

สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ระดับการประเมินคุณภาพ

☐

ดีเยี่ยม

☒

ดีมาก

☐

ดี

☐

ปานกลาง





ผลของการเสริมไบโหม่อนในอาหารที่มีต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต
และองค์ประกอบของเลือดสุกกระยะเจริญเติบโต-ขุน

จันทร์จิรา ยุ่งยั้ง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

ชื่อเรื่อง

ผลของการเสริมไบโหม่อนในอาหารที่มีต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต
และองค์ประกอบของเลือดสุกรระยะเจริญเติบโต-ขุน

โดย

จันทร์จิรา ยุ่งยั้ง

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชัย เมฆบังวัน)

วันที่ 16 เดือน ๕๓ พ.ศ. ๒๕๕๓

กรรมการที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์ ศิริ)

วันที่ 16 เดือน ๕๓ พ.ศ. ๕๓

กรรมการที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร.บัวเรียม มณีวรรณ)

วันที่ 16 เดือน ๕๓ พ.ศ. ๒๕๕๓

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมปอง สรวมศิริ)

วันที่ 16 เดือน ๕๓ พ.ศ. ๒๕๕๓

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จำเนียร ยศราช)

ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

วันที่ 16 เดือน ๕๓ พ.ศ. ๒๕๕๓

ชื่อเรื่อง	ผลของการเสริมไบหม่อนในอาหารที่มีต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและองค์ประกอบของเลือดสุกรระยะเจริญเติบโต-ขุน
ชื่อผู้เขียน	นางสาวจันทร์จิรา ยู่ยง
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์
ประธานกรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชัย เมฆบั้งวัน

บทคัดย่อ

การศึกษากการเสริมไบหม่อนในอาหารที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตและองค์ประกอบของเลือดสุกรรุ่น-ขุน ใช้สุกรลูกผสมสามสายเลือด (ดуроค×ลาร์จไวท์-แลนด์เรซ) ที่น้ำหนักตัวเริ่มต้น 40 กิโลกรัม จำนวน 40 ตัว (เพศผู้ตอน 20 ตัว เพศเมีย 20 ตัว) เลี้ยงจนสิ้นสุดการทดลองที่น้ำหนัก 90 กิโลกรัม วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ซ้ำๆ ละ 2 ตัว โดยกลุ่มที่ 1 กินอาหารที่ไม่เสริมไบหม่อน กลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 5 กินอาหารที่เสริมไบหม่อนระดับ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% ตามลำดับ อาหารที่ใช้ในการทดลองแบ่งเป็น 2 ระยะคือ ระยะรุ่นน้ำหนักตัว 40-60 กิโลกรัม และระยะขุนน้ำหนักตัว 60-90 กิโลกรัม ในแต่ละระยะมีโปรตีนระดับ 16 และ 14% และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,200 และ 3,150 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ตามลำดับ สุกรทุกตัวได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ เมื่อสุกรน้ำหนักตัวเฉลี่ยที่ 80 กิโลกรัม ทำการเจาะเลือดในสุกรเพศผู้ตอน เพื่อศึกษาองค์ประกอบของเลือดและวัดความหนาไขมันสันหลัง

ผลการทดลอง พบว่า ใช้เวลาในการเลี้ยงเฉลี่ย 65 วัน การเสริมไบหม่อนในอาหารไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตและความหนาไขมันสันหลัง ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าการเสริมไบหม่อนในอาหารระดับ 1% มีอัตราการผลิตเนื้อที่มากที่สุด และการเสริมไบหม่อนในอาหารระดับ 1.5% มีแนวโน้มทำให้อัตราการแลกเนื้อดีขึ้นในขณะที่มีความหนาไขมันสันหลังลดลง ส่วนผลต่อองค์ประกอบของเลือด พบว่าการเสริมไบหม่อนในอาหารมีแนวโน้มทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ลดลง ($P>0.05$) โดยกลุ่มที่ได้รับการเสริมไบหม่อนระดับ 0.5-1.0% มีระดับไตรกลีเซอไรด์ต่ำสุด เมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ ระดับคอเลสเตอรอล ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างกลุ่มทดลอง และพบว่าค่าฮีมาโตคริต จำนวนเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิดมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ในกลุ่มที่เสริมไบหม่อนในอาหาร โดยกลุ่มที่ได้รับการเสริมไบหม่อนในอาหาร

