

อนุวงศ์ วงศ์วิเชียร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการผลิตสัตว์

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2549

ผลของการใช้เปลือกกุ้งในอาหารต่อคุณภาพซาก
และระดับคอเลสเตอรอลในเนื้อสุกรขุน

อนุวงศ์ วงศ์วิเชียร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการผลิตสัตว์
โครงการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2549

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ใบรับรองวิทยานิพนธ์
โครงการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการผลิตสัตว์

ชื่อเรื่อง

ผลของการใช้เปลือกกุ้งในอาหารต่อคุณภาพซาก
และระดับคอเลสเตอรอลในเนื้อสุกรขุน

โดย

อนุวงศ์ วงศ์วิเชียร

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา ....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์ ศิริ)
วันที่........ เดือน............. พ.ศ.........

กรรมการที่ปรึกษา ....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชัย เมฆบังวัน)
วันที่........ เดือน............. พ.ศ.........

กรรมการที่ปรึกษา ....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญสม วราเอกศิริ)
วันที่........ เดือน............. พ.ศ.........

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร ....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมปอง สรวมศิริ)
วันที่........ เดือน............. พ.ศ.........

โครงการบัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว ....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เพ็ชรประดับ)
รองประธานกรรมการโครงการบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่........ เดือน............. พ.ศ.........

ชื่อเรื่อง ผลของการใช้เปลือกกุ้งในอาหารต่อคุณภาพซากและระดับคอเลสเตอรอลในเนื้อสุกรขุน

ชื่อผู้เขียน นายอนุวงศ์ วงศ์วิเชียร

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการผลิตสัตว์

ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์ ศิริ

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใช้เปลือกกุ้งในอาหารสุกรที่มีต่อคุณภาพซากและระดับคอเลสเตอรอลในเนื้อสุกรขุน แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง คือในการทดลองที่ 1 ศึกษาคุณภาพซากของสุกรจากการใช้เปลือกกุ้งในอาหาร และ การทดลองที่ 2 วิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อของสุกร โดยใช้สุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ดูรอคx ลาร์จไวท์ xแลนด์เรซ) จำนวน 36 ตัว แยกเป็นเพศผู้ตอน 18 ตัว และ เพศเมีย 18 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 30 กิโลกรัม วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบรูณ์ (RCBD) แบ่งการทดลองออกเป็น 6 กลุ่มการทดลอง คือ ใช้เปลือกกุ้งในระดับ 0 3 4 5 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ ของสูตรอาหาร ผลการศึกษาคุณภาพซาก พบว่า ความหนาของไขมันสันหลังของสุกรที่น้ำหนัก 90 กิโลกรัม กลุ่มที่ใช้เปลือกกุ้งที่ระดับ 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ ของสูตรอาหาร มีไขมันสันหลังบางกว่ากลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และค่าความเข้มของสี lightness, redness และ yellowness ของเนื้อสันนอก พบว่า การใช้เปลือกกุ้งในสูตรอาหารทำให้ค่า lightness และ yellowness มีค่าเพิ่มขึ้นโดยที่ระดับ 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ส่วนเปอร์เซ็นต์ซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก ความยาวซาก pH แรก ตลอดจนน้ำหนักอวัยวะภายใน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ผลการวิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อสันนอก พบว่า ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อสันนอกมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มของระดับคอเลสเตอรอลในเนื้อสันนอกลดลงต่ำที่สุดเมื่อใช้เปลือกกุ้งในอาหารสุกรที่ระดับ 7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณไตรกลีเซอร์ไรด์ในเนื้อสันนอก พบว่า เปลือกกุ้งในสูตรอาหารมีผลทำให้ระดับไตรกลีเซอร์ไรด์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยกลุ่มที่ได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ ของสูตรอาหาร มีค่าไตรกลีเซอร์ไรด์ต่ำที่สุด แสดงให้เห็นว่า การใช้เปลือกกุ้งในสูตรอาหารสุกรขุนมีผลทำให้ไขมันสันหลังบางลง และลดปริมาณคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอร์ไรด์ในเนื้อได้

Title	Effects of Dietary Shrimp Shell Meal on Carcass Quality and Cholesterol Level of Finishing Pig Meat
Author	Mr.Anuwong Wongvichian
Degree of	Master of Science in Animal Production
Advisory Committee Chairperson	Associate Professor Dr.Suthut Siri

ABSTRACT

The study on effects of dietary shrimp shell meal (SSM) on the carcass quality and the cholesterol in the *longissimus dorsi* of finishing pigs consisted of 2 experiments. The first experiment studied the effects of the SSM composition on the carcass quality of finishing pigs. The second experiment studied the effect of the SSM composition on the cholesterol and triglyceride level in the *longissimus dorsi*. The 36 crossbred finishing pigs (Duroc x Large white x Landrace), 18 barrows and 18 gilts at the weight of 30 kg, were divided into 6 groups in a randomized complete block design (RCBD) and each group was given a diet with different SSM composition levels of 0, 3, 4, 5, 6 and 7 % SSM in the diets. In the first experiment, the backfat of the finishing pigs (90 Kg) fed a diets of 6 and 7 % SSM showed a low backfat thickness different ($P<0.05$) from the control group and the color levels of the *longissimus dorsi* were significantly higher ($P<0.01$) in lightness (L) and yellowness (b) in dietary SSM compared with the control group. The carcass weight, loin eye area, carcass length, the first pH and the internal organs weight of SSM diets group were not significantly different ($P>0.05$) from the control group. In the second experiment, the cholesterol level was not significantly different ($P>0.05$) but 7 % SSM in the diet tended to have the lowest cholesterol level. The triglyceride level in the *longissimus dorsi* decreased significantly ($P<0.01$) when the SSM was incorporated in the diet, and 6 % SSM in the diet showed the lowest triglyceride level. These results indicated that the addition of SSM in the diets of finishing pigs help reduce backfat as well as decrease cholesterol and triglyceride levels in meat.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเป็นรูปเล่มสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาในการให้คำปรึกษาแนะนำและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์ ศิริ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชัย เฒมบังวัน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญสม วราเอกศิริ กรรมการที่ปรึกษา ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงและขอขอบพระคุณอาจารย์เผ่าพงษ์ ปูระณะพงษ์ คุณประเสริฐ แสงเพชร และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สาขาอาหารสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ และเจ้าหน้าที่ประจำสาขาการผลิตสุกรที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ดำเนินงานทดลอง ตลอดจนเอื้อเฟื้อสนับสนุนเครื่องมืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ที่ทำงานร่วมกันทุกท่าน ที่ค่อยช่วยเหลือและให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา

เหนือสิ่งอื่นใดยิ่ง ผู้วิจัยขอกราบบูชา รำลึกถึงพระคุณบิดา มารดาที่ได้ให้การอบรมสั่งสอนให้เป็นคนดี มีความขยันหมั่นเพียร ตลอดจนให้การสนับสนุนทางด้านการเรียนและให้กำลังใจที่ดีตลอดเวลาที่ศึกษาอยู่จนสำเร็จการศึกษา

อนุวงศ์ วงศ์วิเชียร

มิถุนายน 2549

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญเรื่อง	(6)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญภาพ	(9)
สารบัญตารางภาคผนวก	(10)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	1
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ขอบเขตการวิจัย	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
การเจริญเติบโตของเนื้อแดงและเนื้อเยื่อไขมัน	4
คุณภาพซาก	5
ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพซากของสุกร	11
การเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อเป็นเนื้อสัตว์ภายหลังการฆ่า	16
เปลือกกุ้ง	20
คอเลสเตอรอล	22
บทที่ 3 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย	27
สถานที่ทำการทดลอง	27
อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	27
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	36
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	51
ข้อเสนอแนะ	51
บรรณานุกรม	52

หน้า

ภาคผนวก 53
ภาคผนวก ก ตารางภาคผนวก 54
ภาคผนวก ข ประวัติผู้วิจัย 75

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ๒๔๗๗ สำนักหอสมุด

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

1 ส่วนประกอบในสูตรอาหารสุกรทดลอง สุกรขุนระยะ 30-60 กิโลกรัม 34

2 ส่วนประกอบในสูตรอาหารสุกรทดลอง สุกรขุนระยะ 60-90 กิโลกรัม 35

3 ผลการศึกษาด้านคุณภาพซาก 41

4 ผลทางด้านคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอร์ไรด์ในเนื้อสันนอกของสุกรขุน 49

สารบัญภาพ

ภาพ | หน้า

1 การลดลงของ pHในกล้ามเนื้อหลังการฆ่า 18
2 สูตรโครงสร้างของคอเลสเตอรอล 22
3 กราฟเปอร์เซ็นต์ซากสุกรขุนที่ได้รับอาหารผสมเปลือกกุ้งที่ระดับต่าง ๆ 42
4 กราฟความหนาไขมันสันหลังของสุกรขุนที่ 60 กิโลกรัม 42
5 กราฟความหนาไขมันสันหลังของสุกรขุนที่ 90 กิโลกรัม 43
6 กราฟพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก (ตารางเซนติเมตร) ของสุกรขุน 43
7 กราฟน้ำหนักปอด (กรัม) ของสุกรขุน 44
8 กราฟน้ำหนักม้าม (กรัม) ของสุกรขุน 44
9 กราฟน้ำหนักตับ (กรัม) ของสุกรขุน 45
10 กราฟน้ำหนักไขมันช่องท้อง (กรัม) ของสุกรขุน 45
11 กราฟน้ำหนักเนื้อสันใน (กรัม) ของสุกรขุน 46
12 กราฟค่าความเข้มสีของเนื้อสันนอก (lightness) ของสุกรขุน 46
13 กราฟค่าความเข้มสีของเนื้อสันนอก (redness) ของสุกรขุน 47
14 กราฟค่าความเข้มสีของเนื้อสันนอก (yellowness) ของสุกรขุน 47
15 กราฟปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อสันนอก (มิลลิกรัม/100 กรัม) ของสุกรขุน 49
16 กราฟปริมาณไตรกลีเซอร์ไรด์ในเนื้อสันนอก (มิลลิกรัม/100 กรัม) ของสุกรขุน 50

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก หน้า

1 เปอร์เซ็นต์ซากของสุกรซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร(กิโลกรัม) และการวิเคราะห์ความแปรปรวน 59
2 ความหนาไขมันสันหลัง (เซนติเมตร) ของสุกรที่น้ำหนัก 60 กิโลกรัมซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน 60
3 ความหนาไขมันสันหลัง (เซนติเมตร) ของสุกรเพศสุกรที่น้ำหนัก 90 กิโลกรัม ซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน 61
4 แสดงพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก (เซนติเมตร) ของสุกรเพศสุกรซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน 62
5 ความยาวซาก (เซนติเมตร) ของสุกรเพศสุกรซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน 63
6 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของเนื้อสันนอกของสุกรซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระจับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน 64
7 น้ำหนักปอด (กรัม) ของสุกรซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน 65
8 น้ำหนักม้าม (กรัม) ของสุกรซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน 66
9 น้ำหนักตับ (กรัม) ของเพศสุกรซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน 67
10 น้ำหนักไขมันในช่องท้อง (กรัม) ของสุกรซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน 68
11 น้ำหนักสันใน (กรัม) ของสุกรซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน 69
12 ค่าความเข้มของสีเนื้อสันนอก (lightness, L) ของสุกรซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน 70
13 ค่าความเข้มของสีเนื้อสันนอก (redness, a) ของสุกรซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน 71

ตารางภาคผนวก หน้า

14 ค่าความเข้มของสีเนื้อสันนอก (yellowness, b) ของสุกรเพศของสุกรซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน 72
15 ปริมาณคอเลสเตอรอล (มิลลิกรัมต่อ100 กรัม) ในเนื้อสันนอกของสุกรซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน 73
16 ปริมาณไตรกลีเซอร์ไรด์ (มิลลิกรัมต่อ100 กรัม) ในเนื้อสันนอกของสุกรซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน 74

บทที่ 1
บทนำ

การเลี้ยงสุกรในประเทศไทย เป็นการเลี้ยงสุกรในเชิงเสริมรายธุรกิจและอุตสาหกรรม โดยเฉพาะสุกรขุนมีการพัฒนาการเลี้ยงไปอย่างรวดเร็วเพื่อที่จะให้ได้ผลผลิตตามความต้องการของตลาด คือสุกรมีปริมาณเนื้อแดง (ชมพู) สด ไขมันน้อยโดยเฉพาะในปัจจุบันมีการบริโภคไขมันจากสัตว์ลดลงประกอบกับเนื้อแดงมีราคาสูงขึ้น ผู้เลี้ยงจึงต้องหาแนวทางในการผลิตให้ได้คุณภาพตามความต้องการของผู้บริโภค จึงมีการนำสารกระตุ้นการเจริญเติบโตและสารเร่งเนื้อแดงเข้ามาใช้ในสุกร โดยเฉพาะสารพวกเบต้าอะโกนิสต์มาผสมอาหารใช้เลี้ยงสุกรเพื่อให้ได้เนื้อแดงมากขึ้น แต่สารนี้มีผลตกค้างในเนื้อสุกรเมื่อผู้บริโภคกินเนื้อสุกรที่มีสารนี้ปนเปื้อนอยู่ สารนี้จะเกิดการสะสมภายในร่างกายของผู้บริโภคและก่อให้เกิดโรคมะเร็งขึ้นได้ ดังนั้นจึงได้มีแนวความคิดที่จะปรับปรุงคุณภาพซากโดยวิธีอื่น ๆ ที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค เปลือกกุ้งมีคุณสมบัติช่วยลดการดูดซึมไขมัน ลดคอเรสเตอรอลได้น่าจะสามารถเข้าไปแทนสารเร่งเนื้อแดงได้เป็นอย่างดี เพราะสามารถลดคอเลสเตอรอลในเนื้อสุกรซึ่งจะทำให้ส่วนของเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงเพิ่มขึ้นและที่สำคัญไม่เกิดการตกค้างเหมือนสารเคมีเพราะสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ดังนั้นน่าจะมีการศึกษาปริมาณของเปลือกกุ้งบดที่มีผลต่อคุณภาพซากและคอเลสเตอรอลในเนื้อสุกรขุน ซึ่งเหมาะสมในการประยุกต์ใช้ ในการนำเอากากเหลือใช้ที่เกิดจากการตัดแต่งในกระบวนการผลิต เช่น เปลือกกุ้งเป็นของเหลือมาใช้ประโยชน์เป็นส่วนประกอบของอาหารสัตว์เพื่อให้ได้สุกรที่มีคุณภาพที่ดีตามความต้องการของผู้บริโภค

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้เปลือกกุ้งเป็นส่วนผสมของอาหารสุกร
2. เพื่อศึกษาคุณภาพซากสุกรเมื่อเสริมเปลือกกุ้งในอาหารผสมต่างระดับกัน
3. เพื่อศึกษาระดับคอเลสเตอรอลในเนื้อสุกรขุนเมื่อเสริมเปลือกกุ้งในอาหารผสมต่างระดับกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้เปลือกกุ้งบดผสมอาหารสุกรขุนน้ำหนัก 30-60 กิโลกรัม และ 60-90 กิโลกรัม

2. ทราบถึงความแตกต่างของคุณภาพซากเมื่อมีการเสริมเปลือกกุ้งบดในอาหาร สามารถใช้เปลือกกุ้งเพื่อลดระดับคอเลสเตอรอลในเนื้อสัตว์ ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค

3. เป็นแนวทางในการลดการใช้สารเร่งเนื้อแดงในการเลี้ยงสัตว์

4. เป็นการนำของเหลือใช้มาประยุกต์ใช้ทางการเลี้ยงสัตว์ สามารถลดปัญหามลพิษให้กับสิ่งแวดล้อมได้โดยการนำสิ่งเหลือใช้จากอุตสาหกรรมการผลิตมาใช้ให้เกิดประโยชน์

ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาถึงผลของการเสริมเปลือกกุ้งในอาหารต่อการตอบสนองของลักษณะซากในสุกรขุนที่น้ำหนัก 90 กิโลกรัม

2. ศึกษาคุณภาพซาก ความหนาของไขมันสันหลังของสุกรที่น้ำหนักตัว 60 และ 90 กิโลกรัม, พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน, ความเข้มของสีเนื้อแดง, การอุ้มน้ำของเนื้อ, ระดับค่า pH ของเนื้อสันนอก, ความยาวซาก และเปอร์เซ็นต์ซาก เมื่อได้รับเปลือกกุ้งในสูตรอาหารระดับที่ต่างกัน

3. ศึกษาระดับคอเลสเตอรอลในเนื้อสันนอกของสุกรขุน เมื่อได้รับเปลือกกุ้งในระดับที่ต่างกัน

นิยามศัพท์เฉพาะ

เปลือกกุ้งบด (shrimp shell) เป็นของเหลือใช้ที่เกิดจากการตัดแต่งในกระบวนการผลิต เช่นหัวกุ้ง เปลือกกุ้งและเศษเนื้อเป็นลำดับ นำมาลดขนาดโดยการบดให้ป่น

คุณภาพซาก (carcass quality) หมายถึงการศึกษาคุณภาพซากของสุกรขุนโดยศึกษาถึงน้ำหนักซาก ความยาวซาก ความหนาไขมันสันหลัง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกระหว่างซี่โครงที่ 10-11 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเนื้อสันนอก

คอเลสเตอรอล (cholesterol) จัดอยู่ในกลุ่มไขมัน (lipid) และที่มีลักษณะเป็นไขมันโดยคอเลสเตอรอลจะอยู่ในกลุ่มสเตอรอยด์ (steroids) มักพบคอเลสเตอรอลในเนื้อเยื่อและส่วนประกอบอื่นของร่างกายทั้งในคนและสัตว์

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

การเจริญเติบโตของเนื้อแดงและเนื้อเยื่อไขมัน

วินัย (2527) กล่าวว่า สุกรเป็นสัตว์ประเภทให้เนื้อที่สำคัญ เป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญมาก เพราะให้อาหารโปรตีนแก่มวลมนุษย์ การลงทุนระดับอุตสาหกรรมนับได้ว่าการทำฟาร์มสุกรเป็นอาชีพที่มีความสำคัญมากในแง่เศรษฐกิจเพราะสุกรเป็นสัตว์ที่เลี้ยงง่ายเจริญเติบโตเร็วประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารให้เป็นเนื้อสูง การเจริญเติบโตและการพัฒนาทางร่างกายของสุกรนั้นเกี่ยวข้องโดยตรงกับการให้อาหารสุกร สอดคล้องกับสมชัย (2532) ที่กล่าวว่า การเจริญเติบโตของสุกรหรือน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเมื่อสุกรอายุมากขึ้นเป็นผลมาจากการสะสมปริมาณเนื้อเยื่อเนื้อแดง เนื้อเยื่อไขมันและกระดูก โดยระยะแรกสุกรอายุยังน้อยร่างกายของตัวสุกรประกอบด้วยกระดูกเป็นส่วนใหญ่ ในระยะเจริญเติบโตจะมีการสะสมเนื้อเยื่อเนื้อแดงมาก การสะสมเนื้อเยื่อไขมันและกระดูกจะเกิดขึ้นจำกัดตามเกณฑ์ แต่ถ้ามีอาหารเหลือจากการสร้างสะสมเนื้อเยื่อเนื้อแดงจะเกิดการสะสมเนื้อเยื่อไขมันมากขึ้นจนถึงระยะโตเต็มที่

สมกิจ (2536) กล่าวว่า สุกรที่มีน้ำหนักตั้งแต่ 60 กิโลกรัมถึงส่งตลาด ระยะนี้สุกรจะมีการสร้างเนื้อลดลง แต่มีการสร้างหรือสะสมไขมันอย่างรวดเร็ว การให้อาหารสุกรอย่างเต็มที่จะมีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มอย่างรวดเร็ว แต่น้ำหนักตัวที่เพิ่มนั้นจะเป็นส่วนของไขมันมากทำให้ซากมีไขมันมาก ประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง ปัจจัยด้านอาหารนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะสำหรับสุกรสายพันธุ์ที่โตเร็วและให้คุณภาพซากดี มีเนื้อแดงมากทั้งนี้เนื่องจากอาหารสัตว์มีบทบาทเป็นอย่างมากต่อคุณลักษณะ หากอาหารใช้เลี้ยงสุกรไม่ถูกต้องก็จะมีผลกระทบกับทุกลักษณะ ซึ่งจะส่งผลเสียทำให้สุกรมีการเจริญเติบโตช้าใช้อาหารมากในการเพิ่มน้ำหนัก เนื้อแดงน้อย ไขมันมาก สุกรป่วยง่าย ต้องใช้ยาและสารเคมีมากในการเลี้ยง อายุการใช้งานของสัตว์ลดลง สุดท้ายต้นทุนการเลี้ยงสุกรแพงขึ้นและเนื้อสุกรที่ผลิตได้อาจไม่ถูกสุขอนามัยและไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ดังนั้นให้อาหารสุกรที่มีคุณภาพดีจึงถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการเลี้ยงสุกรให้ประสบผลสำเร็จและเป็นปัจจัยจำเป็นอย่างยิ่งในการผลิตสุกรให้ถูกอนามัย

การศึกษาของ สมชัย (2532) รายงานว่า การเจริญเติบโตของสุกร โดยทั่วไปมีลักษณะเป็นรูปตัวเอส (S-shaped) หรือ growth curve กล่าวคือในระยะแรกเมื่อสุกรอายุน้อยการเจริญเติบโตเกิดขึ้นได้ช้าน้ำหนักตัวที่เพิ่มต่อวันมีค่าต่ำ จนเมื่อสุกรมีน้ำหนักตัวประมาณ 30 กิโลกรัม สุกรจะมีอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวต่อวันสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงระยะโตเต็มที่ (mature) เมื่อสุกรมีน้ำหนักประมาณ 100 กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตจึงเริ่มลดลง ซึ่งการเจริญเติบโตของสุกรหรือน้ำหนัก

ตัวที่เพิ่มขึ้น เมื่อสุกรอายุมากขึ้นเป็นผลมาจากการสะสมปริมาณเนื้อแดง เนื้อเยื่อไขมันและกระดูก ระยะแรกเมื่อสุกรยังมีอายุน้อย ร่างกายจะประกอบด้วยกระดูกเป็นส่วนใหญ่ ในระยะเจริญเติบโต จะมีการสะสมเนื้อแดงมาก การสะสมเนื้อเยื่อไขมันและกระดูกจะเกิดขึ้นจำกัดตามเกณฑ์จนถึง ระยะโตเต็มที่ การสะสมเนื้อแดงจะลดต่ำลง อาหารที่กินเข้าไปจะถูกนำไปสะสมเป็นไขมันมากขึ้น

สุทัศน์ (2540) รายงานว่า สุกรน้ำหนักตัว 30-60 กิโลกรัม เป็นช่วงที่มีการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อเกิดขึ้นสูงที่สุด สำหรับประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรจะสูงในช่วงที่ยังเล็กอยู่ เพราะสุกรมีขนาดน้ำหนักน้อย ปริมาณการกินอาหารยังไม่มากแต่อัตราการเพิ่มน้ำหนักจะมาก โดยสุกรที่โตแล้วแม้ว่าจะมีอัตราเพิ่มน้ำหนักสูงกว่า ปริมาณการกินอาหารก็จะเพิ่มตามขนาดน้ำหนักตัวจึงทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง

คุณภาพซาก (carcass quality)

ในการผลิตสุกรเพื่อการค้า นอกจากจะให้ความสำคัญในด้านประสิทธิภาพการผลิตแล้วนั้น สิ่งหนึ่งที่ผู้ผลิตต่างก็ให้ความสำคัญไม่น้อยไปกว่ากันคือ คุณภาพซากของสุกรอันเป็นผลมาจากภายหลังการฆ่าแล้ว ซึ่งหลายฝ่ายมักเข้าใจว่าคุณภาพซากเป็นเรื่องปริมาณเนื้อแดงและ ไขมันเป็นหลัก ซึ่งผู้เลี้ยงเองต้องการผลิตสุกรให้มีเนื้อแดงมาก ไขมันน้อย จึงมีการปรับปรุงและจัดการด้านการผลิตเรื่อยมาเช่น การคัดเลือกสายพันธุ์ ระบบการให้อาหาร การเสริมสารอาหารบางอย่าง (feed additives) เป็นต้น ซึ่งให้ผลดีในระดับหนึ่ง

คุณภาพซากหมายถึง ลักษณะร่วมกันทั้งคุณสมบัติทางกายภาพ ซึ่งได้แก่สี ลักษณะของเนื้อแดงและไขมันที่แห้ง แข็ง ไม่นุ่มเยิ้ม หรือหมายถึง ความละเอียดของโครงสร้างเส้นใยกล้ามเนื้อ และคุณภาพทางเคมีได้แก่ เปอร์เซ็นต์ของโปรตีน ไขมัน ความชื้น และวิตามินต่าง ๆ ที่ได้จากเนื้อ ซึ่งมีผลต่อผู้บริโภคในการยอมรับสูงสุด (สัญชัย, 2534) โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพซาก แบ่งเป็นปัจจัยภายในตัวสัตว์ เช่น พันธุ์ เพศ น้ำหนัก และอายุ ส่วนปัจจัยภายนอกตัวสัตว์เช่น สิ่งแวดล้อม อุณหภูมิและอาหาร เป็นต้น รวมทั้งปัจจัยในด้านน้ำหนักที่เข้าฆ่าก็มีผลต่อคุณภาพซากสุกรเช่นกัน เห็นได้จากการศึกษาของ จุฑารัตน์ (2528) ที่รายงานว่า น้ำหนักและอายุของสุกรมีความสัมพันธ์โดยตรงกับคุณภาพซากคือ สุกรที่มีน้ำหนักตัวน้อย มีปริมาณเนื้อสูง ไขมันต่ำ เมื่อคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก หรือการคิดค้นหาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพดี เพื่อเปลี่ยนเป็นเนื้อและสะสมในร่างกายสัตว์ หรือแม้กระทั่งการพัฒนารูปแบบในการจัดการภายในฟาร์มให้ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม การพัฒนาดังกล่าวยังไม่เป็นที่พอใจ ส่งผลให้มีผู้ที่พยายามเอาสารเร่งเนื้อแดงมาผสมอาหารสัตว์ในการเลี้ยงสุกร สารเร่งการสร้างเนื้อแดงมีชื่อสามัญที่เรียกในหมู่เกษตรกรว่า เลนดอล เป็นสารเบต้าอะโกนิสต์ (β-agonist) โดยสารในกลุ่มนี้ได้แก่ Cimaterol,

Clenbuterol, Ractopamine และ Salbutamol กลไกการทำงานของสารกลุ่มนี้จะคล้ายกับการทำงานของสารในกลุ่ม Cathecolamine, Adrenaline และ Noradrenaline สามารถกระตุ้นการสลายกรดไขมันอิสระออกจากเนื้อเยื่อไขมัน และเพิ่มการสังเคราะห์และสะสมโปรตีนในซากสุกรให้สูงขึ้น (พันทิพา, 2541) สารนี้ โดยทั่วไปใช้ในการรักษาผู้ป่วยที่เป็นโรคหอบหืด โดยจะช่วยขยายหลอดเลือด แต่เมื่อนำมาใช้ในส่วนผสมในสูตรอาหารสุกรทำให้สุกรมีความเครียดสูงขึ้น มีการเผาผลาญพลังงานสูงขึ้น และเร่งการสังเคราะห์และสะสมโปรตีน ทำให้มีปริมาณเนื้อแดงเพิ่มสูงขึ้น