ระดับ 1.0% มีค่าฮีมาโตคริตสูงสุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น และระดับ 1.5% มีจำนวนเม็ดเลือดขาวทั้งหมดสูงสุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า สุนัขกลุ่มที่ได้รับการเสริมไบโหม่อนในอาหารระดับ 0.5-1.0% มีผลทำให้สมรรถภาพการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มอื่น และมีแนวโน้มทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดลดลง อีกทั้งยังมีผลทำให้ค่าฮีมาโตคริต และจำนวนเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิดเพิ่มขึ้น ดังนั้นระดับที่เหมาะสมในการเสริมไบโหม่อนในอาหารสุนัขจึงไม่ควรเกิน 1.0%

Title	Effects of Mulberry Leaves (<i>Morus alba</i> Linn.) Supplemented in Diets on Growth Performance and Blood Profiles of Growing-Finishing Swine
Author	Miss Janjira Yungyoung
Degree of	Master of Science in Animal Science
Advisory Committee Chairperson	Assistant Professor Dr. Apichai Mekbungwan

ABSTRACT

A study on the effect of mulberry (*Morus alba* Linn.) leaves (ML) supplemented in diets on growth performance and blood profiles of growing-finishing swine, was conducted using 40 Duroc×Large White-Landrace hybrid swine (20 barrows and 20 gilts) with 40 kgs initial BW until 90 kgs of finished BW. Swine were divided into 5 treatment groups of 4 replications (2 pigs per pens) and using the Completely Randomized Design (CRD), were fed diets supplemented with mulberry leaves (ML) at 0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0% in diets, respectively. Feeding was divided into two periods (grower 40-60 kgs BW and finisher 60-90 kgs BW) with crude protein adjusted to 16 and 14% while metabolizable energy of all diet groups were adjusted to 3,200 and 3,150 kcal/kg, respectively, throughout the experimental period. Backfat thickness was measured while blood composition of the experimental animals was collected from jugular vein at 80 kgs BW for blood component determination.

Results average 65 days of feeding period showed no significant difference ($P>0.05$) on the improved growth performance in swine fed diets with supplemented ML. Average daily gain (ADG) tended to increase in diets supplemented with 1.0% ML, while backfat thickness tended to decrease although F:G tended to improve in swine fed 1.5% ML supplemented feed. Likewise, results on blood composition indicated no significant differences ($P>0.05$) in cholesterol and triglyceride level although triglyceride level had the tendency to decrease in swine fed 0.5-1.0% ML supplemented feed. Meanwhile, hematocrit (%) and white blood cell concentration of swine supplemented with ML were higher than the control group with a highly significant difference ($P<0.01$), as shown by ML supplemented 1.0% in feed having

higher hematocrit (%) than other groups and ML supplemented 1.5% in feed having white blood cell higher than other groups.

In conclusion, feeding supplemented ML 0.5-1.0% to swine diets caused higher growth performance and triglyceride level in plasma with a tendency to decrease when compared with other treatment groups. A significant increase in hematocrit (%) and total white blood cell were observed only in the supplemented ML groups. Therefore, to produce an effective growth performance among swine, the appropriate level of ML for swine feed supplementation should not be more than 1.0% of the diets.

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ประกอบการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาของข้าพเจ้าเล่มนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อภิชัย เมฆบังวัน ประธานกรรมการที่ปรึกษารองศาสตราจารย์ ดร. สุทัศน์ ศิริ และ ดร. บัวเรียม มณีวรรณ กรรมการที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยเหลือในเรื่องแนวคิด แก่ไขข้อบกพร่องต่างๆ ให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณอาจารย์ และบุคลากรเจ้าหน้าที่ทุกๆ ท่านในสาขาอาหารสัตว์ และสาขาสุกร คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่อนุเคราะห์ให้ใช้สถานที่ในการทดลอง และได้กรุณาแนะนำเรื่องการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงให้คำปรึกษาแนะนำวิธีการเลี้ยงสุกรให้ประสบความสำเร็จ อีกทั้งยังอนุเคราะห์ให้สถานที่ดำเนินการเลี้ยงต่างๆ ในสาขาสุกรอย่างเต็มที่ ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่คอยให้คำชี้แนะในเรื่องหลักสูตรการเรียนต่างๆ ด้วยดี อีกทั้งยังมี พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ นักศึกษาสาขาวิชาสัตวศาสตร์ทุกท่านที่คอยช่วยเหลือในการศึกษาวิจัย ในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนสำเร็จ

เหนือสิ่งอื่นใดยัง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา และทุกคนในครอบครัว ที่ได้อบรมสั่งสอนให้มาถึงจุดนี้ เป็นคนดี มีความขยันหมั่นเพียร พร้อมทั้งทุนทรัพย์ในการศึกษาเล่าเรียน และกำลังใจที่ดีตลอดระยะเวลาการศึกษจนสำเร็จการศึกษา

จันทร์จิรา ยุ่งยั้ง

สิงหาคม 2553

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(11)
สารบัญตารางผนวก	(12)
สารบัญภาพผนวก	(16)
อักษรย่อ	(17)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ขอบเขตการวิจัย	2
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	3
ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณอาหารที่สุกรกิน	3
การเจริญเติบโต	4
ไขมันในร่างกายสัตว์	7
เลือด	13
ไขมันในพลาสมา	19
ไบโหม่อน	29
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	34
ระยะเวลาที่ทำการวิจัย	34
สถานที่ทำการทดลอง	34
อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยและวิธีการดำเนินการวิจัย	34
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	39
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	46
สรุปผลการทดลอง	46

	หน้า
ข้อเสนอแนะ	47
บรรณานุกรม	48
ภาคผนวก	53
ภาคผนวก ก การเก็บข้อมูล การเตรียมใบหม่อน	
และการวิเคราะห์องค์ประกอบของเลือดในสุกร	54
- การเตรียมใบหม่อน	55
- การวิเคราะห์องค์ประกอบของเลือดสุกร	56
ภาคผนวก ข ข้อมูลและผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)	65
ภาคผนวก ค ประวัติผู้วิจัยและผลงานทางวิชาการที่นำเสนอ	96
- ประวัติผู้วิจัย	97
- ผลงานทางวิชาการที่นำเสนอ	98

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1	ฮอร์โมนหลักที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อไขมันและเนื้อแดง
2	ความแตกต่างของคุณภาพซากและเนื้อ ระหว่างสุกรเพศต่างๆ
3	ส่วนประกอบทางเคมีโดยการวิเคราะห์ของใบหม่อนที่ใช้ในการทดลอง
4	ส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองสุกร
5	ผลการศึกษาด้านสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรที่กินอาหารเสริมใบหม่อน
6	ผลของการเสริมใบหม่อนต่อค่าฮีมาโตคริต ระดับคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และจำนวนเม็ดเลือดขาวในเลือดสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 ผลของ Growth hormone (GH) ต่อการลดการสร้างไขมัน	9
2 สูตรโครงสร้างของคอเลสเตอรอล	20
3 การสังเคราะห์คอเลสเตอรอล	22
4 การเผาผลาญคอเลสเตอรอลในร่างกาย	23
5 สูตรโครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์	25
6 ปฏิกริยาทางเคมีของการสังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์	29

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวก	หน้า
1 ส่วนประกอบทางเคมีโดยการวิเคราะห์ของสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลอง ที่ระยะน้ำหนัก 40-60 กิโลกรัม	66
2 ส่วนประกอบทางเคมีโดยการวิเคราะห์ของสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลอง ที่ระยะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม	67
3 น้ำหนักสุกรรุ่น เริ่มต้นที่ 40 กิโลกรัม (กก.)	68
4 น้ำหนักสุกรขุน เริ่มต้นที่ 60 กิโลกรัม (กก.)	68
5 น้ำหนักสุกร สิ้นสุดการทดลองที่ 90 กิโลกรัม (กก.)	69
6 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-60 กิโลกรัม (กก.)	69
7 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ในการเลี้ยงที่ระยะ 60-90 กิโลกรัม (กก.)	70
8 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-90 กิโลกรัม (กก.)	70
9 ระยะเวลาในการเลี้ยงที่ระยะ 40-60 กิโลกรัม (วัน)	71
10 ระยะเวลาในการเลี้ยงที่ระยะ 60-90 กิโลกรัม (วัน)	71
11 ระยะเวลาในการเลี้ยงที่ระยะ 40-90 กิโลกรัม (วัน)	72
12 ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-60 กิโลกรัม (กก.)	72
13 ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด ในการเลี้ยงที่ระยะ 60-90 กิโลกรัม (กก.)	73
14 ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-90 กิโลกรัม (กก.)	73
15 อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-60 กิโลกรัม (ก./ตัว)	74
16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-60 กิโลกรัม (ก./ตัว)	74
17 อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 60-90 กิโลกรัม (ก./ตัว)	75
18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 60-90 กิโลกรัม (ก./ตัว)	75
19 อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-90 กิโลกรัม (ก./ตัว)	76
20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-90 กิโลกรัม (ก./ตัว)	76
21 ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-60 กิโลกรัม (กก.)	77