ในการพิจารณาว่าซากดี คุณภาพดีหรือไม่นั้น จุฑารัตน์ (2532) กล่าวว่า ต้องคำนึงถึงคุณสมบัติที่สำคัญ ดังนี้

1. สัดส่วนของปริมาณกล้ามเนื้อและไขมันในซาก ซากที่มีคุณภาพดีจะต้องมีอัตราส่วนของกล้ามเนื้อต่อไขมันสูง หรือมีปริมาณเนื้อแดงในซากสูงโดยสอดคล้องกับ ชัยณรงค์ (2546) ที่กล่าวว่า การมีเนื้อแดงมากไขมันน้อยเป็นหลักสำคัญที่สุดของซากสุกรที่พึงประสงค์

2. คุณภาพของเนื้อ คุณภาพเนื้อสุกรเพื่อให้การผลิตสุกรขุนครบวงจรควบคู่ไปกับสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพ ซึ่งผู้บริโภคต่างมีความพิถีพิถันในการบริโภคมากขึ้น ฉะนั้นในการผลิตสัตว์นั้นไม่ว่าจะเป็นด้านการผลิต การให้อาหาร การคัดเลือกพันธุ์ จนกระทั่งการฆ่าสัตว์จะต้องใช้ความสำคัญกันทุกขบวนการเพื่อให้ได้เนื้อสุกรที่มีคุณภาพ สะอาด ปลอดภัย และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั้งตามต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อการพิจารณาซากรวมทั้งการเก็บรักษาเนื้อ

2.1 สีของเนื้อ (color) สีของเนื้อขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ อายุ เพศ ลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อ ปริมาณรงควัตถุ ไมโอโกบิน (myoglobin pigments) ในเนื้อ การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในกล้ามเนื้อภายหลังการฆ่า เช่น เนื้อโคมีสีแดงสดใส เนื้อสุกรควรมีสีชมพูอมแดง เนื้อไก่ควรมีสีออกขาวอมชมพูอ่อนเป็นต้น

สัญชัย (2534) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงกลไกทางเคมีโดยการสูญเสียหรือรับเอา Electron จะเกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงของสี และกล้ามเนื้อมัดใดทำงานหนักจำเป็นต้องใช้ Oxygen สูง จึงมีสีเข้มกว่ากล้ามเนื้อที่ทำงานน้อย หรือเป็นโครงร่าง นอกจากนี้พันธุ์ของสัตว์จะให้สีแตกต่างกันไป สีของเนื้อโคจะแดงกว่าสีของเนื้อสุกร แพะ และแกะ อายุก็เป็นตัวบ่งบอกถึงกล้ามเนื้อได้ สัตว์ที่มีอายุน้อยจะมีปริมาณ myoglobin ต่ำกว่าสัตว์ที่มีอายุมากกว่า เพศก็บ่งบอกถึงสีของกล้ามเนื้อได้เช่นกัน สัตว์เพศผู้มี myoglobin สูงกว่าเพศเมีย

Ellis et al. (1996) รายงานว่าน้ำหนักเข้าฆ่ามีผลต่อคุณภาพเนื้อเช่นกัน เห็นได้จากสีเนื้อที่เข้มข้น ความเหนียวที่มากขึ้น ปริมาณเม็ดสีในเนื้อ (myoglobin) และขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใหญ่ขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Cisneros et al. (1994) พบว่า การเพิ่มน้ำหนักที่เข้าฆ่าจะมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญต่อความนุ่มและการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า สัตว์ที่ไม่ตอนนั้นจะ

คงลักษณะของความเหนียว และสีคล้ำของเนื้อ ซึ่งไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค จึงเป็นไปได้ว่าความนุ่มที่ลดลง เมื่อสุกรเข้าฆ่าที่น้ำหนักสูง เนื่องจากอัตราการเจริญเติบโตที่ลดลง การสร้างเนื้อแดงที่ค่อนข้างต่ำ จึงมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ (proteolytic enzyme) ภายหลังการฆ่าและปริมาณคอลลาเจน (collagen) ในกล้ามเนื้อ ทำให้เนื้อเหนียวขึ้น (Kempster and Warkop, 1991)

2.2 ไขมันแทรกระหว่างเส้นใยของกล้ามเนื้อ (marbling) เนื้อที่มีคุณภาพดีควรมีไขมันกระจายในเนื้ออย่างสม่ำเสมอ ไขมันที่กระจายอยู่ในเนื้อเกิดจากการสะสมของไขมันที่พอกพูนแทรกอยู่ในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นใน (perimysium) ที่ห่อหุ้มระหว่างมัดกล้ามเนื้อแต่ละมัด ปริมาณไขมันที่กระจายในเนื้อจะไม่สูงเกินไป (cover cook) ขณะที่อุณหภูมิภายนอกสูงหรือเมื่อนำเนื้อมาบดและทำให้สุกจะไม่หดตัวมาก มีรสชาติและความชุ่มฉ่ำดี Monin et al. (1999) รายงานว่าสุกรที่ฆ่าเมื่อมีน้ำหนัก 127 กิโลกรัมจะไม่มีความแตกต่างกันต่อความเป็นกรดเป็นด่างภายหลังการฆ่า (pH) (45 นาทีภายหลังฆ่า) เมื่อเทียบกับสุกรที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 101 กิโลกรัม เนื่องจากจะมีความยาวของ sarcomeres มากกว่า และมีความชื้นน้อยกว่ากลุ่มที่ฆ่าน้ำหนักเบา (101 กิโลกรัม) แต่ในลักษณะด้านอื่น ไม่พบความแตกต่างระหว่างน้ำหนักที่เข้าฆ่า สอดคล้องกับ Sutton et al. (1997)และ Leach et al. (1996) ที่พบว่า ปริมาณไขมันแทรกในเนื้อ (intramuscular fat) จะเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักที่เข้าฆ่า โดยทำการศึกษาในสุกรที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 110 ถึง 140 กิโลกรัม

Candex et al. (1998) เสนอแนะว่า การเพิ่มน้ำหนักฆ่าจะเป็นการปรับปรุงคุณภาพเนื้อเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทั้งในด้านสีเนื้อและปริมาณไขมันแทรกในเนื้อ (intramuscular fat) ซึ่งมีผลต่อลักษณะเนื้อและความรู้สึกในการยอมรับ (sensory evaluation) รวมทั้งจะมีโอกาสในการเกิดเนื้อซีดเหลว และแฉะ (pale soft exudative, PSE) เนื่องจากเป็นการเพิ่มกิจกรรมของสุกร (activity) และการหลั่งฮอร์โมนจากต่อมอะดรีนอล คอร์เทกซ์ (adrenal cortex) มากขึ้น ทำให้สุกรเกิดความเครียดได้ง่าย ส่งผลต่อคุณภาพเนื้อ สอดคล้องกับ Sather et al. (1991) รายงานถึง การยอมรับคุณภาพเนื้อที่มีไขมันแทรกประมาณ 10 กรัมต่อกิโลกรัม ต่อน้ำหนักแห้ง โดยทั่วไปสุกรจะมีไขมันแทรกอยู่ระหว่าง 7.6-7.9 กรัมต่อกิโลกรัม แต่ในด้านคุณค่าทางโภชนะ (nutritive values) จะสัมพันธ์กับการเพิ่มเปอร์เซ็นต์โปรตีนและไขมันแต่เปอร์เซ็นต์ความชื้นจะลดลง เมื่อน้ำหนักฆ่าเพิ่มขึ้น (Beattie et al., 1999)

2.3 ความนุ่มของเนื้อ (tenderness) หรือ ความเหนียว (toughness) ความนุ่มของเนื้อเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อความน่ารับประทาน (palatability) เนื้อสัตว์ที่มีความนุ่มดีย่อมเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค เนื้อสัตว์จะนุ่มหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ พันธุ์สัตว์ อายุ ชนิดของกล้ามเนื้อหรือเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ปริมาณไขมันที่แทรกอยู่ในกล้ามเนื้อ สอดคล้องกับ Ellis and Horsfield (1988) พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการประเมินคุณค่าการบริโภคทั้ง อายุ ระดับ

ความเป็นหนุ่มเป็นสาว สายพันธุ์ น้ำหนักที่ส่งฆ่า คุณค่าทางโภชนะ และคุณภาพบริโภค เนื้อสุกรล้วนมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคทั้งสิ้น ซึ่ง Ramaswami et al. (1933) ได้ศึกษาการประเมินคุณภาพของสุกรเพศผู้ตอนเข้าฆ่าที่น้ำหนักต่างกัน พบว่า ด้านการบริโภคเนื้อสุกรที่น้ำหนักฆ่า 80 100 และ 120 กิโลกรัม จะดีกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงเป็นไปได้ว่าผู้บริโภคยอมรับเนื้อสุกรที่ได้จากกลุ่มที่ฆ่าน้ำหนักน้อย

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในกล้ามเนื้อภายหลังการฆ่า เอนไซม์พวกที่ย่อยโปรตีน (proteolytic enzyme) จะทำให้โปรตีนอ่อนตัวลง ซึ่งการอ่อนตัวของกล้ามเนื้อทำให้เนื้อเกิดความนุ่ม (tenderness) ขึ้น ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายหลังจากเนื้อพ้นระยะการหด – เกร็งตัวไปแล้ว โดยทำการแขวนซากไว้ที่อุณหภูมิ 3 – 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 7 –14 วัน ซึ่งระยะเวลานี้เรียกว่าช่วงการบ่มเนื้อ (aging หรือ ripening) เยาวลักษณ์ (2536) กล่าวว่า เอ็นไซม์ที่สำคัญต่อการทำให้เนื้อสัตว์ในช่วงนี้มีความนุ่มคือ เอนไซม์คาเทปซิน (cathepsin) ซึ่งเป็นเอ็นไซม์ที่มีอยู่ในกล้ามเนื้อรั่วไหลออกมาจากระบบเก็บกักภายในเส้นใย กล้ามเนื้อในส่วนของไลโซโซม (lysosome) และทำการย่อยสลายโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันร่วมไปกับการทำปฏิกิริยาในระดับ ซาร์โคเมียร์ ทำให้โปรตีนแตกตัวเป็นเปปไทด์ (peptide) และสารแอคโตไมโอซินคลายตัวออกจากกันเป็นโปรตีนแอคตินและโปรตีนไมโอซินบางส่วนมีผลทำให้เนื้อนุ่มขึ้น

2.4 กลิ่น (odor) และรสชาติ (tastes) เนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพดีต้องไม่มีกลิ่นผิดปกติ กลิ่นเป็นปัจจัยสำคัญของรสชาติ เนื้อสัตว์ มีกลิ่นบางเบามากและรสชาติออกไปทางเค็ม ๆ เกิดขึ้นจากน้ำ และส่วนของเลือดที่มีอยู่ในเนื้อ รสชาติที่แท้จริงของเนื้อสัตว์ที่มนุษย์รู้จักนั้นจะปรากฏออกมาเมื่อนำเนื้อนั้นไปทำให้สุก ทั้งนี้เพราะความร้อนจะเป็นตัวทำให้สารประเภทให้กลิ่นบางอย่างระเหยออกมา และกลิ่นนี้เองเป็นตัวกระตุ้นต่อมรับรสให้เกิดความรู้สึกอยากรับประทานขึ้นมา เนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพดีต้องไม่มีกลิ่นผิดปกติในเนื้อ ได้แก่ กลิ่นของเพศ กลิ่นอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์ เช่น การใช้ปลาป่นที่มีไขมันในระดับสูงกลิ่นอาซีโตน ที่เกิดปฏิกิริยาการทำลายของไขมันสะสมในร่างกายที่มากเกินไป และกลิ่นที่เนื้อดูดกลิ่นมาจากสภาวะแวดล้อมภายนอก

Nold et al. (1997) พบว่า การยอมรับเนื้อสุกรเพศผู้ของผู้บริโภคที่มีผลเนื่องจากกลิ่นที่ต่างกันไป ซึ่งแปรผันไปตามความรู้สึก ตลอดจนสิ่งแวดล้อม ระบบการผลิต และความชำนาญในเรื่องการรับรู้สารของแต่ละคนซึ่ง Bonneau et al. (1992) ประเมินในด้านคุณสมบัติการดูดซึมเป็นการยอมรับโดยประสาทสัมผัสแห่งการรับรู้ เช่น มอง ดมกลิ่น ชิม และความรู้สึก เป็นต้น ความสำคัญของคุณสมบัติด้านนี้ คือ ลักษณะที่ปรากฏ ได้แก่ สี รูปร่าง ปริมาณไขมันแทรก รสชาติ ความชุ่มฉ่ำ และความนุ่ม เป็นต้น ส่วนกลิ่นนั้นเป็นผลมาจากการรวมตัวของสารประกอบมากมาย ซึ่งคุณสมบัติเรื่องกลิ่นนี้มักนิยมในรูปของการยอมรับเนื้อสัตว์

2.5 ความชุ่มฉ่ำของเนื้อหรือความชุ่มน้ำ (juiciness) ความชุ่มน้ำของสัตว์จัดได้ว่าเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความน่ารับประทานของเนื้อ โดยที่ความชุ่มน้ำจะเป็นความรู้สึกที่ประสาทสัมผัสภายในปากได้รับจากการที่ของเหลวถูกบีบและกดดันออกมาจากก้อนเนื้อที่กำลังบดอยู่ในปาก ส่วนของเหลวที่ออกมาเป็นซีรั่ม (serum) และไขมันจะไปทำให้เกิดการเร่งเร้าให้ขับน้ำลายไหล (salivation) เนื้อสัตว์ที่มีอายุน้อยจะทำให้ความรู้สึกที่มีความชุ่มน้ำสูงกว่าเนื้อสัตว์ที่มีอายุมาก แต่ถ้าเนื้อสัตว์ที่มีอายุมากมีไขมันแทรกสูงก็จะทำให้ความชุ่มชื้นของเนื้อเพิ่มขึ้นได้

2.6 ความแน่นของเนื้อ (firmness) ความแน่นของเนื้อมีความสำคัญต่อการตัด การหั่น การวางจำหน่ายที่ตลาด ตลอดจนการนำไปแปรรูป ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความหนาแน่นของเนื้อได้แก่ สภาวะการหดตัว – เกร็งตัวของกล้ามเนื้อ (rigor mortis) ไขมันแทรก (marbling fat) เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ขนาดของมัดกล้ามเนื้อ ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ อายุของสัตว์และชนิดของสัตว์ สอดคล้องกับ Barton – Gade et al. (1987) ที่กล่าวว่า สุกรเพศผู้ตอนและสุกรสาวจะประกอบไปด้วยสัดส่วนของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวเป็นส่วนใหญ่ จึงส่งผลให้ความแน่นของไขมันสันหลัง (firmness) ลดลง เนื่องจากปริมาณไขมันที่อิ่มตัวน้อยทำให้ไขมันเหลว ซึ่งเป็นปัญหาต่อผู้บริโภค และมีโอกาสที่จะเกิดการหืน (rancidity) ได้ง่ายกว่า รวมทั้งในการใช้เป็นส่วนประกอบการทำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเนื้อสุกรเพศผู้ และ สัญชัย (2543) พบว่า ไขมันที่สกัดมาจากเนื้อเยื่อไขมันสุกรเพศผู้ตอนโดยเปรียบเทียบที่น้ำหนักซากเท่ากัน และปริมาณกรด linoleic สูง รวมทั้งมีอัตราส่วนของ monoene : saturated สูงกว่านอกจากนี้สุกรเพศผู้ยังมีปริมาณไขมันอิสระในรูปวัตถุแห้งในไขมันสันหลังสูง แต่ไม่มีความแตกต่างต่อคุณภาพโดยรวมต่อคุณภาพไขมัน ส่วนความแน่น (firmness) จะเห็นได้ว่า ไขมันสุกรเพศผู้จะมีความหนาแน่นกว่าสุกรเพศผู้ตอน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาโดยรวมสุกรเพศผู้มีคุณภาพไขมันด้อยกว่าสุกรเพศผู้ตอนเนื่องจากมีเนื้อมากกว่า

2.7 ลักษณะเนื้อและขนาดของเส้นใย (texture and fiber size) ลักษณะเนื้อเป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดของเส้นใยในเนื้อเนื่องจากสัตว์ที่มีอายุมากจะมีลักษณะหยาบ (coarseness) ซึ่งถ้านำมัดกล้ามเนื้อมาตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์จะเห็นว่าเนื้อที่มีลักษณะหยาบอาจเกิดจากการเพิ่มขนาดของเส้นใย ปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน การหด เกร็งของกล้ามเนื้อ เนื้อที่มีคุณภาพดีควรมีลักษณะเนื้อละเอียด (fine)

2.8 ความสามารถของการอุ้มน้ำ (water holding capacity) เนื้อในสภาพปกติจะมี pH ประมาณ 6.8–7.0 ซึ่งในสภาพเช่นนี้โมเลกุลของโปรตีนในเนื้อจะมีความเป็นประจุ (ขั้วบวก หรือ ขั้วลบ) สูง เนื่องจากมีกลุ่มของ caboryl, amino, carbonyl, hydroxyl, sulhydryl, imidazole อยู่ภายใน ซึ่งกลุ่มเหล่านี้จะจับน้ำที่อยู่ในเซลล์ของเนื้อไว้ด้วยแรงดึงดูดไฮโดรเจน (hydrogen

bond) ทำให้เนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง และน้ำไม่ซึมไหลออกจากเนื้อ เมื่อเซลล์ถูกตัด หั่น หรือ บด

การเปลี่ยนแปลงของเนื้อ ภายหลังจากสัตว์ตายโดยเกิดจากกรดแลคติกขึ้นในขบวนการไกลโคไลซิส มีผลโดยตรงต่อการลดกลุ่มต่าง ๆ ที่อยู่ในโมเลกุลของโปรตีน ทำให้การจับน้ำที่มีอยู่ในเซลล์ของเนื้อลดลง นอกจากนี้ยังทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพตามธรรมชาติ (denature) และสูญเสียความสามารถในการละลาย (solubility) ของโปรตีนด้วย เป็นผลให้เนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำแตกต่างกันไป พบว่าในเนื้อที่มีคุณภาพปกติ (normal meat) ประมาณหนึ่งในสามของการสูญเสียความสามารถในการอุ้มน้ำ เป็นผลมาจากการลดค่าต่ำลงของ pH ในเนื้อ ส่วนที่เหลือเป็นผลมาจากการเกิดการหด – เกร็งของกล้ามเนื้อ ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อจะมีค่าไม่เท่ากัน

Shuler et al. (1983) ศึกษาคุณภาพเนื้อสุกรเพศผู้ตอนฆ่าเมื่อน้ำหนัก 45.5 68.2 90.9 และ 113.6 กิโลกรัม ตามลำดับ พบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเนื่องจากการปรุงอาหาร (cooking loss) และค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ของเนื้อ ไม่ได้รับผลเนื่องจากน้ำหนักเข้าฆ่าที่เพิ่มขึ้น (P>0.05) ส่วนเปอร์เซ็นต์ไขมันที่สกัดได้ (ether extract) และค่าการสูญเสียภายหลังการแช่แข็ง (thawing loss) จะมีความแตกต่างในกลุ่มที่เข้าฆ่า 45.5 และ 68.2 กิโลกรัม มากกว่าเข้าฆ่า 90.9 และ 113.6 กิโลกรัม ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของ Stant et al. (1968) พบว่าเมื่อค่าไขมันที่สกัดได้เพิ่มขึ้นจะทำให้ความชื้นลดลง ตามน้ำหนักฆ่าที่มากขึ้น และอาจเป็นไปได้ที่ความชื้นลดลง มีผลให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย เนื่องจากการแช่จะลดลง สำหรับคุณภาพด้านอื่น ๆ ทั้งความแน่นของไขมัน (firmness) ค่าแรงตัดผ่านเนื้อและสีของเนื้อ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำในด้านอื่นนั้น Kuhn et al. (1997) ศึกษาในสุกรที่ฆ่าเมื่อน้ำหนัก 100 120 140 และ 160 กิโลกรัม ตามลำดับ พบว่า น้ำหนักฆ่าที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลต่อการสูญเสียน้ำเนื่องจากการย่างมากขึ้น ซึ่งจะมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับน้ำหนักฆ่าที่เพิ่มขึ้น รวมทั้งการศึกษาของ Pour et al. (1976) รายงานว่า ค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการย่าง (grilling loss) มีความสัมพันธ์ในทางลบกับค่า pH หลังฆ่า คือ เมื่อ pH ลดลง จะมีการสูญเสียน้ำมากขึ้น เนื่องจาก pH ที่ลดลงจะส่งผลต่อค่าความสามารถในการอุ้มน้ำที่ต่ำลง จึงมีการสูญเสียน้ำที่เพิ่มขึ้น

3. คุณภาพของไขมัน (fat quality) คุณภาพของไขมัน ได้แก่ สี ความแน่น และกลิ่น ไขมันที่มีคุณภาพดี จะต้องไม่มีสีที่ผิดปกติ ถ้าเป็นไขมันสุกรจะต้องมีสีขาว เช่นเดียวกับรายงานของ สัญชัย (2543) ที่กล่าวว่า คุณภาพไขมันส่วนใหญ่จะกล่าวถึงเนื้อเยื่อไขมันในซากสัตว์ที่สามารถมองเห็นได้ โครงสร้างและคุณภาพความแข็งแรงที่ดี นอกจากนี้ไขมันจะต้องไม่เหลวทำให้

เสียคุณสมบัติที่ดีเกี่ยวกับการเก็บรักษาและการทำผลิตภัณฑ์ ไขมันที่มีลักษณะค่อนข้างเหลว เนื่องจากมีพวกไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) สูงและทำให้เหม็นหืนได้ง่าย ไขมันจัดเป็นสารประกอบของเนื้อสัตว์ที่จะขาดไม่ได้ เพราะไขมันจะทำให้เนื้อขณะปรุงไม่แห้ง และยังทำให้เกิดกลิ่นที่ชวนให้น่ารับประทานเป็นอย่างยิ่ง จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดความน่ากิน ความพึงพอใจโดยรวม เนื่องจากการตรวจชิมในขณะเดียวกันก็บ่งบอกถึงอายุการเก็บรักษาของเนื้อ (shelf life) และผลิตภัณฑ์โดยพิจารณาจากโอกาสที่เกิดการหืนขึ้น (rancidity) เนื่องจากสุกรมีเนื้อแดงมากเกินไป โดยเฉพาะสายพันธุ์สุกรที่ให้เนื้อแดงมาก ไขมันน้อย ทำให้ไขมันเหลวและการแยกตัวของไขมันจากเนื้อแดง ส่งผลต่อความเข้มข้นของกรดไขมันอิ่มตัวมีปริมาณสูงขึ้นซึ่งมีโอกาสเกิดการเหม็นของไขมัน Ellis et al. (1996) ทำการศึกษาการประเมินความแน่นของไขมันสุกรที่น้ำหนักฆ่า 80 100 และ 120 กิโลกรัม ตามลำดับ พบว่าเมื่อน้ำหนักฆ่าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความแน่นของไขมันเพิ่มขึ้น ดังนั้น ทั้งอายุหรือน้ำหนักเข้าฆ่า จึงอาจนำมาพิจารณาประยุกต์ใช้เมื่อประสบปัญหาด้านคุณภาพไขมันในซากสุกรชำแหละ เช่นเดียวกับ Wiseman and Agunbiade (1998) ศึกษาผลของอาหารไขมันต่อส่วนประกอบของซาก และระดับกรดไขมันในซากสุกรที่เข้าฆ่าเมื่อน้ำหนัก 67.5 80 และ 92.5 กิโลกรัม ตามลำดับ พบว่า สัดส่วนของกรดไขมันในซากและกล้ามเนื้อ จะมีแนวโน้มที่จะเป็นพวกกรดไขมันอิ่มตัวมากกว่า สอดคล้องกับ Nicholl and Price (1987) ทำการศึกษาคุณภาพไขมันที่ได้จากสุกรเพศผู้ตอนเข้าฆ่าที่น้ำหนัก 110 120 130 และ 140 กิโลกรัม ตามลำดับ จะพบว่า ในกลุ่มสุกรเพศผู้ที่น้ำหนักต่ำกว่า 140 กิโลกรัม จะมีปริมาณไขมัน และระดับกรดไขมันอิ่มตัวต่ำกว่ากลุ่มที่ฆ่าน้ำหนักสูง ส่วนด้านคะแนนของกลิ่นจะลดลง เมื่อน้ำหนักฆ่าเพิ่มขึ้น จึงอาจเป็นไปได้ว่า การนำสุกรเพศผู้เข้าฆ่าเมื่อน้ำหนักตัวเท่ากับ 100–110 กิโลกรัม น่าจะเป็นที่ยอมรับต่อผู้บริโภคมากกว่า เทียบเท่ากับคุณภาพไขมันของสุกรเพศผู้ตอนที่น้ำหนักฆ่าเดียวกัน

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพซากของสุกร

วินัย (2527) กล่าวว่า การเลี้ยงสุกรให้มีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีแล้ว จะต้องได้สุกรที่มีคุณภาพซากที่ดีด้วย คือได้มาตรฐานสูงทั้งในแง่คุณภาพ (quality) และปริมาณ (quantity หรือ yield grade) ซึ่งเหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจและความต้องการของตลาดคุณภาพของซาก ต้องเป็นสุกรพันธุ์ดี เลี้ยงด้วยอาหารดีมีคุณภาพดี และสุกรต้องมีสุขภาพดี สอดคล้องกับ สัญชัย (2534) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพซากแบ่งเป็นปัจจัยภายในตัวสัตว์เอง เช่น พันธุ์ เพศ น้ำหนัก และอายุ ส่วนปัจจัยภายนอกสัตว์ เช่น สภาพแวดล้อม อุณหภูมิ และอาหาร เป็นต้น รวมทั้งปัจจัยในด้านน้ำหนักที่เข้าฆ่าก็มีผลต่อคุณภาพซากสุกร เช่นเดียวกับ จุฑารัตน์ (2528) กล่าวว่า ปัจจัยทางด้านการผลิตที่พบว่ามีส่วนสำคัญอย่างมากต่อ

คุณภาพเนื้อและไขมันสามารถที่จะแบ่งออกเป็นหัวข้อตามลำดับขั้นตอนของการผลิตเนื้อที่พร้อมจะถึงมือผู้บริโภค ได้ดังนี้