ตารางผนวก

หน้า

22	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-60 กิโลกรัม (กก.)	77
23	ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 60-90 กิโลกรัม (กก.)	78
24	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 60-90 กิโลกรัม (กก.)	78
25	ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-90 กิโลกรัม (กก.)	79
26	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-90 กิโลกรัม (กก.)	79
27	อัตราการแลกน้ำหนัก (F:G) ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-60 กิโลกรัม	80
28	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการแลกน้ำหนัก (F:G) ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-60 กิโลกรัม	80
29	อัตราการแลกน้ำหนัก (F:G) ในการเลี้ยงที่ระยะ 60-90 กิโลกรัม	81
30	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการแลกน้ำหนัก (F:G) ในการเลี้ยงที่ระยะ 60-90 กิโลกรัม	81
31	อัตราการแลกน้ำหนัก (F:G) ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-90 กิโลกรัม	82
32	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการแลกน้ำหนัก (F:G) ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-90 กิโลกรัม	82
33	ความหนาไขมันสันหลังของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม (มม.)	83
34	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความหนาไขมันสันหลังของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม (มม.)	83
35	ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-60 กิโลกรัม	84
36	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-60 กิโลกรัม	84
37	ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ในการเลี้ยงที่ระยะ 60-90 กิโลกรัม	85
38	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ในการเลี้ยงที่ระยะ 60-90 กิโลกรัม	85

ตารางผนวก

หน้า

39	ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมในการเลี้ยงที่ระยะ 40-90 กิโลกรัม	86
40	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมในการเลี้ยงที่ระยะ 40-90 กิโลกรัม	86
41	ค่าฮีมาโตคริตของเลือดสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม (%)	87
42	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าฮีมาโตคริตของเลือดสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม (%)	87
43	ระดับคอเลสเตอรอลในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม (mg/dl)	88
44	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนระดับคอเลสเตอรอลในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม (mg/dl)	88
45	ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม (mg/dl)	89
46	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม (mg/dl)	89
47	ผลรวมเม็ดเลือดขาวทั้งหมดในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม ($\times 10^6$ cell/ml.)	90
48	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนผลรวมเม็ดเลือดขาวทั้งหมดในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม ($\times 10^6$ cell/ml.)	90
49	จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophils ในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม ($\times 10^6$ cell/ml.)	91
50	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophils ในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม ($\times 10^6$ cell/ml.)	91
51	จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophils ในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม ($\times 10^6$ cell/ml.)	92
52	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophils ในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม ($\times 10^6$ cell/ml.)	92
53	จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Basophils ในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม ($\times 10^6$ cell/ml.)	93
54	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Basophils ในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม ($\times 10^6$ cell/ml.)	93

ตารางผนวก

หน้า

- 55 จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Monocyte ในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม
($\times 10^6$ cell/ml.) 94
- 56 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Monocyte ในเลือดของ
สุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม ($\times 10^6$ cell/ml.) 94
- 57 จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocyte ในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม
($\times 10^6$ cell/ml.) 95
- 58 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocyte ในเลือด
ของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม ($\times 10^6$ cell/ml.) 95

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวก	หน้า
1 ลักษณะยอดของใบหม่อนที่ใช้ในการทดลอง	55
2 การอบใบหม่อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง	55
3 การบดใบหม่อน	55
4 การเจาะเลือดสุกร ที่น้ำหนักตัว 80 กิโลกรัม	59
5 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างเลือดสุกร	60
6 อุปกรณ์สำหรับศึกษาค่าฮีมาโตคริต	60
7 การบรรจุเลือดในหลอด capillary	60
8 เครื่องปั่นเหวี่ยงเม็ดเลือดแดง	61
9 การย้อมสีเม็ดเลือดขาว	61
10 ลักษณะเม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophils	61
11 ลักษณะเม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophils	62
12 ลักษณะเม็ดเลือดขาวชนิด Basophils	62
13 ลักษณะเม็ดเลือดขาวชนิด Monocyte	62
14 ลักษณะเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocyte	63
15 การปั่นแยกเม็ดเลือดแดงกับพลาสมา	63
16 การแยกพลาสมาออกจากเม็ดเลือดแดง	63
17 เครื่อง Spectrophotometer และอุปกรณ์วัดค่าปริมาณคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์	64