พันธุ์หรือสายพันธุ์

พันธุ์สัตว์คือ ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อเป็นอย่างมาก พบว่า ปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอิทธิพลทางพันธุกรรมเป็นอยางมาก สุกรสายพันธุ์ที่มีการสะสมกล้ามเนื้อสูง เช่น พันธุ์ลาร์จไวท์ แลนด์เรซ และ เพียเทียนจะมีปริมาณไขมันสะสมน้อยกว่าพันธุ์ดูร็อคหรือแฮมเชียร์ทั้งหมดนี้รวมไปถึงลักษณะโครงสร้างร่างกายที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม เช่น เดียวกับ อุทัย (2546) กล่าวว่า พันธุ์สุกรที่ใช้ควรเป็นสายพันธุ์ที่มีการสะสมเนื้อแดงมาก มีไขมันขาว ซึ่งเป็นปัจจัยที่ได้มีการปฏิบัติในการเลี้ยงสุกรเป็นพื้นฐานทุกระดับทั้งรายเล็ก กลาง และใหญ่ มักจะใช้สุกรพันธุ์จากยุโรป เช่น เดนมาร์ก ไอร์แลนด์ ฟินแลนด์ ซึ่งจะเน้นการปรับปรุงพันธุ์ให้ซากมีคุณภาพดี เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงสูง การเลี้ยงสุกรในปัจจุบันเป็นสายพันธุ์ที่มีสมรรถนะสูง ต้องการอาหารที่มีคุณภาพดี และการเลี้ยงดูที่ดี สุกรมีความเครียดน้อย จึงจะทำให้สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากตามสายพันธุ์

เพศ

ความแตกต่างระหว่างเพศ พบว่ามีผลต่อส่วนประกอบภายในซากโดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณไขมัน ซากของสัตว์เพศผู้พบว่าจะมีปริมาณเนื้อแดงสูง ทั้งนี้เนื่องมาจากฮอร์โมนที่ผลิตโดยอัณฑะในสัตว์ตัวผู้ คือ androgen ซึ่งจะเป็นตัวกระตุ้นการสะสมของโปรตีนในร่างกายซึ่งในสัตว์เพศเมียไม่มี ส่วนสุกรเพศผู้ที่ไม่ตอนพบว่ากลิ่นที่เกิดจากฮอร์โมนเพศผู้ของมันจะมีผลทำให้เกิดกลิ่นที่ผิดปกติในเนื้อ (sexual odor) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องตอนสุกรตัวผู้เพื่อกำจัดการสร้างฮอร์โมนตัวนี้ ซึ่งพบว่าทำให้การสะสมไขมันในซากสูงขึ้น ซากสุกรเพศผู้ตอนมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่าซากสุกรเพศเมียที่มีขนาดน้ำหนักเท่ากัน

อาหาร

อุทัย (2546) กล่าวว่า ปัจจัยด้านอาหารนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะสำหรับสุกรสายพันธุ์ที่โตเร็วและทำให้คุณภาพซากดี มีเนื้อแดงมากทั้งนี้เนื่องจากอาหารสัตว์มีบทบาทต่อคุณลักษณะต่อไปนี้ของสุกรและเกี่ยวข้องโดยตรงต่อต้นทุนการผลิตสุกร คือ อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร คุณภาพซาก โดย จุฑารัตน์ (2528) กล่าวว่า สัดส่วนของปริมาณกล้ามเนื้อและกล้ามเนื้อต่อไขมันสูง หรือมีปริมาณเนื้อแดงในซากสูง ปริมาณเนื้อแดงและไขมัน โดยจะต้องมีสมรรถภาพการสืบพันธุ์ การให้ลูก สมรรถภาพของการคลอด สุขภาพและภูมิต้านทานโรคของสัตว์ และอายุการใช้งานของสัตว์

สมชัย (2532) กล่าวว่า การให้อาหารเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพไขมัน การให้อาหารสุกรแบบจำกัดจะมีผลทำให้เกิดลักษณะไขมันเหลว ทั้งนี้เพราะปริมาณไขมันสะสมลดน้อยลง ทางด้านอาหารของสุกร ทั้งปริมาณของไขมันที่เป็นส่วนประกอบของอาหารและชนิดของกรดไขมันในไขมันซาก ทั้งนี้เพราะร่างกายสุกรสามารถนำไขมันในอาหารไปใช้ได้โดยตรง หากไขมันในอาหารเป็นไขมันที่ได้จากพืช ซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว (โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดไขมันลิโนเลอิค) เป็นส่วนใหญ่จะมีผลทำให้ไขมันซากสุกรเหลว เช่นเดียวกับ วินัย (2527) รายงานว่า การให้อาหารสุกรขุนอย่างจำกัด จะทำให้สุกรมีการเจริญเติบโตต่ำกว่าสุกรที่กินอาหารอย่างเต็มที่หรือมากกว่า แต่ปริมาณเนื้อแดง (คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักซาก) ของสุกรที่ได้รับอาหารจำกัดจะมากกว่าสุกรที่กินอาหารอย่างเต็มที่และยังมีความหนาของมันสันหลังบางกว่า อย่างไรก็ตาม Candek et al. (1998) ศึกษาผลของการเพิ่มอายุและน้ำหนักเข้าฆ่าที่ 100 และ 300 กิโลกรัม ภายใต้สภาวะการจำกัดอาหาร 30 เปอร์เซ็นต์ ผลที่ตามมาก็คือ การเติบโตที่ต่ำลง แต่มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าเล็กน้อย ขณะที่การให้อาหารแบบเต็มที่ สุกรที่เข้าฆ่าน้ำหนัก 130 กิโลกรัม จะมีการเจริญเติบโตและการใช้อาหารต่ำกว่า แต่จะมีการสะสมไขมันเพิ่มขึ้น การจำกัดอาหารนั้นจะมีผลเพียงเล็กน้อยต่อน้ำหนักที่เข้าฆ่า แต่จะเป็นการลดอัตราการเพิ่มน้ำหนัก และการเพิ่มระยะเวลาในการเลี้ยง ส่งผลต่อต้นทุนการผลิตตามมา สอดคล้องกับ จุฑารัตน์ (2528) กล่าวว่า การจำกัดอาหารจะทำให้คุณภาพซากดีขึ้นเนื่องจากการลดปริมาณพลังงานที่สัตว์ได้รับจากอาหาร จะมีผลทำให้การสร้างไขมันลดลงในอัตราสูงกว่าการสร้างโปรตีนในร่างกาย วิธีการนี้จะพบว่า ได้ผลดีกับสุกรพันธุ์มัน หรือ สุกรพันธุ์ที่ไม่มีคุณสมบัติดีเลิศทางการให้เนื้อ แต่สุกรพันธุ์ที่ให้เนื้อมาก เช่น Landrace และ Pietrain พบว่า วิธีการจำกัดปริมาณอาหารไม่ช่วยในการปรับปรุงซากให้ดีขึ้น สัตว์ที่ได้รับอาหารที่มีโภชนะไม่สมดุลกับความต้องการของร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งได้รับโปรตีนจากอาหารไม่เพียงพอ จะมีผลทำให้การสะสมของโปรตีนในกล้ามเนื้อลดลง และจะเกิดการสร้างเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมากขึ้น

อิทธิพลที่มีผลอย่างมากต่อคุณภาพเนื้อและไขมันในซาก คือ วัตถุดิบที่ผสมในอาหารสุกร เช่น พบว่าการใช้ปลาป่นที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูง จะทำให้เนื้อมีกลิ่นเหมือนน้ำมันตับปลา หรือการใช้รำละเอียดหรือข้าวโพด ผสมลงในสูตรอาหารมากจะมีผลทำให้ไขมันในซากสุกรค่อนข้างเหลว ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ไม่ดีของไขมัน สอดคล้องกับ จุฑารัตน์ (2532) กล่าวว่า กลิ่นคาวปลา (fishy meat) ในเนื้อสุกรเกิดขึ้นเนื่องจากในสูตรอาหารมีส่วนผสมของปลาป่นที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมันไม่อิ่มตัวสูง ดังจะเห็นได้จากรายงานของ สมชัย (2532) สนับสนุนว่า เมื่อสุกรมีน้ำหนักมากขึ้นจะเกิดการสะสมไขมันที่มีอัตราส่วนของกรดไขมันอิ่มตัวหรือกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงขึ้น ไขมันจับตัว

กันแน่นยิ่งขึ้น สัดส่วนของปริมาณน้ำและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันลดลง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ล้วนมีผลทำให้ไขมันแน่น (firmness)

การปนเปื้อนและสารตกค้างในเนื้อสัตว์ จุฑารัตน์ (2528) ได้กล่าวว่าเกิดจากสาเหตุดังนี้

1. การปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ เชื้อจุลินทรีย์ที่สำคัญที่ตกปนเปื้อนอยู่ในเนื้อสัตว์ ได้แก่ ซัลโมเนลลา ซึ่งเชื้อนี้อาจติดมากับสภาพแวดล้อมในคอก และที่สำคัญส่วนใหญ่จะติดมากับอาหารสัตว์ โดยเฉพาะกับวัตถุดิบพวกปลาป่น ซึ่งสอดคล้องกับ อุทัย (2546) รายงานว่า ปลาป่นคุณภาพต่ำ ปลาเหม็นเน่า เพราะจะมีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาสูงจะทำให้สุกรมีอาการท้องเสียขี้ไหล ประสิทธิภาพการใช้อาหารด้อยลง ส่วนข้าวโพดคุณภาพต่ำมีราขึ้น เพราะข้าวโพดดังกล่าวจะมีสารพิษเชื้อรา โดยเฉพาะสารพิษอะฟลาทอกซิน ซึ่งจะมีผลทำให้สุกรมีการเติบโตลดลง ประสิทธิภาพการใช้อาหารด้อยลง ซากคุณภาพไม่ดีและทำให้สุกรมีการสร้างภูมิต้านทานโรคต่ำลง สุกรป่วยง่ายต้องใช้ยาปฏิชีวนะ และสารเคมีในการเลี้ยงมากขึ้น

2. สารตกค้าง ซึ่งมีอยู่หลายอย่าง คือ

2.1 ยาปฏิชีวนะและยารักษาโรค สารตกค้างที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์ซึ่งเกิดจากการใช้ยารักษาหรือใช้สารปฏิชีวนะที่อยู่ในรูปของสารเร่งการเจริญเติบโต การใช้ในระดับเกินความจำเป็นมีผลให้เกิดการสะสมขึ้นในเนื้อสัตว์ การใช้ยาดังกล่าวควรต้องมีกำหนดระยะเวลางดใช้ยาและปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด ทั้งนี้ อุทัย (2546) มีรายงานว่าการเลี้ยงสุกรในปัจจุบันต้องมีการใช้ยา และสารเคมีต่าง ๆ ในการเลี้ยงสุกรเพิ่มขึ้น ซึ่งนอกจากจะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ยังมีผลทำให้เกิดการตกค้างของยาปฏิชีวนะและสารเคมีในเนื้อสุกร ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

2.2 สารเสริมในอาหาร อุทัย (2546) กล่าวว่า ปัจจุบันมีสารเสริมอาหารหลายชนิด ได้แก่ กรดอินทรีย์ โปรไบโอติค น้ำย่อยสังเคราะห์ รวมทั้งสารดูดซับสารพิษที่ใช้ผสมอาหารสุกรและมีผลทำให้สุกรมีการย่อยอาหาร การใช้ประโยชน์อาหารรวมทั้งมีสุขภาพดีขึ้นทำให้ลดการใช้ยาและสารเคมีในการเลี้ยงสุกรได้ ซึ่งสารเสริมแต่ละชนิดจะมีกลไกในการทำงานต่างๆ กัน ดังนี้

กรดอินทรีย์ ได้แก่ กรดซิตริค กรดแลคติค กรดฟูมาริค และกรดมาลิค ซึ่งกรดเหล่านี้จะมีผลทำให้กรดในทางเดินอาหารสูงขึ้น นอกจากนี้ความเป็นกรดในระบบทางเดินอาหารจะไปยับยั้งการเจริญเติบโตจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคในทางเดินอาหาร ซึ่งช่วยทำให้สัตว์มีสุขภาพดีขึ้นด้วย

โปรไบโอติค เป็นจุลินทรีย์กลุ่มเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น แบคทีเรีย กลุ่มแลคโตบาซิลลัส (Lactobacillus spp.) และกลุ่มจุลินทรีย์ประเภทยีสต์ เป็นต้น ซึ่งจุลินทรีย์ที่ผสมในอาหารของสุกร และจะช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์กลุ่มที่เป็นเชื้อโรค และทำให้สัตว์มีสุขภาพดีขึ้น

น้ำย่อยสังเคราะห์ ได้แก่ น้ำย่อยโปรตีน น้ำย่อยแป้ง น้ำย่อยไขมันและน้ำย่อยโพลี่แซคคาไรด์ที่ไม่ใช่แป้ง ซึ่งน้ำย่อยเหล่านี้จะเสริมกับน้ำย่อยธรรมชาติที่มีในระบบทางเดินอาหาร ทำให้

อาหารดูดย่อยและใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น อาหารคงเหลือในระบบทางเดินอาหารน้อยลง เป็นการจำกัดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ประเภทเชื้อโรคไปในตัว และทำให้สัตว์มีสุขภาพดีขึ้น

สารดูดซับสารพิษในอาหาร ได้แก่ สารพวกอลูมิโนซิลิเกต เช่น สารซีโอไลท์ เบนโทไนท์ เพอไลท์ ฯลฯ ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดซับสารพิษในอาหาร เช่น สารพิษอะฟลาทอกซิน จากเชื้อราให้ติดกับโมเลกุลของสารดูดซับเหล่านี้และขับถ่ายออกนอกร่างกายทางอุจจาระ ร่างกายไม่ได้รับผลกระทบจากสารพิษในอาหาร ทำให้สุกรไม่เครียดและทำให้ร่างกายสามารถสร้างภูมิต้านทานโรคได้เต็มที่ มีสุขภาพแข็งแรง และสามารถลดการใช้ยา และสารเคมีในการเลี้ยงลงได้ การใช้วัตถุดิบอาหารที่มีโอกาสปนเปื้อนด้วยสารพิษ เช่น ข้าวโพดคุณภาพต่ำจึงควรมีการเสริมสารดูดซับสารพิษลงไปจะช่วยทำให้สัตว์มีสุขภาพดีขึ้น

2.3 สารเร่งการเจริญเติบโต เป็นผลมาจากความสำคัญในเรื่องปริมาณการสะสมไขมันในสุกรเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เพื่อผลตอบแทนสารเร่งการสร้างเนื้อแดง สารที่เป็นที่รู้จักกันแพร่หลายคือ เบต้าอะโกนิสต์ และพอร์ซิน โซมาโตโทรฟีนซึ่งในหลายประเทศได้ห้ามการใช้สารดังกล่าว ทั้งนี้เนื่องจากคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยในการบริโภคและสนับสนุนให้มีการเลี้ยงสัตว์อย่างมีมนุษยธรรม เช่นเดียวกับ อุทัย (2546) รายงานว่า การพัฒนาสารเร่งเนื้อแดงเพื่อช่วยให้สุกรมีคุณภาพซากดีขึ้น (มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงมากขึ้น) ซึ่งสารเร่งเนื้อแดงดังกล่าว ก็สามารถตกค้างในเนื้อสุกรและเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ซึ่งพัฒนาการดังกล่าวขัดแย้งกับกระแสความนิยมของผู้บริโภคเนื้อสุกรที่ต้องการเนื้อสุกรที่มีสุขอนามัยปลอดภัยต่อการบริโภค จุฑารัตน์ (2538) กล่าวว่า สารในกลุ่มนี้เริ่มมาตั้งแต่ปี 1989 ภายหลังกลุ่มประชาคมยุโรปได้มีกฎหมายห้ามใช้ฮอร์โมนหรือสารคล้ายฮอร์โมน เพื่อใช้ในการเลี้ยงสัตว์โดยอ้างการนำสารเบต้าอะโกนิสต์มาใช้เพื่อการรักษาไม่ได้ใช้ในรูปของสารเติมในอาหาร ซึ่งการใช้สารดังกล่าว พบว่าให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงขึ้นอย่างน่าพอใจ

การดูแลจัดการ

อุทัย (2546) กล่าวว่า การเลี้ยงสุกรเพื่อการผลิตอาหารปลอดภัยแก่ผู้บริโภคในการเลี้ยงจะต้องประกอบด้วยปัจจัยพื้นฐานดังนี้

1. สายพันธุ์สัตว์มีการสะสมเนื้อแดงมากมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงสูง
2. ตัวสัตว์ได้รับอาหารคุณภาพดี โภชนะต่าง ๆ ครบตามความต้องการในแต่ละวัน
3. ตัวสัตว์อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความเครียดน้อยหรือไม่เครียด
4. มีการควบคุมและป้องกันโรคอย่างดีพอ ซึ่งสภาพดังกล่าว ตัวสัตว์จะมีการเติบโต และการสะสมเนื้อแดงเต็มที่ ในขณะเดียวกันตัวสัตว์จะมีการสร้างภูมิต้านทานโรคโดยธรรมชาติในร่างกาย เพื่อต่อสู้กับเชื้อโรคชนิดต่าง ๆ ที่มีในร่างกายและในสภาพแวดล้อม ทำให้สัตว์มีความ

แข็งแรง ทนทานต่อการเกิดโรคได้เป็นอย่างดี และไม่จำเป็นต้องใช้ยาปฏิชีวนะหรือสารเคมีในการเลี้ยงไม่ว่าสุกรนั้นจะเลี้ยงในสภาพโรงเรือนอย่างใด ซึ่งโรงเรือนแต่ละชนิดต้องมีการจัดการเลี้ยงสุกรแตกต่างกันเพื่อให้สุกรได้รับความเครียดจากสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด แต่ถ้าในการเลี้ยงสุกรสุกรไม่ได้รับปัจจัยที่เป็นพื้นฐานดังกล่าวข้างต้นครบทุกปัจจัย หรือขาดปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งก็จะทำให้มีคุณภาพซากด้อยลงและสารเคมีในการเลี้ยง จะทำให้การจัดการสุกรไม่ถูกสุขอนามัย สุกรที่เลี้ยงอาจไม่เป็นอาหารปลอดภัยตามความต้องการของผู้บริโภค ผู้เลี้ยงจึงจำเป็นต้องทำความเข้าใจในปัจจัยจำเป็นแต่ละอย่างในการเลี้ยงสุกรเป็นอย่างดี จึงจะสามารถผลิตสุกรถูกสุขอนามัย ปลอดภัยแก่ผู้บริโภคได้ จุฑารัตน์ (2528) กล่าวว่า นอกจากการเลี้ยงสุกรให้ได้ผลดีแล้วยังต้องมีการจัดการด้านมูลสัตว์ มีการถ่ายเทมูลสม่ำเสมออย่าให้มีการหมักหมมมาก เพราะว่าในมูลสัตว์จะมีเชื้อโรคที่เป็นสาเหตุทำให้คุณภาพของเนื้อด้อยลง เนื่องจากการติดเชื้อจากมูลคือเชื้อ Salmonella เชื้อโรคดังกล่าวจะติดอยู่กับมูลสัตว์ และติดไปกับขนของสัตว์หรือบริเวณผิวหนังของสัตว์ ความสกปรกดังกล่าวจะเป็นสิ่งทำให้ต้องเพิ่มความระมัดระวังมากขึ้นในขบวนการฆ่าสัตว์ เพราะถ้าโรงฆ่าสัตว์ไม่หมั่นตรวจสอบความสกปรกภายในห้องฆ่า เครื่องไม้เครื่องมือในการฆ่า จะทำให้ซากที่ได้จากโรงฆ่าสัตว์แห่งนี้มีเชื้อโรคสูง

การเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อเป็นเนื้อสัตว์ภายหลังการฆ่า

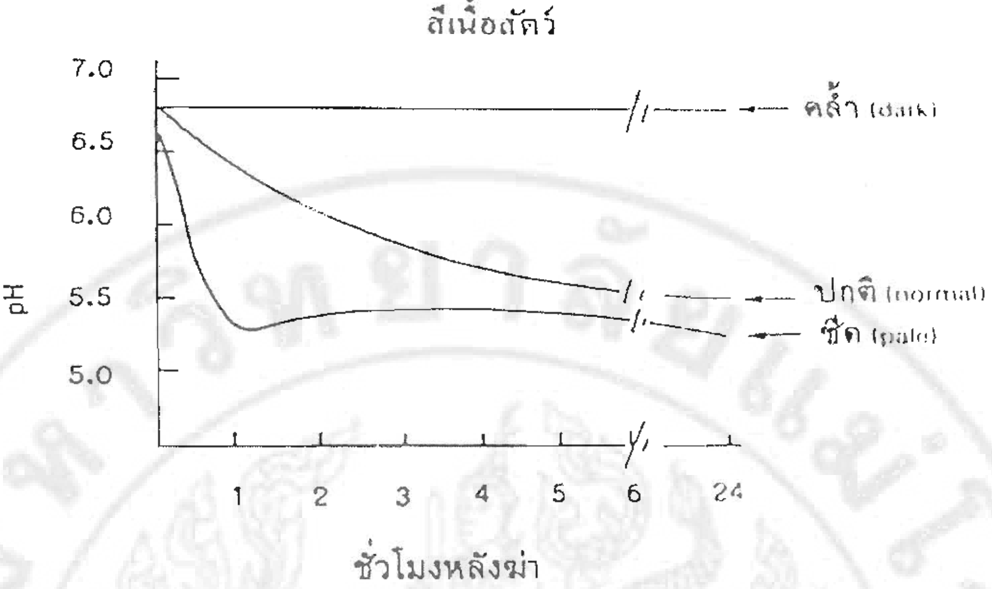
จุฑารัตน์ (2528) และ เยาวลักษณ์ (2536) ได้กล่าวสอดคล้องกันถึงการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อสัตว์ภายหลังการฆ่าว่า สัตว์ที่ถูกฆ่าเพื่อนำมาใช้สำหรับบริโภค กล้ามเนื้อในร่างกายสัตว์จะมีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เกิดขึ้นภายหลังการฆ่า ซึ่งการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นนี้ เป็นปรากฏการทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นทำให้สภาพของกล้ามเนื้อเปลี่ยนไปโดยมีปฏิกิริยาทางเคมี และสภาวะทางสรีระวิทยาต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้กล้ามเนื้อมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อเพื่อการบริโภคของมนุษย์ในที่สุด คณะกรรมการกลุ่มผลิต (2535) ได้มีการค้นคว้าและวิจัยเนื้อสัตว์ไม่สม่ำเสมอ จึงพบว่ามีรากฐานหลายประการที่สืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นหลังการฆ่า ทั้งนี้ก็เพราะหลังจากที่สัตว์ถูกฆ่าแล้ว กล้ามเนื้อไม่ได้หยุดการทำงานอย่างทันทีทันใด จะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางเคมีและฟิสิกส์ เกิดขึ้นต่ออีกเป็นเวลาหลายชั่วโมงหรือหลายวัน

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อสัตว์ภายหลังการฆ่า เยาวลักษณ์ (2536) ได้กล่าวไว้ว่า มีอยู่ 3 ประการ ดังนี้

1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือ ค่า พี-เอช (pH) ของกล้ามเนื้อ หลังจากการที่สัตว์ถูกฆ่าตายจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางเคมีและทางกายภาพ ลักษณะเนื้อสัตว์หลังการตายจะมีลักษณะนุ่ม อุณหภูมิประมาณ 38.5 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 7.4 หลังการเปลี่ยนแปลง

ต่าง ๆ เพื่อที่กล้ามเนื้อจะกลายเป็นเนื้อสัตว์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ ๆ โดยการลดของ pH หลังจากที่สัตว์ถูกทำให้หมดความรู้สึกแล้วจะมีการปล่อยให้เลือดไหลออกจากซากสัตว์ให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ทั้งนี้เพราะถ้ามีเลือดค้างอยู่ในกล้ามเนื้อ และอวัยวะต่าง ๆ ในปริมาณมากจะทำให้เนื้อสัตว์เสียได้ง่ายเพราะเลือดเป็นอาหารที่ดีที่สุดของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสีย และนอกจากนั้นเลือดที่ค้างอยู่ในปริมาณมากเกินไปยังทำให้เนื้อสัตว์มีลักษณะไม่ชวนบริโภค เมื่อสัตว์ยังมีชีวิตอยู่เลือดมีหน้าที่นำสารอาหารที่จำเป็นและออกซิเจนมาส่งให้กล้ามเนื้อและอวัยวะภายในพร้อมทั้งรับของเสียต่าง ๆ เช่น กรดแลคติก (lactic acid) กลับออกไป ปกติในกล้ามเนื้อสัตว์ที่ยังมีชีวิตอยู่ กรดแลคติกซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายจากกระบวนการไกลโคไลซิส (glycolysis) จะถูกนำไปยังตับเพื่อสังเคราะห์เป็นกลูโคส (glucose) และไกลโคเจน (glycogen) สำหรับใช้เป็นพลังงานของกล้ามเนื้อ แต่เมื่อไม่มีการหมุนเวียนของโลหิตหลังฆ่า กรดแลคติกจะไม่ถูกนำออกไปจากกล้ามเนื้อ และจะเกิดการสะสมอันเป็นเหตุให้ pH ของกล้ามเนื้อลดต่ำลง ถ้าการลดของ pH ที่เกิดขึ้นเป็นแบบปกติจะเป็นการลดจาก pH ตั้งต้นประมาณ 7.0 ไปเป็น 5.6-5.7 ในเวลา 6-8 ชั่วโมง และจากนั้นจะลดลงต่อไปถึง pH สุดท้ายตามปกติคือ 5.3-5.4 ภายใน 24 ชั่วโมงหลังการฆ่า

การลดแบบไม่ปกติเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ คือ อย่างแรกลดลงเพียง 0.2-0.3 หน่วย pH ระหว่างชั่วโมงแรกหลังการฆ่าหยุดที่ pH สุดท้ายประมาณ 6.5-6.8 จะเป็นเนื้อที่มีสีคล้ำ ผิวนอกแห้ง เพราะน้ำซึ่งมีอยู่ในเนื้อเยื่อตามธรรมชาติจะยึดติดแน่นอยู่กับโมเลกุลของโปรตีน การลดของ pH แบบไม่ปกติอีกลักษณะหนึ่งเป็นแบบซึ่ง pH สุดท้ายของกล้ามเนื้อจะประมาณ 5.3-5.5 (ภาพที่ 1) ในกรณีนี้เนื้อที่ได้จะมีสีค่อนข้างซีด ผิวนอกมีลักษณะเปียกและถ้าเป็นชิ้นเนื้อที่ pH อยู่ข้างต่ำมาก ๆ จะมีน้ำหยดจากผิวเนื้อ เนื่องจากโปรตีนในโมเลกุลมีความสามารถจับน้ำในระดับต่ำมาก



ภาพ 1 การลดลงของ pH ในกล้ามเนื้อหลังการฆ่า
ที่มา: คณะกรรมการกลุ่มผลิต (2535)

2. การแข็งและเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ ภายหลังการฆ่ากล้ามเนื้อจะเกิดการแข็งและเกร็งตัว (rigor mortis) ขึ้น เซลล์กล้ามเนื้อจะหดสั้นเข้ามา ทำให้กล้ามเนื้อสูญเสียความยืดหยุ่น (elasticity) และความโปร่งตา (transparency) เนื้อสัตว์จะขุ่นมัว (dull) เนื่องจากไม่มีการหักเหของแสงและข้อต่าง ๆ ในโครงกระดูกจะยึดแน่นไม่เคลื่อนไหว ปรากฏการณ์เช่นนี้จะเกิดขึ้นและกินเวลาประมาณ 1-24 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของร่างกายสัตว์ภายหลังการฆ่า เช่น ซากสุกรมีช่วงเวลาหดเกร็งตัวประมาณ 10 ชั่วโมง การแข็งและเกร็งตัวของกล้ามเนื้อเกิดขึ้น เนื่องจากหน่วยพื้นฐานที่ย่อยที่สุดของกล้ามเนื้อที่เรียกว่า ซาร์โคเมียร์ (sarcomere) เกิดการหดตัวในสภาพที่สัตว์มีชีวิตอยู่ ซาร์โคเมียร์มีบทบาทสำคัญต่อการหดตัว (contraction) และการคลายตัวหรือยืดตัว (relaxation) ของกล้ามเนื้อ ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่ I-band, A-band และ H-zone ในซาร์โคเมียร์ การเคลื่อนไหวนี้ทำให้แท่งแอคติน และแท่งไมโอซินเคลื่อนย้ายเข้าออกผ่านกันและกัน มีส่วนสำคัญต่อความเหนียวของเนื้อสัตว์ กล่าวคือ ส่วนใหญ่ของซาร์โคเมียร์ในเส้นใยฝอยอยู่ในสภาพหดตัว เนื้อจะมีความเหนียว แต่ทางตรงกันข้ามถ้าอยู่ในสภาพยืดตัวเนื้อจะนุ่มน่ารับประทาน

3. การย่อยสลายตัวเองของกล้ามเนื้อ เส้นใยกล้ามเนื้อขณะมีชีวิตนั้น จะมีสารย่อยโปรตีนได้ชนิดหนึ่งเก็บไว้ภายในไลโซโซมเรียกว่า cathepsin เมื่อสัตว์ตายค่า pH ของกล้ามเนื้อจะลดต่ำลง จึงทำให้สารย่อยเหล่านี้ถูกปลดปล่อยออกมาภายนอกเส้นใยได้ ดังนั้นจึงเริ่มย่อยสลายโปรตีน

เนื้อเยื่อเกี่ยวพันของเส้นใยกล้ามเนื้อได้เป็นบางส่วน และนี่คือสาเหตุที่ต้องผ่านขบวนการแช่เย็นนาน (aging) โดย เยาวลักษณ์ (2536) กล่าวว่า เมื่อทิ้งซากสัตว์ไว้ในห้องเย็นหลังจากที่ผ่านภาวะแข็งเกร็งตัวของกล้ามเนื้อแล้ว เนื้อสัตว์จะมีลักษณะอ่อนนุ่มลงโดยปกตินิยมบ่มเนื้อสัตว์ไว้ในห้องเย็นอีกช่วงระยะหนึ่งจะทำให้เนื้อสัตว์นุ่มมากขึ้น รสชาติตลอดจนความชุ่มน้ำหลังการเตรียมเพื่อบริโภคจะดีขึ้น การที่เนื้อนุ่มขึ้นหลังการบ่ม เนื่องจากแรงที่ทำให้เกิดการเชื่อมต่อระหว่างฟิลาเม้นท์แต่ละเส้นภายในมัดกล้ามเนื้ออ่อนกำลังลงจากการสลายตัวของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันคอลลาเจน แล้วระหว่างการบ่มยังมีการย่อยสลายโปรตีนเส้นใยกล้ามเนื้อบางส่วนโดยเอ็นไซม์ที่ย่อยสลายโปรตีนได้ เช่น เอ็นไซม์คาร์ เธปซิน (cathepsin) ที่มีอยู่ในกล้ามเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของกล้ามเนื้อหลังฆ่า

สุจิตรา (2536) กล่าวไว้ดังนี้

1. สี (color) กล้ามเนื้อในขณะสัตว์ยังมีชีวิตนั้น จะมีออกซิเจนเพียงพอ จึงทำให้มีสีแดงสด แต่เมื่อออกซิเจนขาดนั้นสีก็จะแดงคล้ำหรือออกม่วง ในกล้ามเนื้อของสัตว์ที่ตายแล้วนั้นออกซิเจนหมดไป ดังนั้นกล้ามเนื้อจึงมีสีแดงคล้ำ ๆ หรือออกม่วง แต่เมื่อเราใช้มีดตัดจะทำให้ผิวตัดของเนื้อได้รับออกซิเจนจึงค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงมาเป็นสีแดงสด ทั้งนี้เพราะไมโอโกลบินเกิดการออกซิเจนเนท (oxygenated) กับออกซิเจนในบรรยากาศรอบ ๆ แต่ถ้ากล้ามเนื้อมีการทำให้เปลี่ยนลักษณะ (denature) อย่างหนักมาแล้ว เช่นในกรณีที่ pH ลดต่ำลงอย่างรวดเร็วใน 1 ชั่วโมง หลังการฆ่านั้นเนื้อจะมีสีซีดมากกว่า (PSE)

2. ความแน่น (firmness) กล้ามเนื้อของสัตว์ขณะมีชีวิตอยู่นั้น จะมีลักษณะที่ค่อนข้างแน่นและสามารถคงรูปร่างที่แน่นอนได้ตลอดเวลา แต่เมื่อสัตว์ตายไปแล้วและกล้ามเนื้อกำลังเกิดการแข็งตัวนั้น (rigor mortis) ลักษณะจะเปลี่ยนไปเป็นแน่นและแข็งทื่อจนเมื่อเวลาผ่านไปก็จะเกิดการย่อยสลายของสารย่อย และเกิดการเสียสภาพของโปรตีน กล้ามเนื้อจะเริ่มอ่อนกำลัง แต่ถ้าเป็นกรณีที่โปรตีนเกิดการเสียสภาพลักษณะอย่างรุนแรงมากกล้ามเนื้อจะเริ่มอ่อนตัวจนเข้าลักษณะเหลว เยาวลักษณ์ (2536) ได้เสริมว่า ขนาดของมัดกล้ามเนื้อและความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ การวัดค่าความแน่นของเนื้อสามารถกระทำได้ โดยการใช้สายตาคาดคะเนจากความชำนาญ หรือเพื่อให้ได้ค่าที่แน่นอนควรใช้เครื่องมือที่เรียกว่า penetrometer วัด

3. ความสามารถในการจับน้ำ ในกล้ามเนื้อจะมีน้ำอยู่ประมาณ 65-80 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักกล้ามเนื้อทั้งหมด น้ำเหล่านี้ส่วนใหญ่จะถูกจับไว้ภายในเส้นใยกล้ามเนื้อโดยเฉพาะตัวที่อยู่กับโปรตีน ถ้าหากโปรตีนเหล่านี้ไม่เสียสภาพ ก็จะจับน้ำไว้ได้เกือบทั้งหมด แต่ในกรณีที่เกิดการเสียสภาพ อณูน้ำเหล่านี้จะถูกปลดปล่อยออกมาได้ ดังนั้น เมื่อ pH ของเนื้อลดต่ำลงอย่างรวดเร็วใน

1 ชั่วโมง หลังฆ่าก็จะทำให้น้ำไหลซึมออกนอกกล้ามเนื้อ และความสามารถในการจับตัวก็จะถูกจับไว้โดยโปรตีนส่วนใหญ่

เปลือกกุ้ง (shrimp meal)

ประจวบ (2534) ได้กล่าวไว้ว่า เป็นผลิตผลที่ได้จากกุ้ง ซึ่งปัจจุบันเป็นอุตสาหกรรมที่มีการขยายตัวมากขึ้นทั้งในการผลิต และการแปรรูป โดยเฉพาะการผลิตกุ้งกุลาดำ ซึ่งเป็นสัตว์ที่นิยมเลี้ยงเพื่อการค้ามากที่สุด สามารถส่งออกผลิตภัณฑ์กุ้งแช่เยือกแข็งปริมาณ 150,146 ตัน คิดเป็นมูลค่าถึง 58,343.325 ล้านบาท ซึ่งจะเห็นได้ว่ากุ้งเป็นสินค้าที่นำรายได้มาสู่ประเทศ เป็นผลทำให้อุตสาหกรรมกุ้งได้รับความนิยมอย่างสูงจนถึงปัจจุบัน แม้ว่าจะสร้างรายได้ให้แก่ผู้ประกอบการแต่ปัญหาของเศษเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์ คือ เปลือกกุ้งมีประมาณ 42--50 เปอร์เซ็นต์ของตัวกุ้ง ซึ่งอาจเป็นมลพิษถ้านำไปทิ้งหรือกำจัดไม่ถูกวิธีส่วนใหญ่จะนำไปใช้ในการทำอาหารสัตว์และปุ๋ยสำหรับพืชแต่เมื่อมีการศึกษาถึงองค์ประกอบของเปลือกกุ้ง แล้วจะเห็นได้ว่าเปลือกกุ้งมีคุณประโยชน์มหาศาลมากกว่าแค่ทำเป็นปุ๋ยและอาหารสัตว์โดยทั่วไป คือมีประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม การแพทย์ อุตสาหกรรมอาหารรวมถึงประโยชน์ในด้านการเลี้ยงสัตว์ สามารถทำให้สัตว์กินอาหารได้ลดลงแต่ผลผลิตเพิ่มขึ้น และที่สำคัญคือช่วยลดระดับคลอเลสเตอรอลได้ เปลือกกุ้ง ถูกนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์เพื่อใช้เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตได้ในสัตว์ ในเปลือกกุ้งสามารถพบสารชีวภาพที่มีโครงสร้างเป็นเส้นใยที่ได้จากธรรมชาติคือ “ไคโตซาน” เป็นสารโพลิเมอร์ชีวภาพชนิดหนึ่งที่อยู่ในธรรมชาติจะเป็นสารประกอบประเภทคาร์โบไฮเดรต เป็นสารสกัดได้จากพืชและสัตว์โดยส่วนมากจะสกัดได้จากของเสียจากกุ้ง ไคโตซานจะไม่เป็นพิษต่อร่างกายคนและสัตว์ มีประโยชน์ในวงการแพทย์และอุตสาหกรรมอาหารที่สำคัญนำมาใช้ในด้านการเกษตร ไคโตซานมีคุณสมบัติในการช่วยย่อยอาหาร ลดไขมัน รวมทั้งการลดกิจกรรมของเชื้อแบคทีเรียจำพวกเชื้อ *E. coli* และ *Salmonella* (สมรส, 2544)

สุกรคือสัตว์เศรษฐกิจระดับต้น ๆ ของไทยที่มีการผลิตเป็นเนื้อส่งออกไปสู่ตลาดทั้งภายในและภายนอกประเทศ ซึ่งเนื้อสุกรยังคงเป็นสิ่งที่ตลาดต้องการสูงอยู่ตลอด ทำรายได้ให้กับประเทศปีละหลายพันล้านบาทซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการคุณภาพเนื้อที่มีสีสันสวยงาม และมีชั้นของไขมันน้อย ดังนั้นการที่เราจะทำการผลิตให้ได้ตรงกับความต้องการ โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคทั้งทางตรงและทางอ้อมและยังช่วยให้ผู้เลี้ยงสุกรลดต้นทุนการผลิตลงได้ การนำเปลือกกุ้งมาผสมในอาหารสัตว์จึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจอีกทางหนึ่ง

ประโยชน์ของเปลือกกุ้งบด

จิราภรณ์ (2544) ได้กล่าวไว้ว่า สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยมีรายงานเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายไม่ว่าจะใช้ในด้านโภชนาการ ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านการแพทย์ ด้านอุตสาหกรรมอาหารและด้านอื่น ๆ อีกมากมาย

1. ด้านโภชนะ ใช้เป็นแหล่งอาหารเสริม ลดคอเลสเตอรอล ลดอาการท้องร่วง เป็นสารช่วยลดน้ำหนัก

2. ด้านสิ่งแวดล้อม ใช้ในการบำบัดน้ำเสียได้โดยการจับอะตอมของโลหะหนักที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ เช่น ปรอท แคดเมียม ตะกั่ว และยังสามารถใช้จับสารกัมมันตภาพรังสีพลูโตเนียมและยูเรเนียม รวมทั้งการจับคราบไขมัน

3. ด้านการแพทย์ ใช้เป็นโปรไบโอติกส์เกี่ยวกับการย่อยในลำไส้ ช่วยในการต่อต้านมะเร็ง ลดการยับยั้งเชื้อ *E. coli* และ *Salmonella* ช่วยในการห้ามเลือดและระยะเวลาในการขนส่งยาปรับ pH และสามารถนำมาทำคอนแทคเลนส์เพื่อการรักษาโรคต้อกระจกได้ และมีบทบาทในอาหารเสริมที่ใช้ลดไขมัน การช่วยให้เลือดแข็งตัวเร็วขึ้น

4. ด้านอุตสาหกรรมอาหาร ใช้เสริมในอาหารผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากแป้ง เช่น ก๋วยเตี๋ยว มะกะโรนี คุกกี้ บะหมี่ และขนมปัง ช่วยเพิ่มความเหนียวของลูกชิ้น ใช้ทำไวน์ น้ำผลไม้ สุรา และเบียร์ ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารที่ควบคุมไขมันและคลอเลสเตอรอลในร่างกายได้

5. ด้านอื่น ๆ ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษ ชุดชั้นใน สิ่งทอ ยาฆ่าแมลง รวมทั้งในการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพืช พบว่าในเมล็ดข้าวสามารถทำให้ข้าวงอกสูงกว่าปกติ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์ ของการงอกปกติ

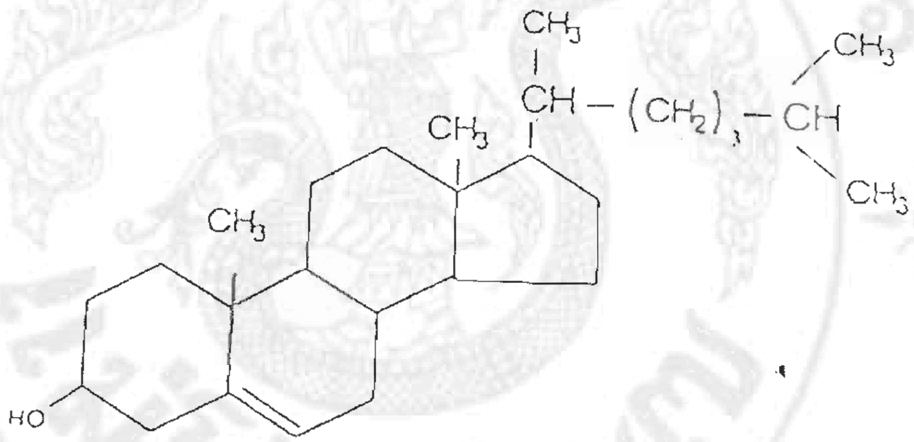
อุตสาหกรรมปศุสัตว์ในปัจจุบันได้มีการนำเข้าพันธุ์สัตว์จากต่างประเทศ ที่ให้ผลผลิตสูงมาเลี้ยงเพื่อผลิตเป็นการค้าและปรับปรุงสายพันธุ์สัตว์เลี้ยงในบ้านเราให้ดีขึ้น การเลี้ยงสัตว์เพื่อให้มีการผลิตสูงขึ้นและต้นทุนต่ำลง สัตว์มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แต่คุณภาพซากสัตว์เลี้ยงมักจะมีไขมันและคอเลสเตอรอล (cholesterol) ในระดับที่สูง

คอเลสเตอรอลส่วนเกินจะสะสมในส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น กล้ามเนื้อไขมัน (adipose tissue) และเยื่อหุ้มเซลล์ (cellular membrane) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นเลือดฝอยที่หล่อเลี้ยงหัวใจและสมอง เมื่อเกิดการสะสมมากๆ คอเลสเตอรอลเกาะบริเวณภายในหลอดเลือด ทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดเลือดแคบลง แรงดันเลือดสูงขึ้นเป็นผลให้มีแคลเซียมมาเกาะผนังของเส้นเลือดมากขึ้น ทำให้เส้นเลือดเปราะและขาดความยืดหยุ่น เป็นผลให้ผนังเส้นเลือดแตกได้ง่าย เมื่อเหตุการณ์นี้เกิดกับเส้นเลือดที่มาหล่อเลี้ยงหัวใจ จะทำให้กล้ามเนื้อหัวใจบริเวณนั้นขาดเลือด

หล่อเลี้ยงเกิดการตายของกล้ามเนื้อ (necrosis) และถ้าเกิดขึ้นกับสมองอาจทำให้อัมพาตและถึงแก่ชีวิตได้

คอเลสเตอรอล (cholesterol)

นิโลบล (2542) ได้กล่าวไว้ว่า คอเลสเตอรอลในร่างกายมีสองชนิด คือ คอเลสเตอรอลอิสระ (free cholesterol, มีร้อยละ 30) และคอเลสเตอรอลเอสเทอร์ (esterified cholesterol, มีร้อยละ 70) ซึ่งจับตัวอยู่กับกรดไขมัน คอเลสเตอรอลในอาหารถูกเปลี่ยนให้เป็นคอเลสเตอรอลอิสระที่ตับ และถูกเปลี่ยนต่อไปเป็น cholic acid และเกลือน้ำดี (bile salts) ตามลำดับ ร่างกายใช้คอเลสเตอรอลบางส่วนในการสร้างฮอร์โมนที่ผลิตจากรังไข่ ต่อมลูกหมาก และต่อมหมวกไต (adrenal gland)



ภาพ 2 แสดงสูตรโครงสร้างของคอเลสเตอรอล
ที่มา: Bartley (1989)

คอเลสเตอรอลมีแหล่งที่มา 2 ทาง คือ ผลิตในร่างกาย ร้อยละ 90 โดยตับและลำไส้ อีกส่วนมาจากอาหารที่มาจากสัตว์ เช่น เนื้อสัตว์ อาหารทะเล และผลิตภัณฑ์จากนม คอเลสเตอรอลที่มาจากอาหารจะเป็นชนิดคอเลสเตอรอลเอสเทอร์ ถูกไฮโดรไลซ์ที่ลำไส้ทำให้เป็นคอเลสเตอรอลอิสระ และกรดไขมันอิสระ (ประมาณ 30 - 60 เปอร์เซ็นต์ ของคอเลสเตอรอลที่ลำไส้) โดยปฏิกิริยาของเอนไซม์คอเลสเตอรอลเอสเทอร์เรส (cholesterol esterase) ซึ่งระดับของคอเลสเตอรอลที่ลำไส้นี้สามารถยับยั้งการสร้างคอเลสเตอรอลที่ตับได้ ดังนั้นจำนวนคอเลสเตอรอลที่ถูกดูดซึมจากลำไส้จึงเป็นตัวควบคุมการสร้างคอเลสเตอรอลในร่างกาย

การสังเคราะห์คอเลสเตอรอล

นิโลบล (2542) กล่าวว่า การสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในร่างกายเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการรวมตัวของอะซิติลโคเอ (acetyl CoA) ซึ่งได้มาจากเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโน และกรดไขมัน ตับเป็นอวัยวะหลักในการสังเคราะห์รองลงมาคือ ทางเดินอาหารและผิวหนัง ตามลำดับ อย่างไรก็ดี พบว่าต่อมต่าง ๆ ที่มีการสร้างสเตอรอยด์ฮอร์โมนก็สามารถสร้างคอเลสเตอรอลได้ การสังเคราะห์เกิดในส่วนไซโตพลาสซึมของเซลล์ แต่เอนไซม์ที่ใช้ในปฏิกิริยาอยู่ในเอนโดพลาสมิก เรติคิวลัม (endoplasmic reticulum)

อุษณีย์ (2538) กล่าวถึง การสังเคราะห์เริ่มจากหน่วยย่อยที่เรียกว่า ไอโซพรีน (isoprene) จะถูกสร้างขึ้นมาก่อน แล้วจึงนำไปสร้างคอเลสเตอรอลและลิพิดอื่นที่มีโครงสร้างไอโซพรีนในโมเลกุล การสร้างคอเลสเตอรอลในร่างกาย มีขั้นตอนสำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้าง mevalonate (C_6) โดยการรวม acetyl CoA 3 ตัวเข้าด้วยกัน เกิดเป็น β–hydroxyl, β–methylglutaryl–CoA (HMG – CoA) ก่อนแล้วถูกรีดิวซ์เป็น mevalonate โดย NADPH และเอนไซม์ HMG–CoA reductase ซึ่งเป็น regulatory enzyme ควบคุม rate–limiting step ของการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล ขั้นตอนนี้ถูกจำกัด และการยับยั้งได้โดยคอเลสเตอรอลจากอาหาร

2. การสร้าง isoprenoid (C_5) เป็นโครงสร้างของสารพวกสเตอร์รอยด์ โดยการเติมหมู่ฟอสเฟต (phosphorylation) จาก ATP ให้กับ mevalonate จนเปลี่ยนเป็น isopentenyl pyrophosphate (IPPP) และ isomerize ได้เป็น 3,3 – dimethylaikyl pyrophosphate (DMAPP)

3. เป็นการรวม IPPP และ DMAPP เข้าด้วยกัน กลายเป็น squalene (C_{30}) โดยปฏิกิริยา decarboxylation ใช้พลังงานจากการสลาย ATP 3 โมเลกุล และ condense ไปเป็น squalene

4. การเปลี่ยนจาก squalene ไปเป็น lanosterol (C_{30}) มีการเปลี่ยนรูปเป็นวงแหวน โดยจะได้ squalene–2, 3–epoxide ก่อน แล้วเอนไซม์ squalene– 2, 3 – epoxide lanosterol cyclase จะทำให้วงแหวนปิดกลายเป็น lanosterol

5. การเปลี่ยนรูปจาก lanosterol ไปเป็นคอเลสเตอรอล จะมีการเปลี่ยนแปลงหลายขั้นตอน ซึ่งปฏิกิริยาทั้งหมด สรุปได้ดังนี้

18 Acetyl CoA + 16 NADPH -----→ Cholesterol + 9 CO_2 + 18 CoA + 16 NAD

การควบคุมการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล

การควบคุมการสังเคราะห์เกิดที่ตับเป็นสำคัญ จะถูกควบคุมด้วยปริมาณคอเลสเตอรอลในอาหาร จำนวนแคลอรีจากอาหาร ฮอร์โมน และกรดน้ำดี โดยพบว่า เมื่อปริมาณคอเลสเตอรอลจากอาหารมีมากกว่าคอเลสเตอรอลจากการดูดซึม ซึ่งอยู่ในรูปไคโลไมครอนจะยับยั้งเอนไซม์ HMG CoA reductase ที่ตับฮอร์โมนอินซูลินหรือไตรไอโอโดธัยโรนีน (triiodothyronine, T3) จะเพิ่มศักยภาพเอนไซม์ให้ดีขึ้น ในขณะที่กลูคากอน (glucagon) หรือคอติซอล (cortisol) จะลดศักยภาพของเอนไซม์ (อุษณีย์, 2538)

การสลายคลอเลสเตอรอล

อุษณีย์ (2538) กล่าวว่า คอเลสเตอรอลถูกสลาย โดยการเปลี่ยนเป็นสารประกอบอื่น ๆ ที่สำคัญ คือ กรดน้ำดี ซึ่งสร้างขึ้นที่ตับ แล้วส่งไปเก็บไว้ในถุงน้ำดี (gall bladder) ส่วนประกอบที่สำคัญของน้ำดีได้แก่ รงควัตถุน้ำดี (bile pigment) เกลือน้ำดี (bile salts) และคอเลสเตอรอลในน้ำดีมีเกลือน้ำดีประมาณ 8–10 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นเกลือโพแทสเซียม และโซเดียมของกรดน้ำดี หลังจากนั้นจะหลั่งสู่ลำไส้เล็กทำหน้าที่ช่วยให้น้ำและไขมันรวมตัวกัน (emulsifying agent) ของกระบวนการย่อยและดูดซึมไขมัน กรดน้ำดีบางส่วนจะถูกดูดซึมกลับที่ลำไส้ใหญ่ ส่งกลับไปที่ตับ บางส่วนถูกเมแทบอไลซ์โดยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ และถูกขับออกไปกับอุจจาระ (enterohepatic circulation of bile acids) ซึ่งเป็นทางเดียวที่ร่างกายจะขับคอเลสเตอรอลในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ส่วนสัตว์ปีกสามารถขับคอเลสเตอรอลออกมาทางไข่ได้ด้วย

คอเลสเตอรอลนับว่าเป็นสารที่มีประโยชน์มากในระบบการทำงานของร่างกาย สามารถสร้างได้เองจากตับ ไต และเนื้อเยื่อของร่างกาย รวมทั้งจากผนังโลหิต ร่างกายสร้างคอเลสเตอรอลอยู่ตลอดเวลา ปกติแล้วในเลือดจะมีคอเลสเตอรอลประมาณ 150–220 มิลลิกรัม./100 มิลลิลิตร. ซึ่งมีปริมาณของคอเลสเตอรอลอิสระและคอเลสเตอรอลเอสเทอร์ในอัตราส่วน 25–33 ต่อ 75–67 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคอเลสเตอรอลในปริมาณที่เหมาะสมนั้นมีประโยชน์และจำเป็นต่อการสร้างเซลล์ใหม่ ๆ ของร่างกาย แต่ถ้าร่างกายมีคอเลสเตอรอลสูงเกินกว่าระดับปกติในเลือด จะเกิดอันตรายซึ่งเป็นสาเหตุของการอุดตันของเส้นเลือด การที่คอเลสเตอรอลถูกสะสมไว้ได้ เพราะคอเลสเตอรอลเป็นสารที่มีนิวเคลียสสเตอรอล (sterol nucleus) ที่มีโมเลกุลใหญ่ ไม่ถูกสลายด้วยการเติมออกซิเจน จึงสะสมอยู่ตามเส้นเลือดต่าง ๆ และที่ถุงน้ำดี ผิดกับพวกไตรกลีเซอร์ไรด์ กรดไขมัน ฟอสโฟลิพิด เพราะสารเหล่านี้ถูกออกซิไดซ์เปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ได้หมด การมีระดับคอเลสเตอรอลในเลือดเพิ่มขึ้น จะทำให้มีโอกาสเป็นโรคหลอดเลือดของหัวใจได้มาก ทั้งนี้การเป็นโรคจะเป็นสัดส่วนผกผันกับปริมาณ คอเลสเตอรอลใน HDL สัดส่วนระหว่าง LDL และ

HDL ที่ดี คือ ปริมาณคอเลสเตอรอลรวม [total cholesterol = (LDL–Cholesterol) + (HDL–Cholesterol) + (VLDL–Cholesterol)] ควรมีมากกว่า HDL 4 เท่า สัดส่วนระดับนี้ จะช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจได้

การใช้คอเลสเตอรอล

คอเลสเตอรอลเป็นสารตั้งต้นของสเตียรอยด์ฮอร์โมนซึ่งแยกได้สามกลุ่มได้แก่ กลุ่มที่หนึ่ง กลุ่มฮอร์โมนต่อมหมวกไต (adrenal hormone) เช่น กลูโคคอร์ติคอยด์ (glucocorticoids) และมินเนอร์ราลโรคอร์ติคอยด์ (mineralocorticoids) กลุ่มที่สอง กลุ่มฮอร์โมนเพศ เช่น แอนโดรเจน (androgen) และเอสโตรเจน (estrogen) กลุ่มที่สาม กลุ่มอนุพันธ์ของไวตามิน ดี (vitamin D – derivatives) (เพทาย, 2538)