อักษรย่อและสัญลักษณ์

อักษรย่อ	ย่อมาจาก	ความหมาย
ก.	กรัม	ชื่อมาตราชั่งน้ำหนักตามวิธีเมตริก มีอัตราเท่ากับ 1 ใน 1,000 ของ กิโลกรัม
กก.	กิโลกรัม	ชื่อมาตราชั่งน้ำหนัก เท่ากับ 1,000 กรัม
มก.	มิลลิกรัม	ชื่อมาตราชั่งน้ำหนักตามวิธีเมตริก มีอัตราเท่ากับ 1 ใน 1,000 ของ 1 กรัม
คด.	เดซิลิตร	ชื่อมาตราตวงตามวิธีเมตริก มีอัตราเท่ากับ 1 ใน 10 ของลิตร
มด.	มิลลิลิตร	ชื่อมาตราตวงตามวิธีเมตริก มีอัตราเท่ากับ 1 ใน 1,000 ของ 1 ลิตร
มม.	มิลลิเมตร	ชื่อมาตราวัดตามวิธีเมตริก มีอัตราเท่ากับ 1 ใน 1,000 ของ 1 เมตร
kg.	Kilogram	ชื่อมาตราชั่งน้ำหนัก เท่ากับ 1,000 กรัม
g.	Gram	ชื่อมาตราชั่งน้ำหนักตามวิธีเมตริก มีอัตราเท่ากับ 1 ใน 1,000 ของ กิโลกรัม
mg.	Milligram	ชื่อมาตราชั่งน้ำหนักตามวิธีเมตริก มีอัตราเท่ากับ 1 ใน 1,000 ของ 1 กรัม
L.	Liter	ชื่อหน่วยมาตราตวงตามวิธีเมตริก เท่ากับ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
dl.	Deciliter	ชื่อมาตราตวงตามวิธีเมตริก มีอัตราเท่ากับ 1 ใน 10 ของลิตร
ml.	Milliliter	ชื่อมาตราตวงตามวิธีเมตริก มีอัตราเท่ากับ 1 ใน 1,000 ของ 1 ลิตร
μl.	Microliter	หน่วยวัดปริมาตร 1 ไมโครลิตร มีค่าเท่ากับ 1 ใน 1,000,000 ของ 1 ลิตร
mm.	Millimeter	ชื่อมาตราวัดตามวิธีเมตริก มีอัตราเท่ากับ 1 ใน 1,000 ของ 1 เมตร
nm.	Nanometer	หนึ่งส่วนล้านของหนึ่งมิลลิลิตร
μm.	Micrometer	หน่วยวัดความยาว 1 ไมครอนมีค่าเท่ากับ 1 ใน 1,000,000 ของ 1 เมตร
kcal.	Kilocalory	หน่วยวัดพลังงานความร้อน มีค่าเท่ากับ 1,000 แคลอรี
°C	Degree Celsius	หน่วยในการวัดอุณหภูมิตามชนิดของเครื่องวัด
Spp.	Species	ชนิดของสกุลสิ่งมีชีวิต

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตสุกรได้ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว มีการคัดเลือกพันธุ์ และปรับปรุงพันธุ์จนได้สายพันธุ์ที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูง รวมถึงการพัฒนาทางด้านอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพ ประกอบกับระบบการจัดการที่มีประสิทธิภาพและทันสมัย จึงทำให้มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง ต้นทุนการผลิตส่วนใหญ่เป็นค่าอาหารสัตว์ พันธุ์สัตว์นอกจากปัจจัยดังกล่าวแล้วยังมีสารเคมีที่นำมาใช้ในการผสมอาหารสัตว์เพื่อเร่งอัตราการเจริญเติบโต ได้แก่พวกสารปฏิชีวนะต่างๆ สารเคมีเหล่านี้หากไม่ระมัดระวังในการใช้แล้วอาจจะเกิดผลเสียได้ โดยเกิดผลตกค้างในผลิตภัณฑ์จากสัตว์อันส่งผลถึงความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้บริโภค ซึ่งเป็นปัญหาใหญ่สำหรับการส่งออกเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ไปขายในต่างประเทศ อีกทั้งปัจจุบันนี้ยังคงมีการนำเข้าสารเคมีจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการค้นคว้าวิจัยสิ่งที่จะนำมาทดแทนสารปฏิชีวนะเพื่อป้องกันการตกค้างของสารเคมีในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ แนวคิดการนำสมุนไพรที่มีสรรพคุณทางยามาใช้ในอาหารสัตว์จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่รัฐบาลได้กำหนดนโยบายการพัฒนาสมุนไพรไทยที่มีศักยภาพดีเพื่อนำมาใช้ทดแทนสารปฏิชีวนะและสารเคมีอื่นๆ ซึ่งจะนำไปสู่การลดการนำเข้าผลิตภัณฑ์ยาสำเร็จรูป รวมไปถึงวัตถุดิบเพื่อการผลิตยาจากต่างประเทศ ทำให้ช่วยประหยัดงบประมาณและเกิดการพึ่งพาตนเองภายในประเทศ นอกจากนี้การกระตุ้นให้มีการใช้สมุนไพรภายในประเทศยังนำไปสู่การสร้างงานและรายได้ในชุมชนอีกทางหนึ่งด้วย การนำสมุนไพรมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์นอกจากพิจารณาถึงสรรพคุณ และฤทธิ์ทางเภสัชแล้วยังต้องคำนึงถึงความยากง่ายในการหาสมุนไพรและปริมาณของสมุนไพรที่สามารถหาได้ในประเทศด้วย