การกำจัดคอเลสเตอรอลออกจากร่างกายที่สำคัญที่สุดคือ กรดน้ำดี (bile acids) ที่สำคัญได้แก่ cholic acid และ chenodeoxycholic acid ซึ่งสังเคราะห์ในตับและหลั่งในรูปของไกลซีน (glycine) หรือทาอูรีน (taurine) สู่ท่อน้ำดีหลังจากนั้นจะหลั่งสู่ลำไส้เล็กทำหน้าที่ช่วยการรวมตัวกันระหว่างน้ำกับไขมัน (emulsifying agent) ในขบวนการย่อยและดูดซึมไขมันและไวตามินที่ละลายได้ในไขมัน (fat and fat–soluble vitamins) อัตราการหมุนเวียนกลับของกรดน้ำดี จากตับสู่กระแสเลือดและจากเลือดกลับสู่ตับใช้เวลาน้อยมาก มีการสูญหายระหว่างการหมุนเวียนกลับน้อยกว่าหนึ่งกรัมต่อวัน ถูกเมทาบอไลซ์โดยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่และถูกขับออกมาในอุจจาระ ซึ่งเป็นทางเดียวเท่านั้นที่ร่างกายขับคอเลสเตอรอลออกมาจากร่างกายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Avila, 1996)

การศึกษาการใช้เปลือกกุ้งในสัตว์ต่าง ๆ

การใช้ไคโตซานในเปลือกกุ้งกับสุกรแต่ละระยะพบว่า สุกรมีอัตราการแลกเนื้อเพิ่มขึ้นและสามารถลดปริมาณการใช้ยาปฏิชีวนะลงได้ในปริมาณมาก โดยการเพิ่มปริมาณการใช้ไคโตซานจากที่ไม่ได้ใช้เลยไปเป็น 1.5 กิโลกรัม/ตัน และเป็น 2 กิโลกรัม/ตัน ทำให้การใช้ยาปฏิชีวนะ Amoxy ลดลงจาก 300 ppm/ตัน เหลือเพียง 100 ppm/ตัน และการใช้ยาปฏิชีวนะ Chlortetracycline (CTC) 15 เปอร์เซ็นต์ ลดลงจาก 2 กิโลกรัม/ตัน เหลือเพียง 1 กิโลกรัม/ตัน เป็นผลทำให้สุกรมีสุขภาพดีขึ้น อัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น และอาจจะทำให้ลดต้นทุนการผลิตลงได้ (ปิยะบุตร, 2543)

การทดลองเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้แหล่งโปรตีนแตกต่างกัน 6 ชนิดคือ เลือดป่น หัวกุ้ง กากถั่วเหลือง เนื้อป่น เคซีนและกลูเนท์ ผลปรากฏว่า การใช้กากถั่วเหลือง มีผลให้อัตราการเจริญเติบโตต่อวันดีที่สุด

รองลงมาคือแกลบกุ้ง ซึ่งสรุปได้ว่าแกลบกุ้งสามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ดีหากใช้ร่วมกับแหล่งโปรตีนอื่นๆ (Kondos, 1997)

การศึกษาการใช้กุ้งป่นแทนถั่วเหลือง ต่อแม่ไก่ Single Comb White Leghorn จากอายุ 18 ถึง 38 สัปดาห์ การใช้กุ้งป่นที่ระดับ 0 20 40 60 หรือ 80 เปอร์เซ็นต์แทนถั่วเหลืองป่นพบว่าระดับความแตกต่างของกุ้งป่นในอาหารไม่มีนัยสำคัญต่อผลผลิตไข่ การกินอาหารเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อใช้กุ้งป่น 40 และ 80 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร น้ำหนักไข่และน้ำหนักตัวเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งกุ้งป่นสามารถที่จะใช้ในระดับสูงได้ต่อการทดแทนถั่วเหลืองป่นในอาหารไก่ไข่ โดยไม่มีผลเสียเกิดขึ้น (Garnet, 2001)

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้สุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ดูรอคxลาร์จไวท์ xแลนด์เรซ) จำนวน 36 ตัว แยกเป็นเพศผู้ตอน 18 ตัว และ เพศเมีย 18 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 30 กิโลกรัม วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบรูณ์ (RCBD) โดยมีระยะเวลา สถานที่ และอุปกรณ์ในการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

เริ่มดำเนินการทดลอง วันที่ 1 กรกฎาคม 2547
เสร็จสิ้นการทดลอง วันที่ 15 พฤษภาคม 2547

สถานที่ทำการทดลอง

การเลี้ยงสุกรทดลอง ณ ฟาร์มสุกร สาขาสุกร และการวิเคราะห์คอเลสเตอรอล ณ ห้องปฏิบัติการ สาขาอาหารสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

การวิเคราะห์ตรวจค่าความเข้มของสีเนื้อสันนอกของสุกร ณ ห้องปฏิบัติการของ ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

อุปกรณ์การทดลอง

1. ใช้สุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ดูรอคxลาร์จไวท์xแลนด์เรซ) ในการทดลองจำนวน 36 ตัว แยกเป็นเพศผู้ตอนจำนวน 18 ตัว และเพศเมียจำนวน 18 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 30 กิโลกรัม

2. อาหารสำหรับสุกรรุ่นทดลองน้ำหนัก 30–60 กิโลกรัม มีโปรตีนรวม 16 เปอร์เซ็นต์ มีพลังงาน 3,150 ME Kcal/kg. และสุกรขุนทดลองน้ำหนัก 60–90 กิโลกรัม มีโปรตีนรวม 14

เปอร์เซ็นต์ มีพลังงานรวม 3,100 ME Kcal/kg. มีกรดอะมิโนที่จำเป็น แร่ธาตุ และวิตามิน ไม่ต่ำกว่าตามคำแนะนำของ NRC (1998) รวมอาหารสุกรจำนวนประมาณ 9,300 กิโลกรัม

3. เปลือกกุ้งบดละเอียด จำนวน 390 กิโลกรัม

4. เครื่องชั่งน้ำหนักสุกร และอาหาร ขนาด 500 กิโลกรัม (ละเอียด 100 กรัม) จำนวน 1 เครื่อง, เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 50 กรัม (ละเอียด 0.01 กรัม) จำนวน 1 เครื่อง

5. คอกทดลองขนาด 1.5 x 2.0 ตารางเมตร พร้อมอุปกรณ์ให้น้ำแบบอัตโนมัติ และอุปกรณ์ในการเลี้ยง เช่น ที่ตักอาหาร อุปกรณ์ทำความสะอาดและอื่น ๆ จำนวน 18 คอก

6. อุปกรณ์การจดบันทึก เช่น กระดาษ ดินสอ ปากกา สมุด ไม้บรรทัด เป็นต้น

7. เครื่องมือในการเก็บตัวอย่างเนื้อสุกร เช่น ถุงพลาสติกสำหรับแช่เนื้อ

8. อุปกรณ์วัดความหนาของไขมันสันหลัง (backfat probe) และความยาวซาก (สายวัด)

9. กระดาษไขเขียนแบบเพื่อใช้ในการลอกลายพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก โดยใช้เครื่องวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (Planimeter)

10. เครื่องวัดความเข้มของสี (Tri-stimulus, colorimeter model JC 801)

11. อุปกรณ์วัดระดับ pH (กระดาษลิสมัส Spezialindikator pH MERCK)

12. เครื่องมือพร้อมสารเคมีในการวิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อสันนอก

13. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส

14. กล้องถ่ายรูป จำนวน 1 ชุด

15. ถุงมือแพทย์และมีด

การทดลองที่ 1 ศึกษาคุณภาพซากของสุกรขุนที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเปลือกกุ้ง

ในการทดลองครั้งนี้ได้ใช้สุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ดูรอค x ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ) ขนาดน้ำหนักตัวประมาณ 30 กิโลกรัม แบ่งเป็นเพศผู้ตอนจำนวน 18 ตัว และเพศเมียจำนวน 18 ตัว ทำการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Blocks Design (RCBD) ประกอบด้วย 6 Treatment และมี 3 Blocks ทำการสุ่มสุกรทดลองเข้าเลี้ยงในคอกทดลองโดยการเข้าขังคู่ และสุ่มอาหารทดลองให้สุกรทดลองในแต่ละกลุ่ม โดยใช้สูตรอาหารทดลองดังนี้

สูตรอาหารสุกรขุนขนาดน้ำหนักตัวประมาณ 30 กิโลกรัม อาหารโปรตีนรวม 16 เปอร์เซ็นต์ พลังงานรวม 3,150 ME Kcal/kg. จำนวน 6 สูตรคือ

สูตรที่ 1 อาหารไม่ผสมเปลือกกุ้ง (Control)
สูตรที่ 2 อาหารผสมเปลือกกุ้ง 3.00 เปอร์เซ็นต์
สูตรที่ 3 อาหารผสมเปลือกกุ้ง 4.00 เปอร์เซ็นต์
สูตรที่ 4 อาหารผสมเปลือกกุ้ง 5.00 เปอร์เซ็นต์
สูตรที่ 5 อาหารผสมเปลือกกุ้ง 6.00 เปอร์เซ็นต์
สูตรที่ 6 อาหารผสมเปลือกกุ้ง 7.00 เปอร์เซ็นต์

สูตรอาหารสุกรขุนขนาดน้ำหนักตัวประมาณ 60 กิโลกรัม อาหารโปรตีนรวม 14 เปอร์เซ็นต์ พลังงาน 3,100 ME Kcal/kg. จำนวน 6 สูตรคือ

สูตรที่ 1 อาหารไม่ผสมเปลือกกุ้ง (Control)
สูตรที่ 2 อาหารผสมเปลือกกุ้ง 3.00 เปอร์เซ็นต์
สูตรที่ 3 อาหารผสมเปลือกกุ้ง 4.00 เปอร์เซ็นต์
สูตรที่ 4 อาหารผสมเปลือกกุ้ง 5.00 เปอร์เซ็นต์
สูตรที่ 5 อาหารผสมเปลือกกุ้ง 6.00 เปอร์เซ็นต์
สูตรที่ 6 อาหารผสมเปลือกกุ้ง 7.00 เปอร์เซ็นต์

สุ่มสูตรอาหารให้กับสุกรทดลองในกลุ่ม โดยแบ่งได้ 3 กลุ่ม (Block) ซึ่งแต่ละกลุ่มจะใช้ระยะเวลาในการทดลอง 4 เดือน สุกรจะได้รับอาหารวันละ 2 เวลา (07.00 น. และ 16.30 น.) ระหว่างการเลี้ยงมีอาหาร และน้ำให้สุกรกินอย่างพอเพียงตลอดเวลา เลี้ยงจนสุกรมีน้ำหนักตัวประมาณ 60 กิโลกรัม จึงเปลี่ยนเป็นสูตรอาหารระยะที่ 2 เลี้ยงจนสุกรมีน้ำหนักตัวประมาณ 90 กิโลกรัม จึงทำการสุ่มหรือเก็บข้อมูลสุกรทั้งหมดเพื่อฆ่าชำแหละและศึกษาคุณภาพซากต่อไป

เมื่อสุกรน้ำหนักตัวประมาณ 60 กิโลกรัม ทำการวัดความหนาของไขมันสันหลัง 3 จุดเพื่อนำไปหาปริมาณของไขมันสันหลังและเมื่อสุกรน้ำหนักประมาณ 90 กิโลกรัม ทำการฆ่าชำแหละศึกษาคุณภาพซาก โดยทำการชั่งน้ำหนักก่อนฆ่า น้ำหนักซาก วัดความยาวซาก โดยใช้ซากสุกรซีกซ้ายเพื่อวัดความยาวซาก ความหนาไขมันสันหลัง โดยใช้ backfat probe คำนวณหาค่าเฉลี่ย 3 จุดที่ได้ (สัญชัย, 2534) วัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกระหว่างซี่โครงที่ 10 – 11 โดยใช้เครื่อง Planimeter การวัดความเข้มของสีเนื้อสันนอกใช้ระบบสีของฮันเตอร์ (Hunter color system) โดยใช้เครื่อง Tri-stimulus, colorimeter model JC 801 ซึ่งวัดสีของเนื้อสุกรซึ่งออกมาเป็นค่า (L) แสดงถึงสี lightness ค่า (a) แสดงถึงสี redness และ (b) แสดงถึงสี yellowness และวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเนื้อสันนอกของสุกร หลังจากนั้นทำการรวบรวมข้อมูลการทดลอง วิเคราะห์หาความแตกต่างด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อพบความแตกต่างก็ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ด้วยวิธีการ Duncan’s New Mulitple Range Test

การทดลองที่ 2 ศึกษาปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อสันนอกของสุกรขุนที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเปลือกกุ้ง

ในการทดลองครั้งนี้ได้ใช้สุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ดูรอค x ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ) ขนาดน้ำหนักตัวประมาณ 30 กิโลกรัม แบ่งเป็นเพศผู้ตอนจำนวน 18 ตัว และเพศเมียจำนวน 18 ตัว (ชุดเดียวกับการทดลองที่ 1) ทำการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Blocks Design (RCBD) ประกอบด้วย 6 Treatment และมี 3 Blocks ทำการสุ่มสุกรทดลองเข้าเลี้ยงในคอกทดลองโดยการเข้าขังคู่ และสุ่มอาหารทดลองให้สุกรทดลองในแต่ละกลุ่ม โดยใช้สูตรอาหารทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

เมื่อสุกรน้ำหนักประมาณ 90 กิโลกรัม ทำการชำแหละและเก็บชิ้นเนื้อ โดยเก็บตรงบริเวณกล้ามเนื้อสันนอก แล้วนำเข้าเก็บในตู้แช่ควบคุมอุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อสันนอกของสุกรขุนที่ทดลอง ทำโดยใช้วิธีของ Jung et al. (1975) ค่าที่ได้จะเป็นค่าคอเลสเตอรอลรวม หลังจากนั้นทำการรวบรวมข้อมูลการทดลองนำมาหาค่าความแตกต่างตามวิธี Analysis of Variance เมื่อพบความแตกต่างทางสถิติทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีทเมนต์ โดยวิธี Dancan’s New Multiple Range Test (DMRT)

การวิเคราะห์ปริมาณคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอร์ไรด์ในเนื้อ

การวิเคราะห์ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อ โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ตามวิธีของ Jung et al. (1975)

ขั้นตอนที่ 1 saponification

วิธีการ saponification

หลักการ การต้มตัวอย่างไขมันที่สกัดได้กับด่าง (saponification) จะทำให้คอเลสเตอรอลเอสเทอร์เปลี่ยนเป็นรูปอิสระ จากนั้นใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์สกัดเอาคอเลสเตอรอลออกจากสารตัวอย่าง หลังจากทำให้แห้งแล้ว นำไปทำให้เกิดสีตามวิธีการของ Jung et al. (1975)

น้ำยาที่ใช้

1. โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 33 เปอร์เซ็นต์ เตรียมจาก โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 20 กรัม ในน้ำ 40 มล.

2. โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ใช้งานเตรียมแล้วใช้ทันที โดยผสมน้ำยาโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 6 มล. กับเอทิลแอลกอฮอล์ 94 มล.

วิธีการทำ

1. ดูดน้ำยาโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ใช้งาน 5 มล. ใส่ลงในหลอดทุกหลอด

2. ใส่ไขมันตัวอย่างที่สกัดได้และคอเลสเตอรอลมาตรฐานในหลอดทดลองที่เตรียมไว้

3. ปิดจุกเขย่าให้เข้ากัน นำไปอุ่นใน water bath อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง โดยทำการเขย่าบ่อย ๆ เมื่อครบเวลาปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น

4. ดูดปิโตรเลียมอีเทอร์ 5 มล. และน้ำกลั่น 2.5 มล. ใส่ลงในทุกหลอด

5. เขย่าอย่างแรง ๆ อย่างน้อย 1 นาที ตั้งทิ้ง ๆ ไว้จนแยกชั้น

6. ดูดส่วนที่เป็นน้ำชั้นล่างทิ้งไปให้ได้มากที่สุดเก็บส่วนชั้นบนที่เป็นปิโตรเลียมอีเทอร์ไว้

7. นำไประเหยให้แห้งสนิทในน้ำอุ่นประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส

8. เมื่อปิโตรเลียมอีเทอร์ระเหยจนหมดแล้วจะได้ส่วนที่จะนำไปวิเคราะห์คอเลสเตอรอลต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ปริมาณคอเลสเตอรอล

หลักการ นำตัวอย่างที่ saponification แล้วทำปฏิกิริยากับน้ำยาที่ประกอบด้วยกรดอะซิติกเข้มข้นที่มี ferric acetate และ uranyl acetate อยู่จำนวนเล็กน้อย กรดอะซิติกจะทำให้โปรตีนตกตะกอน โดย uranyl acetate จะช่วยให้การตกตะกอนสมบูรณ์ขึ้นรวมทั้งบิลิรูบิน เหลือแต่

คอเลสเตอรอลละลายอยู่ นำส่วนใสนี้ไปเติมกรดกำมะถันเข้มข้นที่มีเฟอรัสซัตเฟตอยู่ด้วยจะให้สีม่วงแดง วัดการดูดกลืนแสงที่ 560 นาโนเมตร วิธีนี้ไม่มีการรบกวนจากบิลิรูบิน และสีที่ได้เกิดจากปฏิกิริยาของคอเลสเตอรอลอิสระและเอสเทอร์เท่า ๆ กัน

<u>วิธีการวิเคราะห์คอเลสเตอรอล</u>

1. นำตัวอย่างไขมันที่สกัดได้ 50 ไมโครลิตรใส่ในหลอดทดลองขนาด 13 x 100 มล.
2. เติม ferric acetate/uranyl acetate 5.0 มล.
3. กลับหลอดไปมา เพื่อให้สารละลายผสมกัน 2 – 3 ครั้ง แล้วเขย่าอย่างแรงให้เข้ากัน ด้วย Vortex mixer นาน 5 นาที
4. แล้วนำไปปั่นด้วยความเร็ว 2,500 รอบต่อนาที นาน 5 นาที
5. เตรียมหลอดอ่านขนาด 13 x 100 มล. อีกชุดหนึ่งแล้วเติม sulfuric acid reagent 2 มล.
6. ดูดส่วนใส (supernatant) จากหลอดเดิม 3 มล. มาใส่ในหลอดอ่านที่เติม sulfuric acid reagent
7. ผสมให้เข้ากันทันทีด้วย Vortex mixer อย่างน้อย 20 วินาทีแล้วตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 15 นาที
8. นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 560 นาโนเมตร (BECKMAN DU 750 spectrophotometer) โดยใช้หลอด blank อ่านค่าเป็นศูนย์

หมายเหตุ : หลอด blank จะเติมเฉพาะ ferric acetate/uranyl acetate 2.0 มล. และ sulfuric acid reagent 2 มล.

<u>การคำนวณ</u>

คอเลสเตอรอลรวมเป็น มก./ดล. $= \frac{Au}{As} \times 250$

เมื่อ Au เป็นค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้ของหลอด "Unknown"

As เป็นค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้ของหลอด "Standard"

ค่าปกติ 40-145 มก./ดล.

วิเคราะห์ปริมาณไตรกลีเซอร์ไรด์ในเนื้อ โดยใช้เครื่อง spectrophotometer โดยวิธีการ Biggs et al.(1975)

หลักการ : ไตรกลีเซอไรด์ถูกสกัดด้วยสารละลายผสมของ isopropanol กับ N-heptane โดยมีกรดกำมะถันอยู่ด้วย ไตรกลีเซอไรด์จะออกมาอยู่ในชั้นของ N-heptane เมื่อนำมา saponify ให้เป็นกลีเซอรอลแล้วออกซิไดซ์ต่อให้เป็นฟอร์มาดีฮายด์

วิธีการวิเคราะห์ไตรกลีเซอร์ไรด์

1. ดูดไขมันที่สกัดได้ 500 ไมโครลิตร ใส่ในหลอดทดลอง
2. เติม N-heptane 2.0 มล.
3. เติม isopropanol 3.5 มล.
4. เติมสารละลายกรดกำมะถัน 40 m mol / l 1.0 มล.
5. ผสมแต่ละหลอดให้เข้ากันโดยใช้ Vortex mixer นาน 20 วินาที แล้วตั้งทิ้งไว้ 5 นาทีจนน้ำยาแยกชั้น
6. เตรียมหลอดชุดใหม่ และเติม sodium alkoxide 2.0 มล.
7. ดูดสารละลายในชั้นบนของชุดแรก 0.2 มล. ลงในหลอดที่เตรียมไว้
8. เขย่าให้เข้ากันดี แล้วใส่ตู้ร้อน 60 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที
9. เติม sodium periodate 1.0 มล. แล้วผสมให้เข้ากัน
10. เติม acetylacetone 1.0 มล. ผสมให้เข้ากันแล้วใส่ในตู้ร้อน 60 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที
11. ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410-420 นาโนเมตรโดยอ่าน blank เป็นศูนย์

หมายเหตุ : หลอด blank จะเติมสารละลายทุกอย่าง แต่ไม่ใส่ตัวอย่างลงไป

การคำนวณ

ไตรกลีเซอร์ไรด์รวมเป็น มก./ดล. $= \frac{Au}{As} \times 100$

เมื่อ Au เป็นค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้ของหลอด “Unknown”

As เป็นค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้ของหลอด “Standard”

ค่าปกติ 40-145 มก./ดล.

ตาราง 1 ส่วนประกอบในสูตรอาหารสุกรทดลอง สุกรขุนระยะ 30 – 60 กิโลกรัม

วัตถุดิบ	ปริมาณวัตถุดิบ (กิโลกรัม)					
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6
ข้าวโพด	37.45	37.30	37.04	37.09	36.51	36.24
ปลายข้าว	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
รำละเอียด	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
เปลือกกุ้งบดละเอียด	0.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00
กากถั่วเหลือง 44%	15.05	12.70	11.96	11.16	10.49	9.76
ปลาป่น 60%	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
ไขมันสัตว์	2.00	2.00	2.00	2.00	2.25	2.25
ไดแคลเซียม	1.50	1.00	1.00	0.75	0.75	0.75
แอล - ไลซีน	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
ดีแอล - เมทไธโอนีน	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
เกลือ	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
พรีมิกซ์	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
ส่วนประกอบทางเคมีโดยการคำนวณ, %						
โปรตีนรวม	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
แคลเซียม	0.66	0.63	1.03	1.09	1.21	1.33
ฟอสฟอรัส	0.69	0.63	0.64	0.60	0.61	0.62
ไลซีน	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
เมทไธโอนีน + ซีสทีน	0.73	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
ทริปโตเฟน	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17
ทรีโอนีน	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME Kcal/kg)	3149	3143	3137	3137	3145	3138

ตาราง 2 ส่วนประกอบในสูตรอาหารสุกรทดลอง สุกรขุนระยะ 60 – 90 กิโลกรัม

วัตถุดิบ	ปริมาณวัตถุดิบ (กิโลกรัม)					
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6
ข้าวโพด	44.56	44.09	43.83	43.89	43.30	43.36
ปลายข้าว	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
รำละเอียด	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
เปลือกกุ้งบดละเอียด	0.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00
กากถั่วเหลือง 44%	8.44	6.16	5.42	4.61	3.95	3.14
ปลาป่น 60%	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
ไขมันสัตว์	1.75	1.75	1.75	1.75	2.00	2.00
ไดแคลเซียม	1.25	1.00	1.00	0.75	0.75	0.50
แอล - ไลซีน	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
ดีแอล - เมทไธโอนีน	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
เกลือ	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
พรีมิกซ์	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
ส่วนประกอบทางเคมีโดยการคำนวณ, %						
โปรตีนรวม	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
แคลเซียม	0.58	0.89	1.01	1.07	1.20	1.26
ฟอสฟอรัส	0.69	0.67	0.68	0.65	0.66	0.62
ไลซีน	0.85	0.85	0.85	0.84	0.84	0.84
เมทไธโอนีน + ซีสทีน	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
ทริปโตเฟน	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14
ทรีโอนีน	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME Kcal/kg)	3100	3088	3082	3082	3089	3090

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่ 1 การศึกษาคุณภาพซากของสุกร

เปอร์เซ็นต์ซาก แสดงผลในตารางที่ 3 จากการทดลองพบว่า ผลของการเสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหารของสุกรต่อเปอร์เซ็นต์ซากของสุกร มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยมีเปอร์เซ็นต์ซากของกลุ่มที่ได้รับการเสริมเปลือกกุ้งที่ระดับ 0 3 4 5 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยเท่ากับ 69.84 72.09 71.66 71.52 74.57 และ 70.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับซึ่งสอดคล้องกับวิเชียร (2529) รายงานว่า การเลี้ยงสุกรด้วยอาหารผสมเปลือกกุ้งที่ระดับ 0 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซาก แต่มีแนวโน้มว่ากลุ่มที่เสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหารของสุกรที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ซากสูง

ความหนาไขมันสันหลังของสุกรที่น้ำหนัก 60 กิโลกรัม จากการทดลองพบว่า ความหนาไขมันสันหลังของสุกรที่เสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหารของสุกรมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากสุกรอยู่ในช่วงระยะของการเจริญเติบโต เมื่อสุกรอายุยังน้อยร่างกายของสุกรจะประกอบด้วยกระดูกเป็นส่วนใหญ่ ในระยะการเจริญเติบโตจะมีการสะสมเนื้อเยื่อเนื้อแดงมาก ดังนั้นการเสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหารของสุกรจึงไม่มีผลต่อความหนาไขมันสันหลัง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Allen et al. (1961) ที่รายงานว่าค่าของความหนาไขมันสันหลังในช่วงน้ำหนัก 60 กิโลกรัม มีความใกล้เคียงกัน โดยสุกรที่ได้รับเปลือกกุ้งผสมในสูตรอาหารที่ระดับ 7 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มว่าความหนาของไขมันสันหลังบางลง โดยมีความหนาของไขมันสันหลังของกลุ่มที่ได้รับการเสริมเปลือกกุ้งที่ระดับ 0 3 4 5 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยเท่ากับ 1.84 1.55 1.78 1.74 1.44 และ 1.36 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนความหนาไขมันสันหลังสุกรที่น้ำหนัก 90 กิโลกรัม พบว่า การเสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหารของสุกรแต่ละกลุ่มการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการเสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหารที่ระดับ 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ มีความหนาไขมันสันหลังบางกว่ากลุ่มที่ได้รับเปลือกกุ้ง 0 3 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ (P<0.05) โดยมีความหนาไขมันสันหลังของกลุ่มที่ได้รับการเสริมเปลือกกุ้งที่ระดับ 0 3 4 5 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยเท่ากับ 2.25 2.01 1.89 2.13 1.66 และ 1.36 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ วิเชียร (2529) ที่รายงานว่า การวัดไขมันสันหลังของสุกรที่ 50 70 และ 90 กิโลกรัม ที่กินอาหารผสมเปลือกกุ้งในระดับที่สูงขึ้น จะมีความหนาของไขมันสันหลังลดลงโดยกลุ่มที่กินอาหารผสมเปลือกกุ้งระดับสูงสุดร้อยละ 15 เปอร์เซ็นต์มีไขมันสันหลังบางลง

พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก จากการทดลองพบว่า การเสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหารของสุกรมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่ได้รับเปลือกกุ้งในสูตรอาหารที่ระดับ 7 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มของการให้พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกมาก โดยมีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกของกลุ่มที่ได้รับการเสริมเปลือกกุ้งที่ระดับ 0 3 4 5 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยเท่ากับ 39.00 38.95 39.87 41.41 39.25 และ 50.33 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งทำการวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกที่บริเวณซี่โครงที่ 10 – 11 จะสังเกตได้ว่ากลุ่มที่เสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหารของสุกรที่ระดับ 7 เปอร์เซ็นต์ มีความหนาของไขมันสันหลังลดลงซึ่งจะทำให้มีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกมากขึ้น เนื่องจากเกิดการลดลงของชั้นไขมันสันหลังส่งผลให้มีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกมากหรือในทางตรงกันข้ามการสะสมไขมันที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้มีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันลดลง

ความยาวซากจากการทดลองพบว่า การเสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหารของสุกรมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยกลุ่มที่ได้รับเปลือกกุ้งในสูตรอาหารของสุกรที่ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มที่จะมีความยาวของซากมากกว่า โดยมีความยาวซากของกลุ่มที่ได้รับการเสริมเปลือกกุ้งที่ระดับ 0 3 4 5 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยเท่ากับ 74.58 78.12 76.25 73.33 74.58 และ 77.96 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของความยาวซากแต่ละกลุ่มการทดลองจะมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ วิเชียร (2529)

ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของเนื้อสันนอกของสุกร เนื่องจากการทดลองครั้งนี้ทำการฆ่าแบบไทย และจำหน่ายซากที่ได้ในลักษณะของเนื้อสด ดังนั้น การสุ่มวัด pH จึงทำการวัดจากเนื้อสันนอกระหว่างซี่โครงซี่ที่ 10 – 11 ซึ่งการวัด pH จะวัดภายหลังการฆ่าเฉลี่ย 45 นาที (สัญชัย, 2543) จากผลการทดลองพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่า pH ของกลุ่มที่ได้รับการเสริมเปลือกกุ้งที่ระดับ 0 3 4 5 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยเท่ากับ 6.15 6.11 5.99 6.12 6.13 และ 6.15 ตามลำดับ ค่า pH ของเนื้อสันนอกที่วัดได้จัดอยู่ในระดับปกติ คือ 6.0 – 7.2 สัญชัย (2543) รายงานว่า การวัดค่า pH จะวัดในชั่วโมงแรกที่สัตว์ตาย (ปกตินาทีที่ 45) โดยใช้เป็นค่าดัชนีทางอ้อมของอัตราการเกิด glycolysis ในซากสุกรค่า pH ที่มักใช้ทั่วไปว่า pH1 หรือ pH45 โดยที่ pH1 < 5.8 ปกติจะใช้เป็นค่าวิกฤตที่ส่งผลให้เกิด PSE ได้ ในทางปฏิบัติ การวัดคุณภาพเนื้อของสุกรในโรงชำแหละสุกรจะยึดลักษณะตามความเป็นกรดเป็นด่างของเนื้อเป็นหลัก กล่าวคือ จะมีการวัดความเป็นกรดเป็นด่างของเนื้อหลังจากการฆ่าสุกรแล้ว 45 นาที ค่า pH ต่ำกว่า 6.0 จัดเป็นพวกเนื้อซีด เหลว และแฉะ หรือ PSE (Pale. Soft and Exudative) แต่ค่า pH มีค่าสูงกว่า 6.0 จะถูกจัดเป็นพวกปกติ หรือ พวกเนื้อคล้ำ แห้ง และแข็ง หรือ DFD (Dark Firm Dry)

น้ำหนักตับ จากผลการทดลองพบว่า สุกรที่ได้รับเปลือกกุ้งผสมในอาหารมีผลต่อน้ำหนักตับของสุกรมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) พบว่า กลุ่มที่ได้รับเปลือกกุ้งในอาหารที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มจะมีน้ำหนักของตับสูง โดยมีน้ำหนักตับของสุกรกลุ่มที่ได้รับการเสริมเปลือกกุ้งที่ระดับ 0 3 4 5 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยเท่ากับ 1450.00 1866.66 1950.00 1766.66 1633.33 และ 1616.66 กรัม ตามลำดับ

ม้าม จากผลการทดลองพบว่า สุกรที่ได้รับเปลือกกุ้งผสมในอาหารมีผลต่อน้ำหนักม้ามของสุกรแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับเปลือกกุ้งในอาหารที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มจะมีน้ำหนักของม้ามสูง โดยมีน้ำหนักม้ามของสุกรที่ได้รับการเสริมเปลือกกุ้งที่ระดับ 0 3 4 5 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยเท่ากับ 158.33 203.33 216.66 266.66 225.00 และ 208.33 กรัม ตามลำดับ

ปอด จากผลการทดลองพบว่าสุกรที่ได้รับเปลือกกุ้งผสมในสูตรอาหารมีผลต่อน้ำหนักปอดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) พบว่า กลุ่มที่ได้รับเปลือกกุ้งในสูตรอาหารที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มจะมีน้ำหนักปอดสูง โดยมีน้ำหนักปอดของสุกรที่ได้รับเปลือกกุ้งในอาหารที่ระดับ 0 3 4 5 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยเท่ากับ 1216.66 1583.33 1800.00 1550.00 1400.00 และ 1583.33 กรัม ตามลำดับ

จากผลการทดลองที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า การใช้เปลือกกุ้งผสมในสูตรอาหารของสุกร มีผลต่อน้ำหนักอวัยวะภายในค่อนข้างที่จะไปในทิศทางเดียวกัน โดยพบแนวโน้มว่ากลุ่มที่เสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหารที่ระดับต่าง ๆ ให้ผลดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหาร ทั้งนี้อาจเนื่องด้วยการเสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหารของสุกร อาจมีผลต่อการเจริญเติบโตจึงทำให้การเพิ่มเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกายซึ่งสอดคล้องกับ วัชรี (2538) ที่กล่าวว่า สุกรที่มีความเจริญเติบโตดีย่อมมีการเพิ่มน้ำหนักตัวเนื่องจากอวัยวะส่วนต่าง ๆ ในร่างกายมีการเจริญเติบโตหรือมีการขยายขนาดเพิ่มขึ้น

ไขมันในช่องท้อง จากการทดลองพบว่า การเสริมเปลือกกุ้งผสมในสูตรอาหารของสุกรมีผลต่อน้ำหนักไขมันช่องท้องของสุกรแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) พบว่า กลุ่มที่ได้รับเปลือกกุ้งในสูตรอาหารที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มจะให้น้ำหนักของไขมันช่องท้องต่ำ โดยมีน้ำหนักของไขมันช่องท้องของสุกรที่ได้รับเปลือกกุ้งในอาหารที่ระดับ 0 3 4 5 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยเท่ากับ 1683.33 1683.33 1733.33 1533.33 1466.66 และ 1550.00 กรัม ตามลำดับ

น้ำหนักสันใน จากการทดลองพบว่า การเสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหารของสุกรมีผลต่อน้ำหนักสันในของสุกรแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) พบว่า กลุ่มที่ได้รับเปลือกกุ้งในสูตรอาหารที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มจะมีน้ำหนักของสันในสูง โดยมีน้ำหนักของเนื้อ

สันในของสุกรที่ได้รับเปลือกกุ้งในอาหารที่ระดับ 0 3 4 5 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยเท่ากับ 1033.33 1033.33 1050.00 983.33 1083.66 และ 1000.00 กรัม ตามลำดับ

ความเข้มของสีเนื้อสันนอก ในการทดลองครั้งนี้ได้ใช้การวัดสีโดยใช้ระบบสีของฮันเตอร์ (Hunter color system) ซึ่งระบบของฮันเตอร์ประกอบด้วยตัวแปรของสี 3 ตัว คือ L a b ซึ่งมีความหมายดังนี้

L คือ ความสว่างของสีซึ่งมีค่าจาก 0 คือ สีดำ ถึง 100 คือ สีขาว (lightness)

a คือ ค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเขียวและสีแดง (redness)

b คือ ค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน (yellowness)

จากการวัดสีจะตัดเนื้อบริเวณเนื้อสันนอก 3 ชิ้น โดยมีความหนาประมาณ 2 เซนติเมตร แล้วใส่ถุงพลาสติกชนิดแช่เย็น แล้วเก็บในตู้แช่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมง จากนั้นนำเนื้อออกจากถุงนำมาวัดค่าสี

ค่าสี L จากการทดลองพบว่า การเสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหารของสุกรมีผลต่อการเพิ่ม ค่า L (บ่งบอกถึงความสว่าง) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ในทุกระดับการทดลอง โดยพบว่า สุกรกลุ่มที่ไม่ได้รับเปลือกกุ้งเสริมในสูตรอาหารมีค่า L ต่ำกว่า โดยสุกรกลุ่มที่มีการเสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหารที่ระดับ 0 3 4 5 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ มีค่า L ของสีเนื้อสันนอกของสุกร เฉลี่ยเท่ากับ 39.67 44.58 44.31 47.69 48.52 และ 50.79 ตามลำดับ

ค่าสี a (ความบ่งบอกสีเขียวและสีแดง) จากการทดลองพบว่า การเสริมเปลือกกุ้ง 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารมีผลทำให้ค่า a ลดลง อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยพบว่า การเสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหารของสุกรทดลองที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่า a เข้มกว่า โดยสุกรกลุ่มที่ได้รับการเสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหารที่ระดับ 0 3 4 5 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ มีค่า a ของสีเนื้อสันนอกของสุกร เฉลี่ยเท่ากับ 17.69 14.01 14.47 13.34 18.97 และ 17.00 ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของ Watkins และคณะ (1982) กล่าวว่า แกลบกุ้งมีสารให้สีพวก Astaxanthin อยู่สูง หากใช้เป็นส่วนผสมในอาหารเลี้ยงไก่ไข่ และสุกร จะทำให้ไข่มีสีแดงสดหรือมีสีของเนื้อสัตว์สดขึ้น

ค่าสี b (ความบ่งบอกสีเหลืองและน้ำเงิน) จากการทดลองพบว่า การเสริมเปลือกกุ้ง 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารมีผลทำให้ค่า b เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยพบว่า การเสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหารของสุกรทดลองที่ระดับ 7 เปอร์เซ็นต์ มีค่า b มากกว่า โดยสุกรกลุ่มที่ได้รับการเสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหารที่ระดับ 0 3 4 5 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ มีค่า b ของสีเนื้อสันนอกของสุกร เฉลี่ยเท่ากับ 4.74 4.80 5.32 5.25 7.43 และ 8.08 ตามลำดับ

จากผลการทดลองข้างต้นจะเป็นแนวทางหนึ่งเพื่อเพิ่มความเข้มของสีเนื้อของสุกร โดยไม่ใช้สารเร่งเนื้อแดงชนิดต่าง ๆ ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค โดยลักษณะสีเนื้อของสุกรที่ต้องการคือ

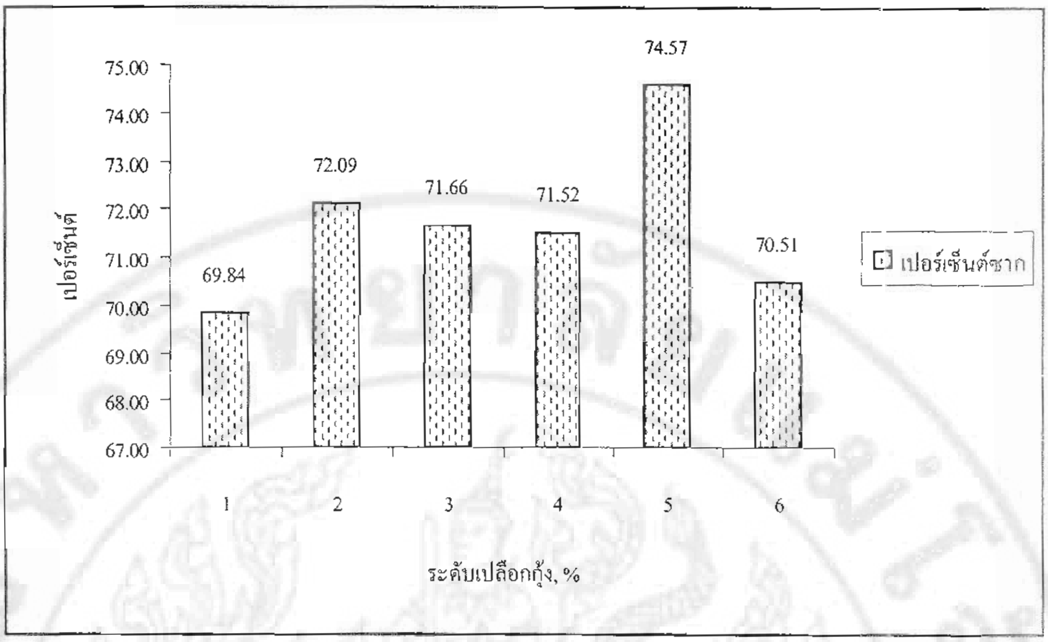
เนื้อควรมีสีชมพูอมแดง (จุฑารัตน์, 2532) ตามระบบการวัดสีที่ใช้วัดเนื้อสุกรในการทดลองครั้งนี้ ค่าตัวแปรที่สำคัญ คือ ค่า L และ a หมายความว่า เนื้อสุกรที่ดีมีสีชมพูอมแดง ค่าตัวแปร L และ a จะเป็นบวกโดยมีค่า a สูงและค่า L ต่ำในทางตรงกันข้ามหากเนื้อมีลักษณะซีดขาวจะมีค่าตัวแปร L สูง ค่า a ต่ำ แสดงถึงความมีสีขาวในเนื้อมากมีสีแดงน้อย อนึ่งค่า b จะบ่งบอกถึงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงินในการวัดสี มีความสำคัญน้อยเพราะเนื้อไม่แสดงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงินอย่างเด่นชัด แต่จะมีความสำคัญในการวัดสีของผลไม้ที่มีสีผิวเวลาสุกเป็นสีเหลือง

อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองสามารถบ่งบอกได้ว่าผลของการใช้เปลือกกุ้งในอาหารที่มีผลต่อลักษณะสีของเนื้อสันนอกของสุกรอยู่ที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าตัวแปรของ L ต่ำ และ a สูง เกิดลักษณะของเนื้อสุกรมีสีชมพูอมแดง Watkins (1982) รายงานว่า แกลบกุ้งมีสารให้สีพวก Astaxanthin อยู่สูง หากนำไปเลี้ยงไก่กระทงจะทำให้ผิวและเนื้อของสัตว์เหล่านั้นมีสีสดขึ้น เช่นเดียวกับ Choubert และ Leuquet (1983) กล่าวว่าเปลือกกุ้งมีสารให้สีหากนำไปผสมอาหารเลี้ยงปลาเทร้าในระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ผิวเนื้อของปลามีสีเข้มสดขึ้น อย่างไรก็ตาม สารให้สีที่ปลากินเข้าไปสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เพียง 10 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ส่วนใหญ่พบว่าการใช้เปลือกกุ้งในอาหารสัตว์ปีกสามารถใช้ได้ในระดับสูง และอาจให้ผลดีกว่าสุกร เนื่องจากสัตว์ปีกต้องการแคลเซียมสูงและฟอสฟอรัสต่ำกว่าสุกร

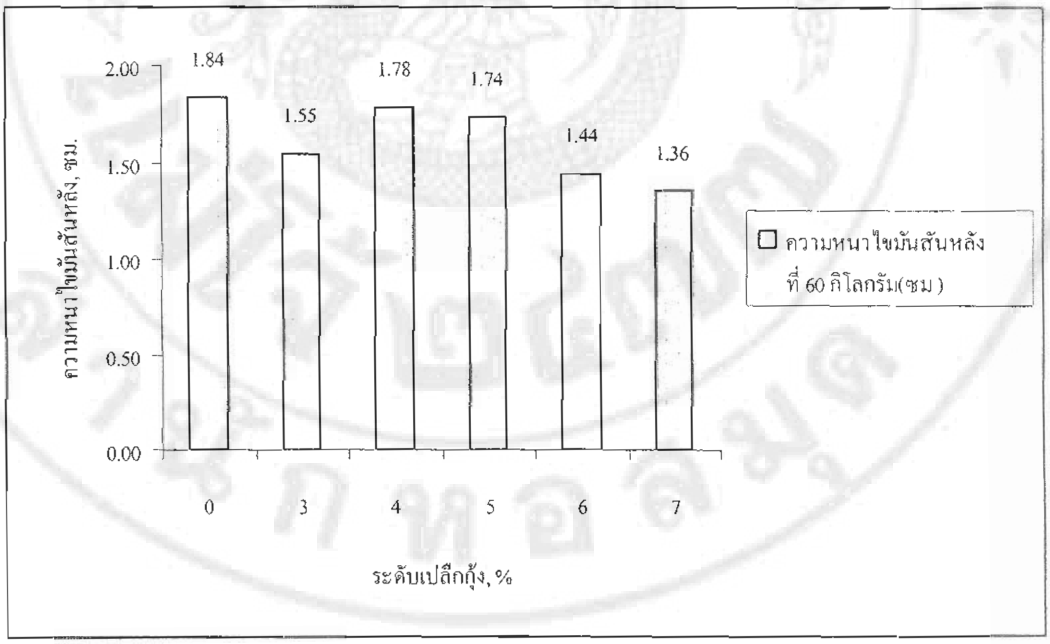
ตาราง 3 ผลการศึกษาด้านคุณภาพซากสุกรขุนที่กินอาหารสูตรเปลือกกุ้ง

	อาหารทดลองผสมเปลือกกุ้ง, %						SEM
ระดับเปลือกกุ้ง (%)	0	3	4	5	6	7	
เปอร์เซ็นต์ซาก	69.84	72.09	71.66	71.52	74.57	70.51	1.43
ความหนาไขมันสันหลัง ที่ 60 กิโลกรัม (ซม.)	1.84	1.55	1.78	1.74	1.44	1.36	0.12
ความหนาไขมันสันหลัง ที่ 90 กิโลกรัม (ซม.)[1/]	2.25 [a]	2.01 [ab]	1.89 [b]	2.13 [ab]	1.66 [c]	1.36 [d]	0.14
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก ($ซม.^2$)	39.00	38.95	39.87	41.41	39.25	50.33	3.33
ความยาวซาก (ซม.)	74.58	78.12	76.25	73.33	74.58	77.96	1.66
pH แรก	6.15	6.11	5.99	6.12	6.13	6.15	0.16
น้ำหนักปอด (ก.)	1216.66	1583.33	1800.00	1550.00	1400.00	1583.33	158.00
น้ำหนักม้าม (ก.)	158.33	203.33	216.66	266.66	225.00	208.33	38.30
น้ำหนักตับ (ก.)	1450.00	1866.66	1950.00	1766.66	1633.33	1616.66	113.98
น้ำหนักไขมันช่องท้อง (ก.)	1683.33	1683.33	1733.33	1533.33	1466.66	1550.00	160.47
น้ำหนักสันใน (ก.)	1033.33	1033.33	1050.00	983.33	1083.66	1000.00	38.61
สีของเนื้อ							
lightness (L) [2/]	39.67 [d]	44.58 [c]	44.31 [c]	47.69 [b]	48.52 [b]	50.79 [a]	0.50
redness (a) [2/]	17.69 [a]	14.01 [b]	14.47 [ab]	13.24 [b]	18.97 [a]	17.00 [a]	0.88
yellowness (b) [2/]	4.74 [c]	4.80 [c]	5.32 [c]	5.25 [c]	7.43 [b]	8.08 [a]	0.42

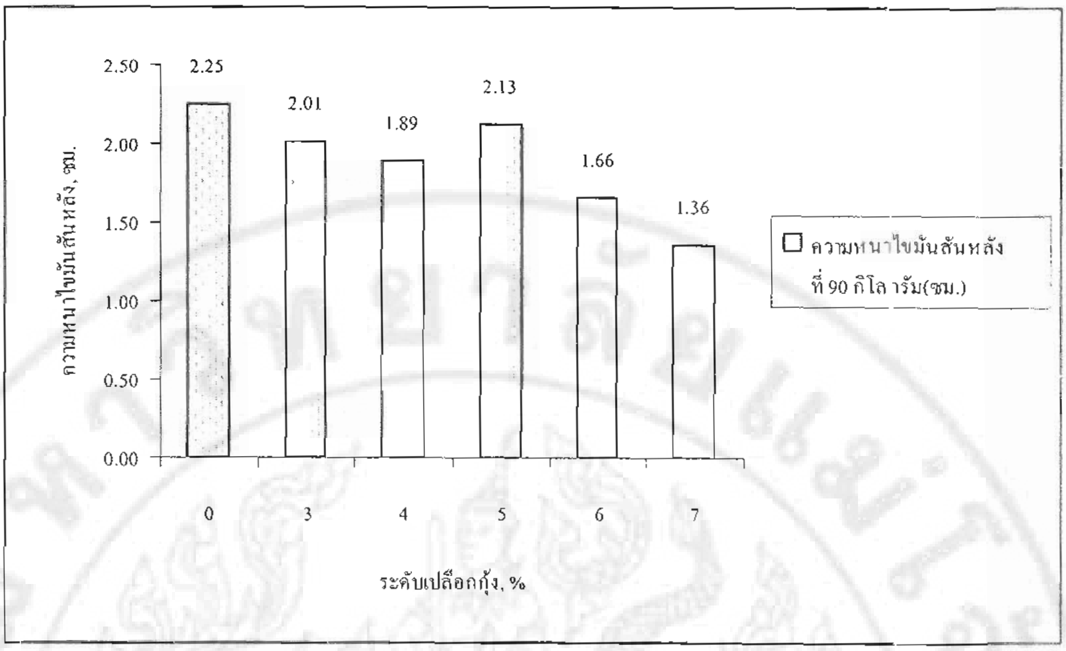
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแถวนอนเดียวกันมีอักษรต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ [1/] $P<0.05$ และ [2/] $P<0.01$



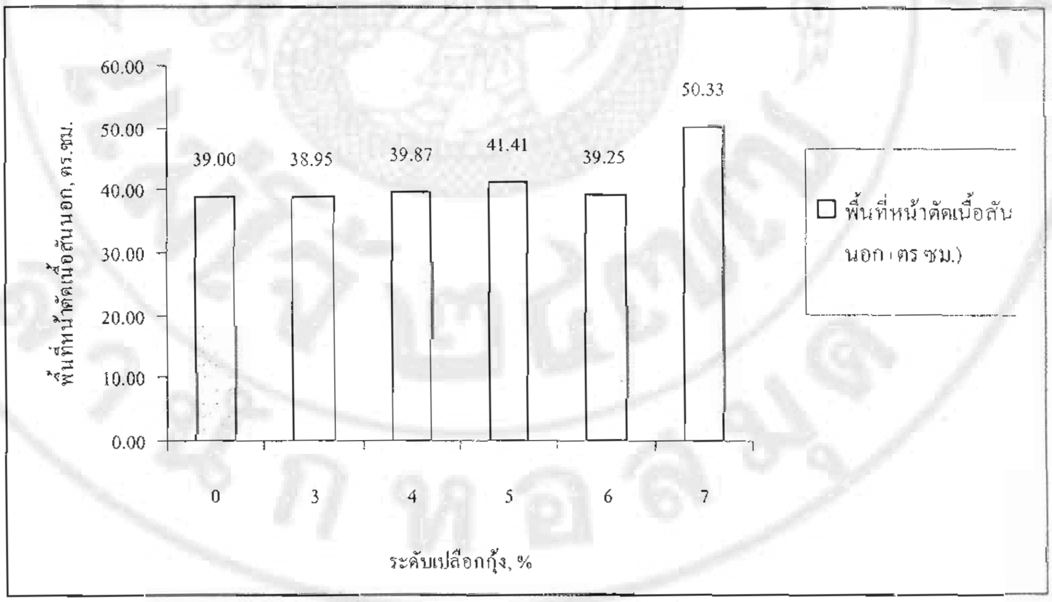
ภาพ 1 กราฟเปอร์เซ็นต์ซากสุกรขุนที่ได้รับอาหารผสมเปลือกกุ้งที่ระดับต่าง ๆ



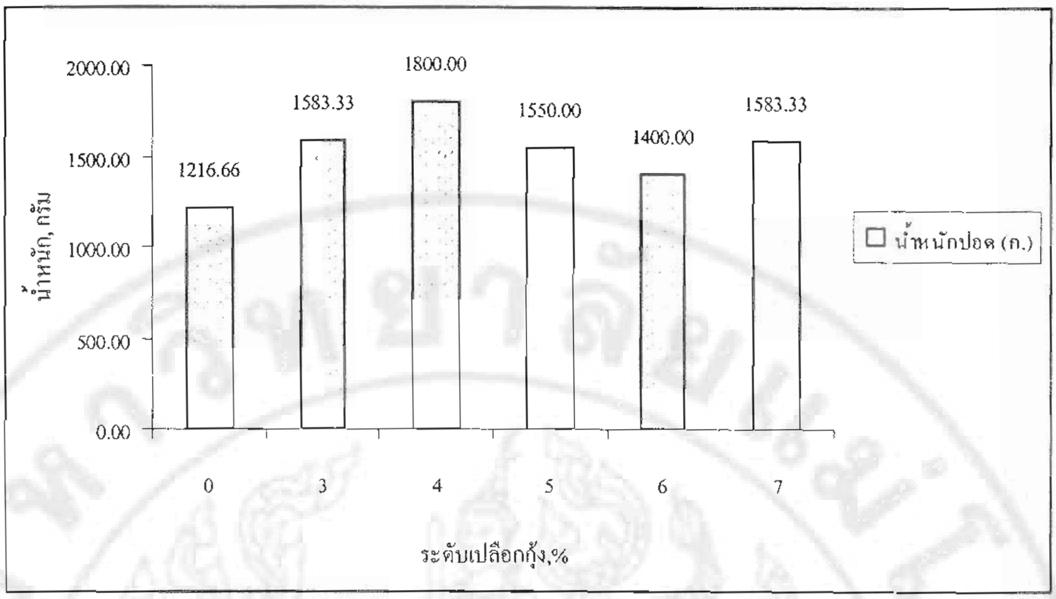
ภาพ 2 กราฟความหนาไขมันสันหลังของสุกรขุนที่ 60 กิโลกรัม



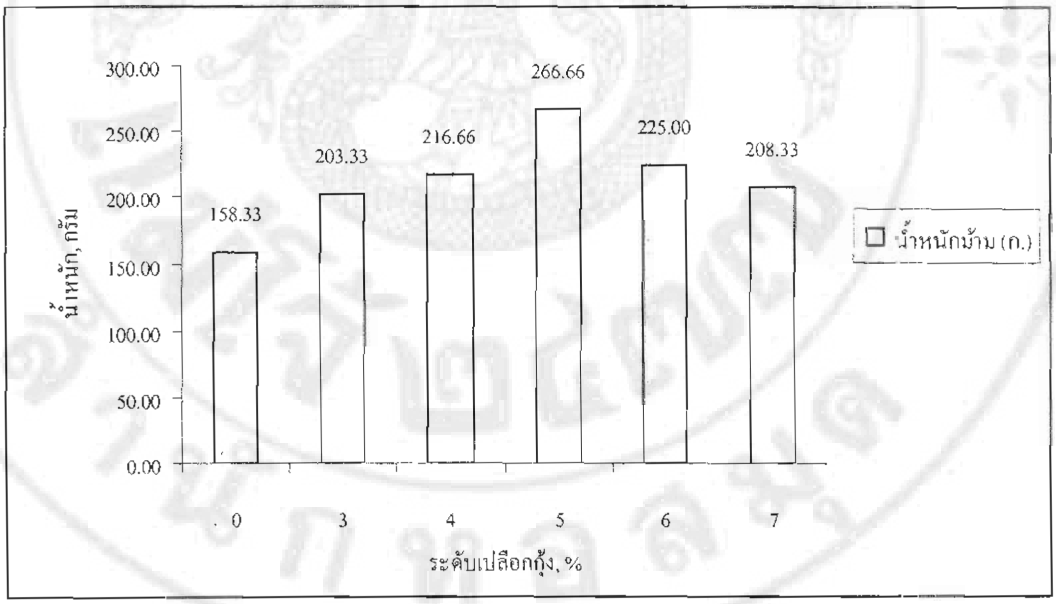
ภาพ 3 กราฟความหนาไขมันสันหลังของสุกรขุนที่ 90 กิโลกรัม