หม่อนเป็นพืชชนิดหนึ่งในตระกูลของ Moraceae และจำพวก *Morus* มีถิ่นที่เพาะปลูกกว้างขวางเพื่อใช้เป็นอาหารตัวไหมสำหรับการผลิตผ้าไหม (Andreoni, 2005) ใบและรากของหม่อน (*Morus alba*) ถูกใช้เป็นยาระบาย ยาบรรเทาปวด มีปัสสาวะมากผิดปกติ บรรเทาการไอ ความดันโลหิตต่ำ และบาดานหรือป้องกันการอักเสบ หม่อนประกอบด้วยสารหลายชนิด อาทิเช่น flavonoids, tannins, triterpenes, coumarine และ stilbene อีกทั้งยังประกอบด้วย hepatoprotective และ free radical scavenging activity นอกจากนี้ยังใช้หม่อนเป็นตัวยับยั้ง hypoglycemia, cardioprotective และ neuroprotective ส่วนผลหม่อนใช้เป็นยาบำรุงเลือด อาการเหนื่อล้า และภาวะโลหิตจาง (Yadav et al., 2008) ในประเทศจีน เกาหลี และญี่ปุ่น มีการนำใบหม่อนมาใช้ในการประกอบอาหารเสริมสุขภาพ และใช้เป็นพืชสมุนไพรตั้งแต่โบราณ การศึกษาวิจัยในระยะต่อมา

ได้ศึกษาถึงคุณค่าของสารประกอบที่สำคัญในใบหม่อนที่มีประโยชน์ในการป้องกัน และรักษาโรคต่างๆ ที่เกิดในผู้สูงอายุ (ประทีป และคณะ, 2528) แต่เนื่องจากการนำใบหม่อนมาเป็นวัตถุดิบอาหารสุกรขุนในประเทศไทยและต่างประเทศยังมีการศึกษาน้อย การทดลองนี้จึงทำการศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำใบหม่อนมาเสริมในอาหารสุกรขุน โดยพิจารณาจากสมรรถภาพการผลิตและองค์ประกอบของเลือดในสุกรระยะเจริญเติบโต-ขุน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรที่ได้รับอาหารเสริมใบหม่อนที่ระดับต่างๆ
2. ศึกษาระดับของไขมันในเลือดและค่าโลหิตวิทยาในเลือดสุกรที่กินอาหารเสริมด้วยใบหม่อนที่ระดับต่างๆ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงระดับที่เหมาะสมในการเสริมใบหม่อนในอาหารที่มีผลดีต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกร
2. สามารถใช้ใบหม่อนเพื่อลดระดับคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ในเลือดสุกรให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค
3. เป็นแนวทางในการศึกษาวิเคราะห์ในด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาถึงผลของการเสริมใบหม่อนในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรระยะเจริญเติบโต-ขุนน้ำหนัก 40-90 กิโลกรัม
2. ศึกษาผลของการเสริมใบหม่อนในอาหารต่อระดับคอเลสเตอรอล เม็ดเลือดแดง และเม็ดเลือดขาวในเลือดของสุกรระยะเจริญเติบโต-ขุนน้ำหนัก 80 กิโลกรัม

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณอาหารที่สุกรกิน

วินัย (2527) กล่าวว่า สุกรกินอาหารได้มากจะมีอัตราการเจริญเติบโตดี ตรงข้ามกับสุกรที่กินอาหารได้น้อยจะมีอัตราการเจริญเติบโตได้ไม่ดี และทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำ เพราะสุกรใช้อาหารที่กินเข้าไปสำหรับการดำรงชีวิตส่วนหนึ่ง ถ้าสุกรกินอาหารน้อยลง อาหารเหล่านั้นจะถูกใช้ในการดำรงชีพ และอาจไม่เหลือเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณอาหารที่สุกรกินมีหลายประการ คือ

1. ขนาดและน้ำหนัก สุกรที่มีขนาดเล็กต้องการปริมาณอาหารที่กินต่อวันน้อยกว่าสุกรที่มีขนาดใหญ่ อย่างไรก็ตาม ปริมาณอาหารที่กินของสุกรระยะเจริญเติบโตจะมากขึ้นตามน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น
2. ระดับของการให้ผลผลิตหรือระยะของการเจริญเติบโตสุกรเล็ก-รุ่น นอกจากการใช้อาหารสำหรับการดำรงชีพแล้วยังต้องการเพื่อการเจริญเติบโต เมื่อถึงระยะการเจริญพันธุ์ใช้อาหารเพื่อการสืบพันธุ์และให้ผลผลิต สำหรับแม่สุกรอุ้มท้อง โดยเฉพาะในระบะเดือนสุดท้าย ต้องการปริมาณอาหารที่มากกว่าการอุ้มท้องระยะแรก เพื่อการเจริญเติบโตของลูกสุกร สำหรับแม่สุกรเลี้ยงลูกต้องการอาหารมากที่สุดในระยะซีสักของสุกร โดยเฉพาะแม่ที่มีลูกมากนอกจากใช้ในการดำรงชีพของแม่สุกรอุ้มท้องเองแล้วยังต้องใช้ในการผลิตน้ำนมเลี้ยงลูกด้วย
3. เพศ สุกรเพศผู้และเพศผู้ต้องการปริมาณอาหารมากกว่าสุกรเพศเมีย
4. ชนิดและคุณภาพของอาหาร วัตถุดิบบางชนิดอาจมีผลต่อสุกรคือ ทำให้สุกรกินอาหารได้น้อยลง นอกจากนี้ในแง่ของคุณภาพของอาหาร เช่น อาหารที่ประกอบมาจากวัตถุดิบใหม่ๆ ทำให้สุกรกินอาหารได้มาก เพราะอาหารหอมνάกิน แต่อาหารที่เก็บไว้นานจะมีกลิ่นเหม็นไม่น่ากินและสุกรจะกินอาหารที่มีพลังงานสูงได้น้อยกว่าอาหารที่มีพลังงานต่ำ
5. พันธุ์และสายพันธุ์ สุกรพันธุ์และสุกรสายพันธุ์ต่างๆ ต้องการปริมาณอาหารที่แตกต่างกัน เช่น สุกรพันธุ์เมืองใช้อาหารปริมาณน้อยและสามารถกินอาหารที่มีคุณภาพต่ำ แต่สุกรพันธุ์ที่ปรับปรุงใหม่ที่นำมาจากต่างประเทศต้องการปริมาณอาหารที่มากกว่า อีกประการหนึ่งเพราะสุกรพันธุ์ขนาดโต กว่าถูกปรับปรุงให้มีอัตราการเจริญเติบโตสูง ดังนั้นจึงต้องการอาหารมากกว่าเพื่อไปใช้ในการเจริญเติบโต

6. ปัจจัยอื่นๆ เช่น สภาพอากาศ อากาศมีอุณหภูมิสูงจะทำให้สุกรกินอาหารได้น้อยกว่า สภาพที่มีอุณหภูมิปกติหรือต่ำกว่า สภาพที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจะช่วยกระตุ้นให้สัตว์กินอาหารได้มากขึ้น สุขภาพของสุกร สุกรที่ป่วยอาจติดเชื้อหรือป่วยด้วยโรคไม่ติดเชื้อมีผลทำให้สุกรกินอาหารได้น้อยลง สุกรที่มีความเครียดกินอาหารได้น้อย การเปลี่ยนสูตรอาหารให้สุกรกะทันหันมีผลต่อปริมาณอาหารที่สุกรกิน ในทางปฏิบัติมีผู้แนะนำว่าเมื่อมีการเปลี่ยนสูตรอาหารให้ค่อยๆ เปลี่ยน เช่น ใช้สูตรอาหารเดิมผสมกับสูตรอาหารใหม่ให้สุกรกินก่อนที่จะให้อาหารสูตรใหม่ 100% ในทันที

การเจริญเติบโต (Growth)

การเจริญเติบโต หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของร่างกายใหญ่ขึ้น ส่งผลให้โครงสร้างของร่างกาย หน้าที่ของอวัยวะต่างๆ สัดส่วน และส่วนประกอบของร่างกายเปลี่ยนแปลงไปด้วย การผลิตสัตว์นั้นเราต้องการให้ร่างกายของสัตว์ขยายใหญ่โตขึ้น หมายถึง ดันทุนการผลิตที่ต่ำแต่ให้ผลตอบแทนสูง วิธีการที่ร่างกายสัตว์ขยายใหญ่ขึ้นมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ ไม่ว่าจะเป็นชนิดสัตว์ อายุ เพศ การตอบสนองต่ออาหารที่ใช้เลี้ยง และจำเป็นต้องเข้าใจว่าวิธีที่ทำให้ร่างกายสัตว์ขยายใหญ่โตขึ้นมีวิธีใดบ้างที่จะไม่กระทบต่อโครงสร้าง หน้าที่ สัดส่วน และองค์ประกอบของร่างกายสัตว์ (สัญญาชัย, 2547)