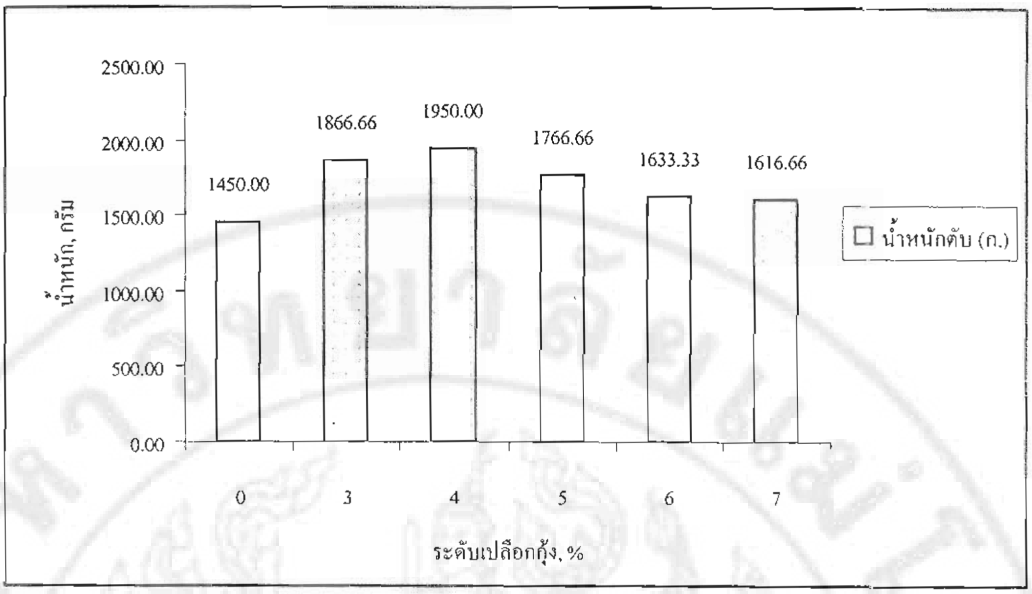
ภาพ 4 กราฟพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก (ตารางเซนติเมตร) ของสุกรขุน



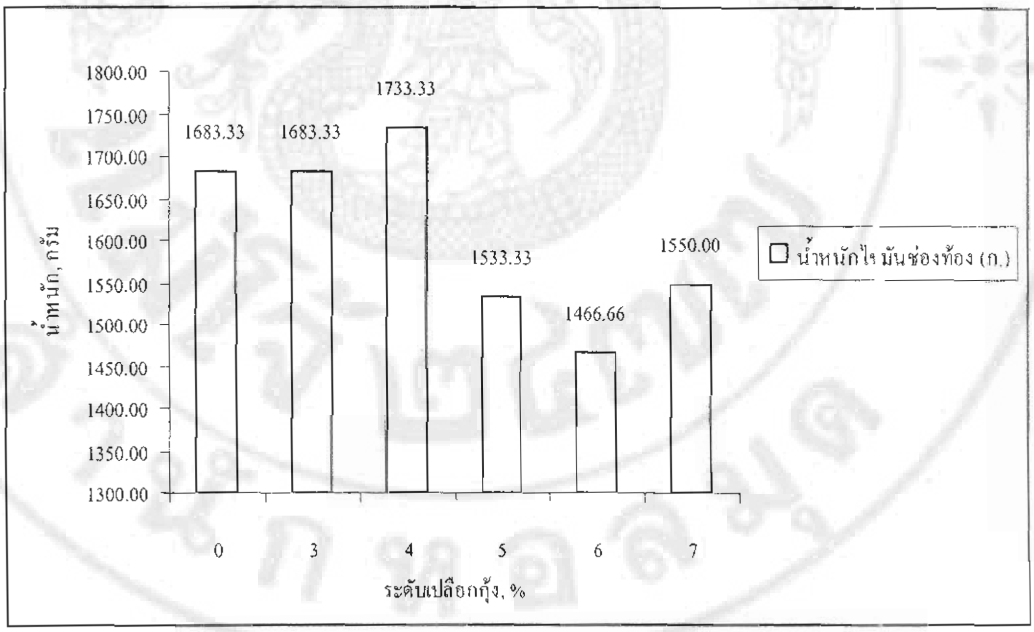
ภาพ 5 กราฟน้ำหนักปอด (กรัม) ของสุกรขุน



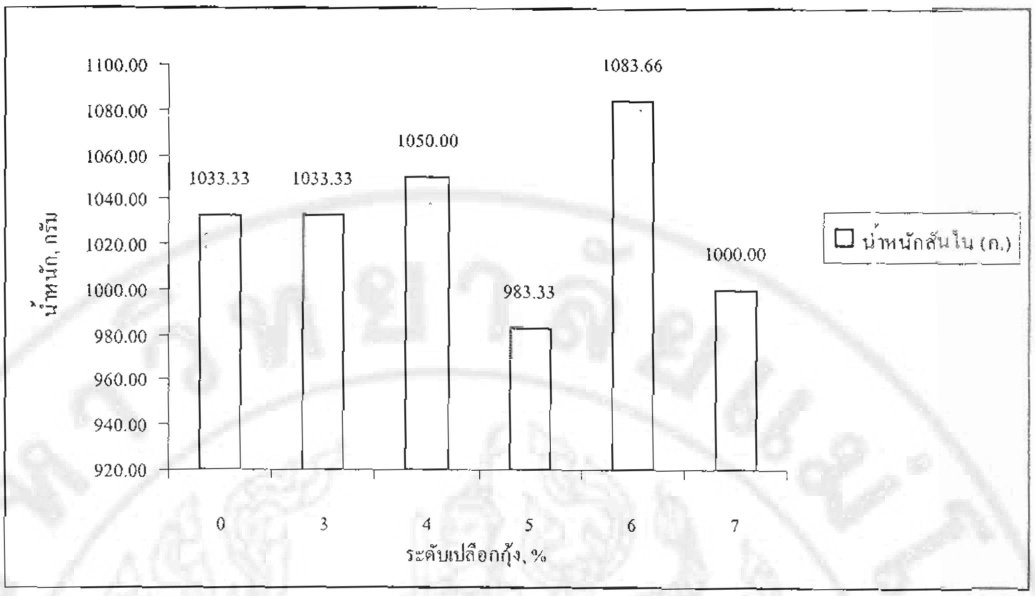
ภาพ 6 กราฟน้ำหนักม้าม (กรัม) ของสุกรขุน



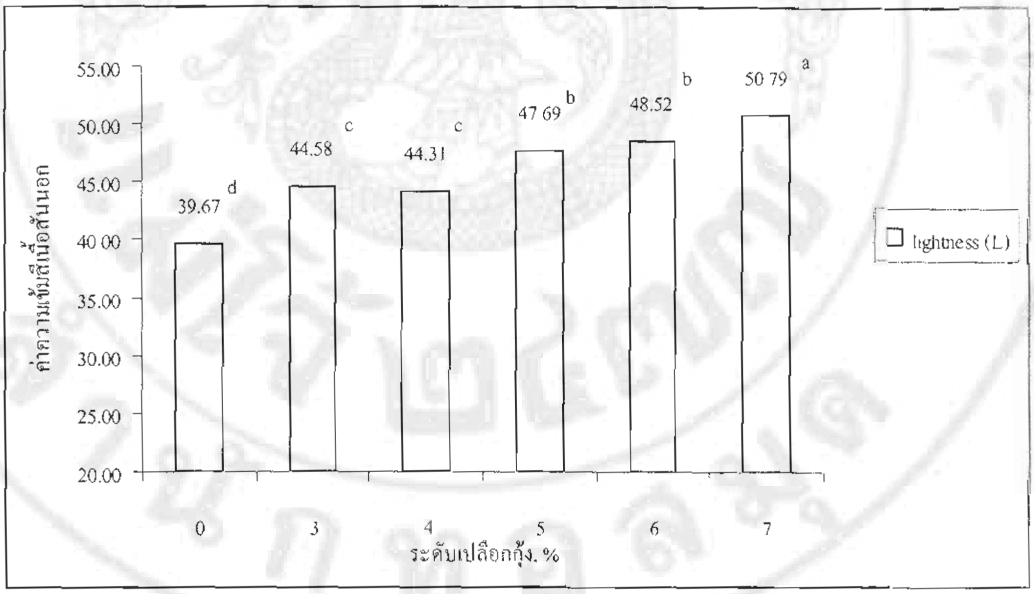
ภาพ 7 กราฟน้ำหนักตับ (กรัม) ของสุกรขุน



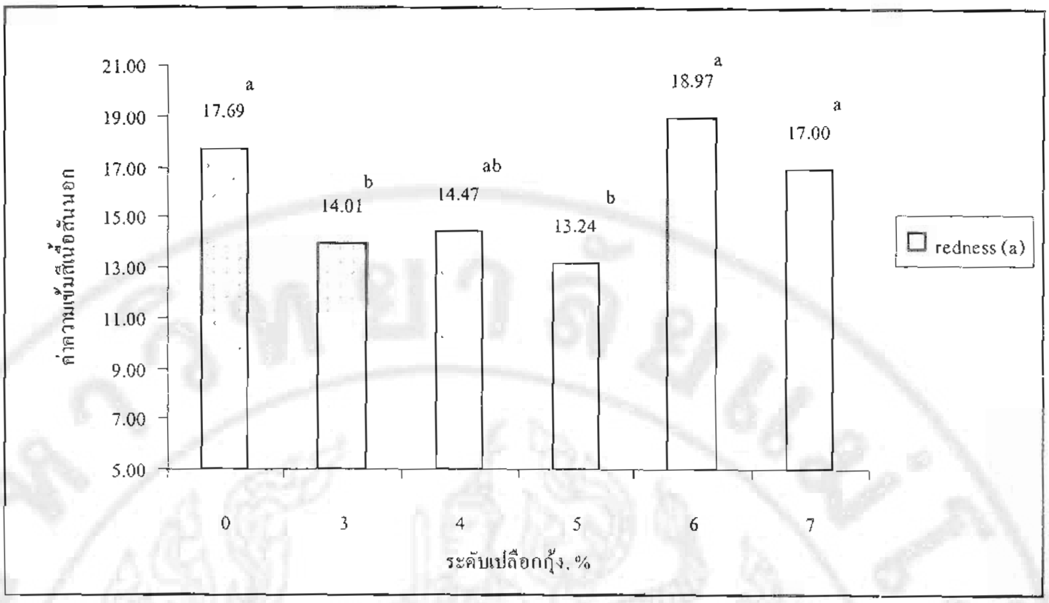
ภาพ 8 กราฟน้ำหนักไขมันช่องท้อง (กรัม) ของสุกรขุน



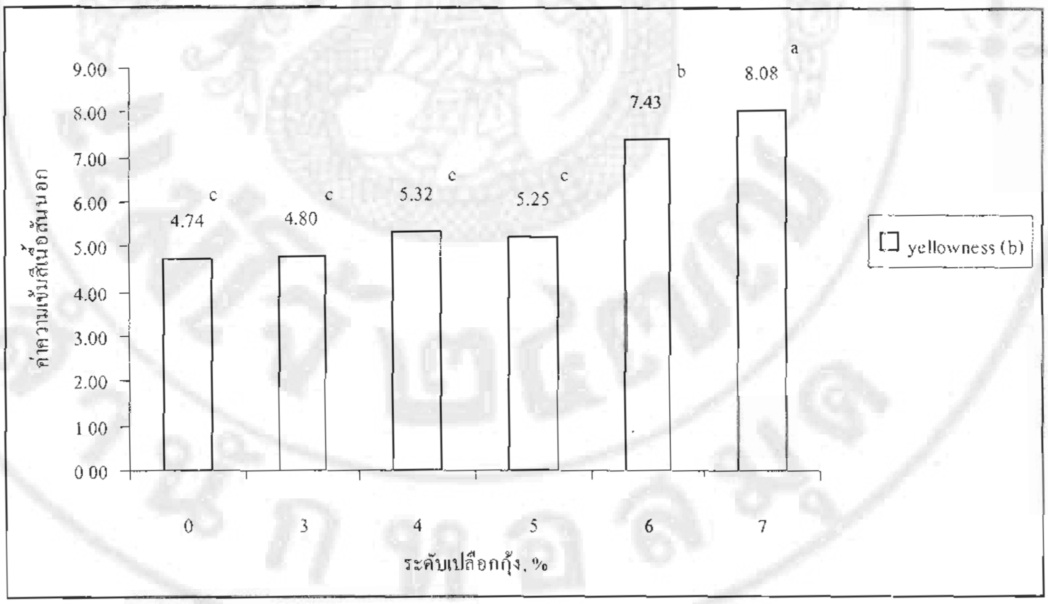
ภาพ 9 กราฟน้ำหนักเนื้อสันใน (กรัม) ของสุกรขุน



ภาพ 10 กราฟค่าความเข้มสีของเนื้อสันนอก (lightness) ของสุกรขุน



ภาพ 11 กราฟค่าความเข้มสีของเนื้อสันนอก (redness) ของสุกรขุน



ภาพ 12 กราฟค่าความเข้มสีของเนื้อสันนอก (yellowness) ของสุกรขุน

ผลการทดลองที่ 2 การศึกษาปริมาณคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอร์ไรด์ในเนื้อสันนอกของสุกร

การวิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อสันนอกของสุกร ที่ได้รับเปลือกกุ้งในสูตรอาหาร แสดงในตารางที่ 4 จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อสันนอกของสุกรมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่ากลุ่มเสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหารของสุกรที่ระดับ 7 เปอร์เซ็นต์ มีระดับปริมาณของคอเลสเตอรอลในเนื้อสันนอกลดลง โดยมีปริมาณของคอเลสเตอรอลของเนื้อสันนอกของสุกรกลุ่มที่ได้รับการเสริมเปลือกกุ้งที่ระดับ 0 3 4 5 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยเท่ากับ 162.72 162.86 157.39 167.87 163.35 และ 156.37 มิลลิกรัมต่อเนื้อ100 กรัม ตามลำดับ Avila (1996) รายงานว่า การกำจัดคอเลสเตอรอลออกจากร่างกายที่สำคัญที่สุดคือกรดน้ำดี (bile acids) ที่สำคัญได้แก่ cholic acid และ chenodeoxycholic acid ซึ่งสังเคราะห์ในตับและหลั่งในรูปของไกลซีน (glycine) หรือ ทาอูรีน (taurine) สู่ท่อน้ำดีหลังจากนั้นจะหลั่งสู่ลำไส้เล็กทำหน้าที่ช่วยการรวมตัวกันระหว่างน้ำกับไขมัน (emulsifying agent) ในขบวนการย่อยและดูดซึมไขมัน และวิตามินที่ละลายได้ในไขมัน (fat and fat-soluble vitamins) อัตราการหมุนเวียนกลับของกรดน้ำดี จากตับสู่กระแสเลือดและจากเลือดกลับสู่ตับใช้เวลาน้อยมาก มีการสูญหายระหว่างการหมุนเวียนกลับน้อยกว่าหนึ่งกรัมต่อวัน ถูกเมทาบอไลซ์โดยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่และถูกขับออกมาในอุจจาระ ซึ่งเป็นทางเดียวเท่านั้นที่ร่างกายสามารถขับคอเลสเตอรอลออกมาจากร่างกายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

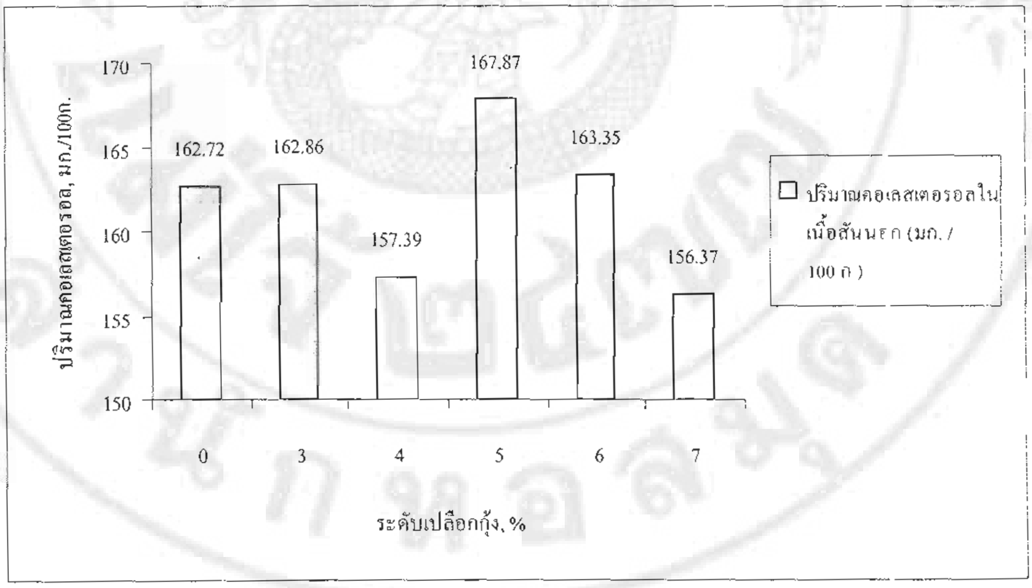
การวิเคราะห์หาปริมาณไตรกลีเซอร์ไรด์ของเนื้อสันนอกของสุกร จากการทดลองพบว่า การเสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหารของสุกรทำให้ระดับไตรกลีเซอร์ไรด์ลดต่ำลงมีความแตกต่างกันกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยการเสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหารที่ระดับ 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไตรกลีเซอร์ไรด์ในเนื้อสันนอกของสุกรลดลงต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่มีการเสริมเปลือกกุ้งที่ระดับ 3, 4, และ 5 เปอร์เซ็นต์ โดยมีปริมาณไตรกลีเซอร์ไรด์ของเนื้อสันนอกของสุกรกลุ่มที่ได้รับการเสริมเปลือกกุ้งที่ระดับ 0, 3, 4, 5, 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยเท่ากับ 74.96, 61.95, 39.35, 39.92, 31.95 และ 37.74 มิลลิกรัมต่อ100กรัม ตามลำดับ ($P<0.01$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้เปลือกกุ้งทำให้ระดับไตรกลีเซอร์ไรด์ลดลง เนื่องจากมีผลยับยั้งการสังเคราะห์ไตรเอซิลกลีเซอร์รอลและลดปริมาณ mRNA ของเอนไซม์ acetyl-CoA carboxylase ที่ตับ ทำให้การสังเคราะห์ไขมันลดลงและเพิ่มการสลายไขมันมากขึ้น แต่ถ้ามีปริมาณไขมันสูงมีผลทำให้ระดับไตรกลีเซอร์ไรด์ในเนื้อสันนอกสูงตามไปด้วย สอดคล้องกับ Leseigneur-Meynier and Gandomor (1991) รายงานว่า องค์ประกอบของไขมันในกล้ามเนื้อส่วนใหญ่จะมีไตรกลีเซอร์ไรด์เป็น

องค์ประกอบหลัก ซึ่งการที่ระดับไตรกลีเซอร์ไรด์ในเนื้อเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น เป็นผลทำให้ระดับไตรกลีเซอร์ไรด์เพิ่มขึ้น

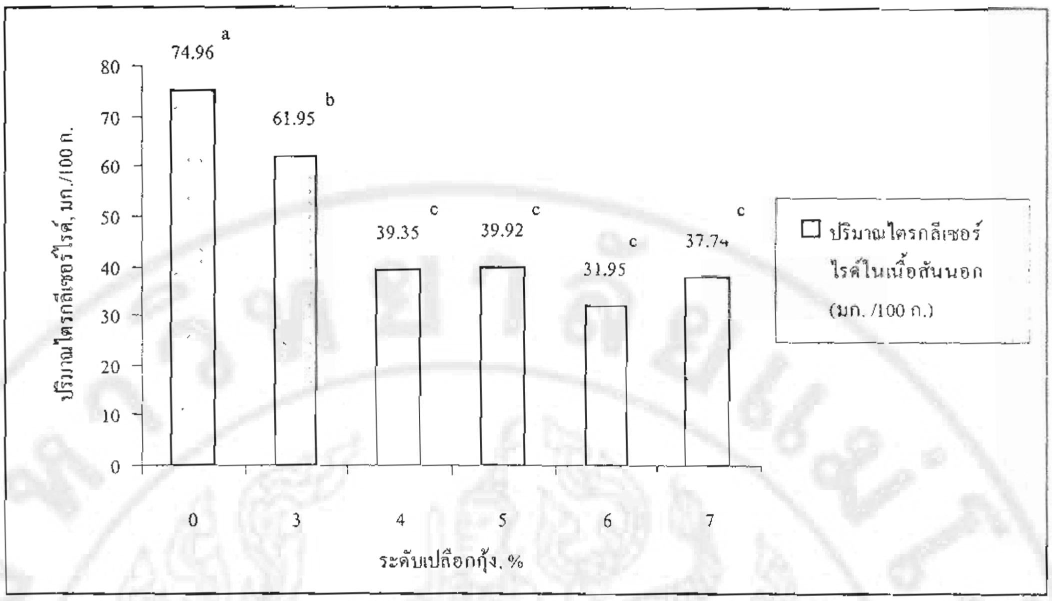
ตาราง 4 แสดงผลของปริมาณคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอรไรด์ในเนื้อสันนอกของสุกร

ระดับเปลือกกุ้ง	อาหารทดลองผสมเปลือกกุ้ง, (%)						SEM
	0	3	4	5	6	7	
ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อสันนอก (มก. /100 ก.)	162.72	162.86	157.39	167.87	163.35	156.37	4.92
ปริมาณไตรกลีเซอร์ไรด์ในเนื้อสันนอก (มก. /100 ก.)	74.96 [a]	61.95 [b]	39.35 [c]	39.92 [c]	31.95 [c]	37.74 [c]	4.39

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแถวนอนเดียวกันมีอักษรต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)



ภาพ 13 กราฟปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อสันนอก (มก./100 ก.) ของสุกรขุน



ภาพ 14 กราฟปริมาณไตรกลีเซอร์ไรด์ในเนื้อสันนอก (มก./100 ก.) ของสุกรขุน

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการเสริมเปลือกกุ้งที่ระดับ 0 3 4 5 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารของสุกร พบว่า ความหนาของไขมันสันหลังของสุกรที่น้ำหนัก 90 กิโลกรัม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สุกรกลุ่มที่ได้รับการเสริมเปลือกกุ้งที่ระดับ 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ จะมีความหนาของไขมันสันหลังบางลง และค่าความเข้มของสีเนื้อสันนอก L (lightness), a (redness), b (yellowness) ของสุกรที่ได้รับการเสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหารของสุกร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยค่าของ lightness ของสุกรที่ไม่ได้รับเปลือกกุ้งในสูตรอาหารมีค่าต่ำสุด และค่า redness ของสุกรที่ได้รับการเสริมเปลือกกุ้งที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่าสูงที่สุด ด้านปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อสันนอกของสุกรมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) มีแนวโน้มที่จะมีปริมาณคอเลสเตอรอลลดลงตามระดับของการเสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหาร แต่ปริมาณของไตรกลีเซอร์ไรด์ในเนื้อสันนอกของสุกรที่ได้รับการเสริมเปลือกกุ้งในสูตรอาหาร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) การใช้เปลือกกุ้งในสูตรอาหารที่ระดับ 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณของไตรกลีเซอร์ไรด์ในเนื้อสันนอกของสุกรลดลงต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

ดังนั้นจากผลการทดลองทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่า การเสริมเปลือกกุ้งที่ระดับ 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารสุกร เป็นระดับที่เหมาะสมในการเลี้ยงสุกรเพื่อให้มีคุณภาพซากดี โดยเฉพาะการลดลงของไขมันสันหลังที่น้ำหนัก 60 – 90 กิโลกรัม รวมถึงปริมาณคอเลสเตอรอลและปริมาณไตรกลีเซอร์ไรด์ในเนื้อสันนอกของสุกรจะมีแนวโน้มลดต่ำลง

ข้อเสนอแนะ

การเสริมเปลือกกุ้งที่ระดับ 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารของสุกร เป็นระดับที่น่าจะนำมาใช้ในทางปฏิบัติ เนื่องจากความหนาของไขมันสันหลังของสุกรที่น้ำหนัก 90 กิโลกรัม มีไขมันสันหลังบางลงโดยสามารถใช้เปลือกกุ้งผสมในอาหารของสุกรได้ถึง 7 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีผลกระทบต่อลักษณะคุณภาพซากของสุกร และไม่เกิดการตกค้างในเนื้อเหมือนสารเคมี เพราะเปลือกกุ้งเป็นอินทรีย์วัตถุสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ และการใช้เปลือกกุ้งผสมในอาหารของสุกรตั้งแต่ระดับ 7 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปไม่ควรเพิ่มเกลือลงในอาหารอีก เพราะเปลือกกุ้งมีเกลือสูงอยู่แล้ว

บรรณานุกรม

คณะกรรมการกลุ่มผลิต สาขาคหกรรมศาสตร์. 2535. **เอกสารประกอบการสอน อาหารและโภชนาการ**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 475 น.

จิราภรณ์ เชาวลิตสุขุมาวาสี. 2544. ไคติน – ไคโตซาน สารมหัศจรรย์จากธรรมชาติ. **วารสารเพื่อส่งเสริมการวิเคราะห์วิจัยทางวิทยาศาสตร์ของไทย.** 1(2): 12-13.

จุฑารัตน์ ศรีพรหมมา. 2528ก. **การจัดการเลี้ยงสัตว์.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะ เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 167 น.

____________. 2528ข. ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างเนื้อแดงของสุกร. **สุกรสาส์น.** 12(45): 15 – 22.

____________. 2532. คุณภาพซาก. **สุกรสาส์น.** 15(60): 39 – 40.

ชัยณรงค์ คันธพานิต. 2529. **วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพาณิช. 26 น.

นิโลบล เนื่องตัน. 2542. **ชีวเคมี 1.** กรุงเทพฯ: บริษัทธรรมสารจำกัด. 540 น.

ประจวบ หล่ำอุบล. 2534. **สรีรวิทยากุ้ง.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 240 น.

ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์. 2543. **รายงานการประชุมสัมมนาเกษตรยุคใหม่เรื่อง ไคติน-ไคโตซาน.** กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC). 20 น.

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2543. ทางออกของการทำให้เนื้อสุกรแดงโดยคุณภาพเนื้อดีกว่าเดิม. **ธุรกิจอาหารสัตว์.** 17(70): 30 – 35.

เพทาย พงษ์เพียจันทร์. 2538. **สรีรวิทยาสัตว์เลี้ยง.** เชียงใหม่: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 244 น.

ลักขณา รุจนะไกรกานต์. 2533. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเนื้อสัตว์.** เชียงใหม่: ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 407 น.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สหมิตรออฟเซต. 133 น.

สมกิจ อนะวัชกุล. 2536. **เอกสารประกอบการสอนการผลิตสุกร.** พิษณุโลก: สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตพิษณุโลก. 220 น.

สมชัย จันทร์สว่าง. 2528. คุณภาพเนื้อสุกร. **สุกรสาส์น.** 13(50): 51 – 56.

____________. 2532. ลักษณะไขมันในสุกร. **สุกรสาส์น.** 15(60): 45 – 58.

สมรส พันธ์พรม. 2544. **การเสริมไคติน-ไคโตซานในอาหารสัตว์.** เอกสารสัมมนาสัตว์ปีก วันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2544. ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่. 11 น.

สัญชัย จตุรสิทธา, พันทิพา พงษ์เพียจันทร์ และ บุญลือ เผือกผ่อง. 2543. **การศึกษาการเปรียบเทียบน้ำหนักฆ่าที่ระดับต่าง ๆ ของสุกรเพศผู้ต่อสมรรถนะการผลิตและคุณภาพซาก.** รายงานการประชุมวิชาการ สาขาสัตว์ ครั้งที่ 38 ระหว่างวันที่ 1 – 4 กุมภาพันธ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 167 น.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2534. **การจัดการเนื้อสัตว์.** เชียงใหม่: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 225 น.

สุจิตรา เลิศพฤกษ์. 2536. **เทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์เนื้อ.** เชียงใหม่: ภาควิชาอุตสาหกรรมการเกษตร คณะธุรกิจการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. 205 น.

สุทัศน์ ศิริ. 2540ก. **การจัดการฟาร์มสุกร.** เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 153 น.

______________. 2540ข. **เทคนิคการวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์งานวิจัยทางสัตว์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 177 น.

วัชรี จั่นทอง. 2538. ระดับไลซีนและพลังงานในอาหารสุกรรุ่น-ขุน. **สุกรสาส์น** 21(84): 17-25.

วิเชียร ทองสิน. 2529. **ผลของการใช้แกลบกุ้งในอาหารสุกรระยะเติบโต-หนุ่มสาว (15-90 กก.).** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 175 น.

วินัย ประลมพ์กาญจน์. 2527. **การผลิตสุกร.** สงขลา: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. 335 น.

อุทัย คันโธ. 2546. เลี้ยงสุกรอย่างไรให้ได้ซากดีมีสุขอนามัยปลอดภัยต่อผู้บริโภค. **สุกรสาส์น.** 30(118): 29-44.

อุษณีย์ วินิจเขตคำนวณ. 2538. **ชีวเคมีของลิปิดและไลโปโปรตีน.** เชียงใหม่: ภาควิชาเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 111 น.

Allen, L.B., H.R. Thomas, P.P. Graham, R.F. Kelly and C.C. Brooks. 1961. Effect of slaughter weight on composition and efficiency of swine. **J. Anim. Sci.,** 20: 923.

Asghar, A., J.I. Gray, A.M. Buckley, A.M. Pearson, and A.M. Booren. 1988. Perspectives on warmed-over flavor. **Food. Technol.,** 42: 102-108.

Avila, J.L., M. Rojas, and A. Avila. 1996. Cholesterol sulphate-reactive autoantibodies are specifically increased in chronic chagasic human patients. **Clinical and Experimental Immnunology.** 103: 40-46.

Bartley, J.C. 1989. Lipid Metabolism and Its Diseases. pp. 107-135. In **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 4th ed. New York: Academic Press.

Barton-Gade, P.A. 1987. Meat and fat quality in boars, castrates and gilts. **Livest. Prod. Sci.,** 16: 187-196.

Beattie, V.E., R.N. Weatherup, B.W. Moss and N. Walker. 1999. The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. **Meat Sci.,** 52: 205-211.

Biggs, H.G., J.M. Erikson and W.R. Moorehead. 1975. A manual colorimetric assay of triojlycerides in serum. **Clin. Chem.,** 21: 437-441.

Bonneau, M., M. Le Denmat, J.C. Vaudelet, J.R. Veloso Nunes, A.B. Mortensen and H.P. Mortensen. 1992. Contributions of fat androstenone and skatole to boar taint : I. Sensory Attibutes of Fat and Pork. **Livest. Prod. Sci.,** 32: 289-305.

Candek Potokar M., B. Zlender, L. Lefaucheur and M. Bonneau. 1998. Effect of age and weights at slaughter on *longissimus dorsi* muscles: Biochemical traits and sensory quality in pigs. **Meat Sci.,** 48: 287-300.

Choubert, G., Jr. and P. Leuguet. 1983. Utilization of shrimp meal for rainbow trout (*salmo gairdineri* Rich) pigmentation Influent of fat content of the diet. **Aquaculture.** 32: 19-26.

Cisneros, F., M. Ellis, J. McGraw, F.K. Mckeith and Y. Hyrm. 1994. Influence of slaughter weight on carcass cutting yields and meat quality in pigs. **J. Anim. Sci.,** 72: 378.

D'Arienzo, A., F. Manguso, G. Scaglione, G. Vienanza, R. Bennato and G. Mazzacca. 1998. Peognostic value of progressive decrease in serum cholesterol in predicting survival in Child-Pugh C viral cirrhosis. **Scand. J. Gastroenterol.** 33(11): 1213-1218.

Ellis, M. and S.V.K. Horsfield. 1988. The potential for increasing slaughter weights for bacon pigs in the United Kingdom. **Pig News and Information.** 9: 31-34.

Ellis, M., A.J. Webb, P.J. Avery and I. Brown. 1996. The Influence of terminal sire genotype, sex, slaughter weight, feeding regime and slaughter house on growth performance and

carcass and meat quality in pigs and on the organoleptic properties of fresh pork. **J. Anim. Sci.,** 62: 521-530.

Folch, J., M. Lees 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.

Garnet, A. G. 2001. The effect of using different levels of shrimp meal in laying hen diets. **Poult. Sci.,** 80(5): 633-636.

Jung, D.H., B.E. Biggs and W. R. Moorchead. 1975. Colorimetry of serum cholesterol with use of ferric acetate uranyl acetate and ferrous sulfate/sulfuric acid reagents. **Clin. Chem.,** 21: 1526-1530.

Kempster, A. J. and C.C. Warkup. 1991. A possible explanation of the variation in tenderness and juiciness of pig meat. **J. Anim. Sci.,** 52:59.

Kondos, A. C. 1997. Nutritional evaluation of six protein concentrates for the pig. **Aus. J. Exp. Agric. and Anim. Hus.,** 17: 872-879.

Kuhn, M., L. Beesten and C. Jatsch. 1997. Influence of the feeding intensity and of the live weight on fattening and carcass perform once of pigs and on the fatty acid pattern of the total and phospholipids of the M. *long. Dorsi.* Parameters of the fattening and carcass performance, the meat quality and the dry matter and ash content of the body fat compartments. **Zuch Tungskunde.** 69(4): 294-306.

Leach, L. M., M. Ellis, D. S. Sutton, F. K. Mckeith and E. R. Wilson. 1996. The growth performance, carcass characteristics and meat quality of halothane carrier and negative pigs. **J. Anim. Sci.,** 74: 934-943.

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.

Monin, G., C. Larzul, P. Le Roy and J. Culioli. 1999. Effect of the halothane genotype and slaughter weight on texture of pork. **J. Anim. Sci.,** 77: 408-415.

Nicholls, L.L. and M.A. Price. 1987. A comparison of boars and barrows for meat quality characteristics and steroid concentrations at four slaughter weights. **Agriculture and Forestry Bulletin, Alberta.** 66: 30-32.

Nold, R.A., J.R. Romans, W.J. Cosetello, J.A. Henson and G.W. Libal. 1997. Sensory characteristics and carcass traits of boars, barrows and gilts fed high-or adequate Protein diets and slaughtered at 100 or 110 kilograms. **J. Anim. Sci.,** 75: 2641 – 2651.

Pour, M., F. Hovorka and J. Zib. 1976. Breed differences in pH and percentage grilling and boiling loss of pork. **Zivocisha Vyroba.** 19(1): 197-209.

Ramaswami, A.M., I.A. Jayaprasad, A.M. Shanmugan and R.J.J. Abraham. 1993. Influence of slaughter weight on eating quality of pork. **Cheiron.** 22(4): 125-126. (abstr).

Sather, A.P., S.D.M. Jones and S. Joyal. 1991. Feedlot performance, carcass composition and pork quality from entire male and female Landrace and Large White market weight pigs. **Can. J. Anim. Sci.,** 71: 29-42.

Shuler, R.O., T.D. Pate, R.W. Mandigo and L.E. Lucas. 1983. Influence of confinement, hour, structure and slaughter weight on pork carcass characteristics. **J. Anim. Sci.,** 53: 31-35.

Stant, E.G., Jr., T.D. Martin, M.D. Judge and R.B. Harrington. 1968. Physical separation and chemical analysis of the porcine carcass at 23, 45, 68 and 91 kg liveweight. **J. Anim. Sci.,** 27: 636.

Sutton, D.S., M. Ellis , Y. Lan , F.K. McKeith and E.R. Wilson. 1997. Influence of slaughter weight and stress gene genotypes on the water holding capacity and protein gel characteristics of three porcine muscles. **Meat. Sci**., 46: 173-180.

Watkins, B.E., J. Adair and J.E. Oldfield. 1982. Evaluation of shrimp and king crap processing byproducts as feed supplements for mink. **J. Anim. Sci.,** 55: 578-589.

Wiseman, J. and J.A. Agunbiade. 1998. The influence of changes in dietary fat and oils on fatty acid profiles of carcass fat in finishing pigs. **Livest. Prod. Sci.,** 54: 217-227.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางภาคผนวก

มหาวิทยาลัยแม่โจ้
แม่โจ้ ๒๔๗๗
สำนักหอสมุด

ตารางภาคผนวก 1 เปอร์เซ็นต์ซากของสุกร (กิโลกรัม) ซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน

กลุ่มการทดลอง	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ระดับเปลือกกุ้ง, %	0	3	4	5	6	7
ซ้ำ 1	71.89	71.93	70.27	72.41	71.41	71.66
2	70.19	71.23	70.92	72.5	79.71	436.18
3	67.46	75.12	73.78	69.62	72.61	68.28
รวม	209.54	216.28	214.98	214.56	223.73	211.55
เฉลี่ย	69.84	72.09	71.66	71.52	74.57	70.51

SOV	df	SS	MS	F-ratio	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	39.92	7.98	1.30 ns	3.33	5.64
Block	2	10.72	5.31	0.87 ns	4.1	7.56
Error	10	61.15	6.11			
Total	17	111.8				

SEM = 1.43

CV = 3.44 %

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางภาคผนวก 2 ความหนาไขมันสันหลังของสุกร (เซนติเมตร) ที่น้ำหนัก 60 กิโลกรัมซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหารและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

กลุ่มการทดลอง	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ระดับเปลือกกุ้ง, %	0	3	4	5	6	7
ซ้ำ 1	1.91	1.79	1.71	1.91	1.56	1.36
2	1.73	1.43	2.26	1.79	1.33	9.92
3	1.90	1.43	1.38	1.51	1.43	1.34
รวม	5.54	4.65	5.35	5.22	4.32	4.08
เฉลี่ย	1.84	1.55	1.78	1.74	1.44	1.36

SOV	df	SS	MS	F-ratio	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	0.59	0.11	2.51^{ns}	3.33	5.64
Block	2	0.14	0.07	1.48^{ns}	4.10	7.56
Error	10	0.47	0.04			
Total	17	1.20				

SEM = 0.12

CV = 12.34 %

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางภาคผนวก 3 ความหนาไขมันสันหลังของสุกร (เซนติเมตร) ที่น้ำหนัก 90 กิโลกรัมซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหารและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

กลุ่มการทดลอง	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ระดับเปลือกกุ้ง, %	0	3	4	5	6	7
ซ้ำ 1	2.33	2.34	2.04	1.93	1.86	1.31
2	2.41	2.04	1.88	2.46	1.36	1.18
3	2.01	1.66	1.76	2.01	1.78	1.61
รวม	6.76	6.05	5.69	6.40	5.00	4.10
เฉลี่ย	2.25	2.01	1.89	2.13	1.66	1.36

SOV	df	SS	MS	F-ratio	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	1.58	0.31	4.59 *	3.33	5.64
Block	2	0.08	0.04	0.579 ^{ns}	4.10	7.56
Error	10	0.69	0.06			
Total	17	2.357				

SEM = 0.14

CV = 13.02 %

Trt =	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	2.25	2.01	1.89	2.13	1.66	1.36
P<0.05 =	a	ab	b	ab	c	a

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางภาคผนวก 4 พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกของสุกร (เซนติเมตร) ซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน

กลุ่มการทดลอง	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ระดับเปลือกกุ้ง, %	0	3	4	5	6	7
ซ้ำ 1	37.75	41.50	41.00	46.25	36.50	52.50
2	36.50	32.00	39.50	38.64	47.50	51.00
3	42.75	43.37	39.12	40.05	33.75	47.50
รวม	117.00	116.87	119.62	124.25	117.75	151.00
เฉลี่ย	39.00	38.95	39.87	41.41	39.25	50.33

SOV	df	SS	MS	F-ratio	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	295.33	59.06	1.78^{ns}	3.33	5.64
Block	2	11.86	5.93	0.17^{ns}	4.10	7.56
Error	10	331.75	33.17			
Total	17	638.94				

SEM = 3.33

CV. = 13.88 %

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางภาคผนวก 5 ความยาวซากของสุกร (เซนติเมตร) ซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน

กลุ่มการทดลอง		T1	T2	T3	T4	T5	T6
ระดับเปลือกกุ้ง, %		0	3	4	5	6	7
ซ้ำ	1	76.87	79.37	73.75	71.25	73.75	80.00
	2	74.37	76.25	76.87	70.00	71.25	77.50
	3	72.50	78.75	78.12	78.75	78.75	76.25
รวม		223.75	234.38	228.75	220.00	233.75	233.75
เฉลี่ย		74.58	78.13	76.25	73.33	74.58	77.96

SOV	df	SS	MS	F-ratio	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	57.40	11.48	1.38 ^{ns}	3.33	5.64
Block	2	23.74	11.87	1.43 ^{ns}	4.10	7.56
Error	10	82.76	8.27			
Total	17	163.99				

SEM = 1.66

CV. = 3.76 %

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางภาคผนวก 6 ความเป็นกรดเป็น-ด่าง (pH) ของเนื้อสันนอกของสุกรซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน

กลุ่มการทดลอง	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ระดับเปลือกกุ้ง, %	0	3	4	5	6	7
ซ้ำ 1	6.40	6.10	6.27	6.12	6.70	5.97
2	6.10	6.27	5.97	5.85	5.85	6.40
3	5.97	5.97	5.72	6.40	5.85	6.10
รวม	18.47	18.35	17.97	18.37	18.40	18.47
เฉลี่ย	6.15	6.11	5.99	6.12	6.13	6.15

SOV	df	SS	MS	F-ratio	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	0.05	0.01	0.13^{ns}	3.33	5.64
Block	2	0.21	0.10	1.33^{ns}	4.10	7.56
Error	10	0.80	0.08			
Total	17	1.07				

SEM = 0.16

CV = 4.62 %

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางภาคผนวก 7 น้ำหนักปอดของสุกร (กรัม) ซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน

กลุ่มการทดลอง	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ระดับเปลือกกุ้ง, %	0	3	4	5	6	7
ซ้ำ 1	1250	1900	1700	1350	1200	2000
2	1350	1350	1800	1550	1500	1650
3	1050	1500	1900	1750	1500	1100
รวม	3650	4750	5400	4650	4200	4750
เฉลี่ย	1216.66	1583.33	1800.00	1550.00	1400.00	1583.33

SOV	df	SS	MS	F-ratio	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	581111.11	116222.22	1.55 ^{ns}	3.33	5.64
Block	2	31111.11	15555.55	0.20 ^{ns}	4.10	7.56
Error	10	748888.89	74888.88			
Total	17	2361111.11				

SEM = 158.00

CV = 18.03 %

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางภาคผนวก 8 น้ำหนักม้ามของสุกร (กรัม) ซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน

กลุ่มการทดลอง	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ระดับเปลือกกุ้ง, %	0	3	4	5	6	7
ซ้ำ 1	175	250	190	150	175	175
2	150	150	210	400	200	250
3	150	210	250	250	300	200
รวม	475	610	650	800	675	625
เฉลี่ย	158.33	203.33	216.66	266.66	225.00	208.33

SOV	df	SS	MS	F-ratio	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	18425.61	3684.7	0.83 ^{ns}	3.33	5.64
Block	2	6669.44	3334.71	0.75 ^{ns}	4.10	7.56
Error	10	44013.88	4401.38			
Total	17	69106.94				

SEM = 38.30

CV = 31.14 %

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางภาคผนวก 9 น้ำหนักตับของสุกรซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร (กรัม) และการวิเคราะห์ความแปรปรวน

กลุ่มการทดลอง	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ระดับเปลือกกุ้ง, %	0	3	4	5	6	7
ซ้ำ 1	1600	1750	2000	1900	1900	1600
2	1200	1850	1900	1650	1200	1800
3	1550	2000	1950	1750	1800	1450
รวม	4350	5600	5850	5300	4900	4850
เฉลี่ย	1450.00	1866.66	1950.00	1766.66	1633.33	1616.66

SOV	df	SS	MS	F-ratio	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	502361.11	100472.22	2.57^{ns}	3.33	5.64
Block	2	121944.45	60972.23	1.56^{ns}	4.10	7.56
Error	10	389722.22	38972.22			
Total	17	1014027.78				

SEM = 113.98

CV = 11.51 %

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางภาคผนวก 10 น้ำหนักไขมันในช่องท้องของสุกร (กรัม) ซึ่งเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน

กลุ่มการทดลอง	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ระดับเปลือกกุ้ง, %	0	3	4	5	6	7
ซ้ำ 1	1650	1500	2200	1900	1900	1600
2	1600	1600	1750	1650	1200	1800
3	1800	1950	1250	1750	1500	1350
รวม	5050	5050	5200	4600	4400	4650
เฉลี่ย	1683.33	1683.33	1733.33	1533.33	1466.66	1550.00

SOV	df	SS	MS	F-ratio	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	167916.00	33583.33	0.43 ^{ns}	3.33	5.64
Block	2	75833.33	37916.66	0.49 ^{ns}	4.10	7.56
Error	10	772500.00	77250.00			
Total	17	1061250.00				

SEM = 160.47

CV = 17.28 %

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางภาคผนวก 11 น้ำหนักสันในของสุกรซึ่งเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร (กรัม) และการวิเคราะห์ความแปรปรวน

กลุ่มการทดลอง	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ระดับเปลือกกุ้ง, %	0	3	4	5	6	7
ซ้ำ 1	1000	950	1050	900	950	950
2	1050	1100	1050	950	1100	1100
3	1050	1050	1050	1100	1200	950
รวม	3100	3100	3150	2950	3250	3000
เฉลี่ย	1033.33	1033.33	1050.00	983.33	1083.66	1000.00

SOV	df	SS	MS	F-ratio	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	19027.77	3805.55	0.85 ^{ns}	3.33	5.64
Block	2	36944.44	18472.22	4.13 *	4.10	7.56
Error	10	44722.22	4472.22			
Total	17	100694.44				

SEM = 38.61

CV = 6.48 %

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางภาคผนวก 12 ค่าความเข้มของสีเนื้อสันนอก (L, lightness) ของสุกรที่ซึ่งเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน

กลุ่มการทดลอง	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ระดับเปลือกกุ้ง, %	0	3	4	5	6	7
ซ้ำ 1	39.45	45.11	44.23	47.76	48.39	49.72
2	40.69	44.93	44.50	46.80	48.59	50.50
3	38.88	43.71	44.20	48.51	48.58	52.17
รวม	119.02	133.76	132.93	143.08	145.57	152.39
เฉลี่ย	39.67	44.58	44.31	47.69	48.52	50.79

SOV	df	SS	MS	F-ratio	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	181.65	36.33	48.76**	3.33	5.64
Block	2	0.07	0.03	0.05^{ns}	4.10	7.56
Error	10	7.45	0.74			
Total	17	189.19				

SEM = 0.50

CV = 1.87 %

Trt =	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	39.67	44.58	44.31	47.69	48.52	50.79
P<0.01 =	d	c	c	b	b	a

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางภาคผนวก 13 ค่าความเข้มของสีเนื้อสันนอก (a, redness) ของสุกรซึ่งเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน

กลุ่มการทดลอง	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ระดับเปลือกกุ้ง, %	0	3	4	5	6	7
ซ้ำ 1	17.17	13.22	14.33	14.14	18.80	19.48
2	18.23	14.50	12.54	14.15	18.74	15.89
3	17.67	14.33	16.56	11.43	19.37	15.65
รวม	53.08	42.05	43.43	39.73	56.92	51.02
เฉลี่ย	17.69	14.01	14.47	13.34	18.97	17.00

SOV	df	SS	MS	F-ratio	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	79.52	15.90	6.86**	3.33	5.64
Block	2	0.82	0.41	0.17 ^{ns}	4.10	7.56
Error	10	23.16	2.31			
Total	17	103.51				

SEM = 0.88

CV = 9.55 %

Trt	= T1	T2	T3	T4	T5	T6
	17.69	14.01	14.47	13.34	18.97	17.00
P<0.01	= a	b	ab	b	a	a

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางภาคผนวก 14 ค่าความเข้มของสีเนื้อสันนอก (b, yellowness) ของสุกรซึ่งเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน

กลุ่มการทดลอง	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ระดับเปลือกกุ้ง, %	0	3	4	5	6	7
ซ้ำ 1	6.14	4.64	5.60	5.40	7.04	8.74
2	3.81	5.17	4.59	4.60	8.18	7.57
3	4.29	4.60	5.77	5.77	7.07	7.93
รวม	14.24	14.42	15.97	15.77	22.30	24.25
เฉลี่ย	4.74	4.80	5.32	5.25	7.43	8.08

SOV	df	SS	MS	F-ratio	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	31.12	6.22	11.96**	3.33	5.64
Block	2	1.11	0.55	1.07 ^{ns}	4.10	7.56
Error	10	5.20	0.52			
Total	17	37.43				

SEM = 0.42

CV = 12.13 %

Trt =	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	4.74	4.80	5.32	5.25	7.43	8.08
P<0.01 =	c	c	c	c	b	a

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางภาคผนวก 15 ปริมาณคลอเลสเตอรอลในเนื้อสันนอกของสุกรซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน

กลุ่มการทดลอง	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ระดับเปลือกกุ้ง, %	0	3	4	5	6	7
ซ้ำ 1	147.31	152.96	151.81	164.26	163.96	157.85
2	158.18	159.51	154.93	171.90	157.18	160.43
3	182.68	176.13	165.44	167.45	168.92	150.83
รวม	488.17	488.60	472.18	503.61	490.06	469.11
เฉลี่ย	162.72	162.86	157.39	167.87	163.35	156.37

SOV	df	SS	MS	F-ratio	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	270.43	54.086	0.74 ns	3.33	5.64
Block	2	465.58	232.79	3.20 ns	4.10	7.56
Error	10	726.50	72.65			
Total	17	1462.51				

SEM = 4.92

CV = 5.26 %

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางภาคผนวก 16 ปริมาณไตรกลีเซอร์ไรด์ในเนื้อสันนอกของสุกรซึ่งได้รับเปลือกกุ้งที่ระดับต่างกันในอาหาร และการวิเคราะห์ความแปรปรวน

กลุ่มการทดลอง	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ระดับเปลือกกุ้ง, %	0	3	4	5	6	7
ซ้ำ 1	86.57	59.99	41.73	36.19	32.02	36.00
2	81.64	63.48	38.47	47.46	27.08	39.87
3	56.67	62.38	37.86	36.12	36.76	37.36
รวม	224.88	185.85	118.06	119.77	95.86	113.23
เฉลี่ย	74.96	61.95	39.35	39.92	31.95	37.74

SOV	df	SS	MS	F-ratio	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	4270.17	854.03	14.76**	3.33	5.64
Block	2	90.26	45.13	0.78^{ns}	4.10	7.56
Error	10	578.48	57.85			
Total	17	4938.90				

SEM = 4.39

CV = 15.96 %

Trt =	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	74.96	61.95	39.35	39.92	31.95	37.74
P<0.01 =	a	b	c	c	c	c

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ภาคผนวก ข

ประวัติผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ๒๔๗๗ สำนักหอสมุด

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล :	นายอนุวงศ์ วงศ์วิเชียร
วัน เดือน ปี เกิด :	วันที่ 27 กันยายน พ.ศ. 2520
สถานที่เกิด :	จังหวัดนครราชสีมา
วุฒิการศึกษา	-ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2540 -ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี จังหวัดอุทัยธานี พ.ศ. 2542 -ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตปทุมธานี พ.ศ. 2545 - ปัจจุบัน นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ คาดว่าจะจบการศึกษาในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2549
ประวัติการทำงาน	-นักศึกษาฝึกงาน ศูนย์ปรับปรุงและบำรุงพันธุ์สัตว์ จังหวัดตาก พ.ศ. 2543 -นักศึกษาฝึกงาน ณ ศูนย์บำรุงพันธุ์สัตว์ เขต 3 จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2544 -อดีตพนักงานบริษัท ซี.พี. สัตวบาลประจำฟาร์มจังหวัดสระบุรี พ.ศ. 2545
ผลงานทางวิชาการ	-เสนอผลงานวิจัยทดลองเรื่อง การใช้สารสกัดจากผักปอดนาในการควบคุมเมล็ดวัชพืช การประชุมวิชาการระดับชาติของสมาชิกองค์การเกษตรกรในอนาคตแห่งประเทศไทยได้รับรางวัลชนะเลิศระดับภาคกลาง และระดับประเทศได้รับรางวัลชนะเลิศอันดับที่ 3 พ.ศ. 2541 -เสนอผลงานวิจัยในโครงการวิทยาศาสตร์อาชีวศึกษาเรื่อง การใช้สารสกัดจากผักปอดนาควบคุมเมล็ดวัชพืช พ.ศ. 2541 -เสนอผลงานวิจัยทดลองในโครงการวิทยาศาสตร์อาชีวศึกษาเรื่อง การใช้น้ำส้มไม้ในการยับยั้งเชื้อราในมะเขือเทศสีดา พ.ศ. 2542

-เสนอผลงานวิจัยในโครงการวิทยาศาสตร์อาชีวศึกษาเรื่อง การทำไข่เยี่ยวม้าสมุนไพร ได้รับรางวัลชนะเลิศระดับภาคกลาง พ.ศ. 2542

-เป็นนักศึกษาที่มีผลงานดีเด่นทางด้านโครงงานวิทยาศาสตร์ ประจำปี พ.ศ. 2542

-พ.ศ. 2549 อนุวงศ์ วงศ์วิเชียร สุทัศน์ ศิริ อภิชัย เมมบังวัน บุญสม วราเอกศิริ ผลของการใช้เปลือกกุ้งในอาหารต่อคุณภาพซากและระดับคอเลสเตอรอลในเนื้อสุกรขุน. งานประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7. ระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่