การเจริญเติบโตในแง่ของการผลิตสัตว์ สัญญาชัย (2547) กล่าวว่า ถือการที่สัตว์สามารถขยายขนาดของเนื้อเยื่อที่มีอยู่เดิมตามธรรมชาติให้มีขนาดหรือจำนวนมากขึ้นทำได้ 3 วิธี คือ

1. Hypertrophy หมายถึง การที่สัตว์สามารถทำให้ขนาดของเซลล์เพิ่มขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งเซลล์กล้ามเนื้อที่เรียกว่า เส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber) ที่รวมตัวกันเป็นกลุ่มเรียกว่า muscle bundle แล้วขยายขนาดขึ้น แต่วิธีนี้เกิดได้น้อยมาก เพราะเกิดได้ในช่วงหลังคลอดแล้ว และเมื่อสัตว์เติบโตถึงวัยหนุ่มสาว (maturity) การขยายตัวของเซลล์จะลดลงไปเรื่อย ๆ

2. Hyperplasia หมายถึง การขยายขนาดโดยการเพิ่มจำนวนเซลล์ใหม่เข้าไปในเนื้อเยื่อ วิธีนี้เป็นการเพิ่มน้ำหนักกล้ามเนื้อให้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นการกระทำอันเนื่องมาจาก ยีน (gene) ซึ่งวิธีนี้ในอนาคตสามารถใช้ความรู้ทางด้านวิศวกรรมพันธุกรรม (genetic engineering) เข้าไปบังคับยีนจะทำให้ได้สัตว์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เป็นผลมาจากการเพิ่มเซลล์ขณะอยู่ในท้องแม่ (prenatal growth)

3. Accretionary growth หมายถึง กระบวนการเพิ่มขนาด โดยการสะสมสารประ-

กอบต่างๆ ที่ไม่เกี่ยวกับโครงร่าง (non-cellular structural material) ได้แก่ การสะสมปริมาณไขมัน โปรตีน และน้ำเข้าไปในเซลล์

การเจริญเติบโตหลังคลอด (Postnatal Growth)

การเจริญเติบโตหลังคลอดเป็นการเพิ่มความยาว และเส้นผ่านศูนย์กลางของกล้ามเนื้อที่มีอยู่แล้ว เนื่องจากหลังคลอดแล้วจะไม่มีการสร้างเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อขึ้นมาใหม่ การประเมินขนาดของกล้ามเนื้อทำได้โดยวัดจากอัตราการสังเคราะห์โปรตีน ลบด้วยอัตราการสลายโปรตีนในกล้ามเนื้อ ในช่วงของการเจริญเติบโตหลังคลอดเส้นผ่านศูนย์กลางของกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้นจาก 15 μm เป็น 50 μm และความยาวจะเพิ่มขึ้น 2-4 เท่า การเปลี่ยนแปลงทั้งเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวรวมแล้วเทียบได้ประมาณ 100 เท่า เมื่อเทียบกับก่อนคลอด การเพิ่มขึ้นของความยาวกล้ามเนื้อ ปัจจัยแรกที่มีผลเนื่อง มาจากการเพิ่มขึ้นของความยาวของกระดูก ดังนั้นการพัฒนาของกล้ามเนื้อจึงมีความสำคัญต่อการเจริญของโครงสร้างในร่างกายส่วนอื่นซึ่งจะต้องมีการพัฒนาควบคู่กันไปด้วย (วันดี, 2546)

การเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อ (Muscle Growth)

ปริมาณกล้ามเนื้อของสัตว์เมื่อถึงน้ำหนักส่งตลาด วันดี (2546) กล่าวว่า สามารถวัดได้ 2 ชนิดคือ จำนวนของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ (number of muscle fiber) และขนาดของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ (size of muscle fiber) สุกรแรกเกิดสามารถเพิ่มน้ำหนักของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อตั้งแต่ปฏิสนธิจากไม่กี่ไมโครกรัมจนกระทั่งถึงน้ำหนักแรกเกิดประมาณ 1 กิโลกรัม เป็นการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อตั้งแต่เมื่อเริ่มมีการสร้างเซลล์กล้ามเนื้อจนกระทั่งคลอดคือ เพิ่มขึ้นประมาณ 30 เท่า ในขณะที่เมื่อโตถึงน้ำหนัก 100 กิโลกรัม สามารถเพิ่มขนาดได้เพียง 6-8 เท่า เทียบกับเมื่อแรกคลอด ในช่วงของการเจริญเติบโตหลังคลอดปริมาณการเปลี่ยนแปลงของมวลกล้ามเนื้อ จะคู่ขนานไปกับ การเจริญของร่างกายทั้งหมด เนื่องจากกล้ามเนื้อเป็นส่วนประกอบที่ใหญ่ที่สุดของร่างกาย โดยปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาศักยภาพของลักษณะการเจริญเติบโต ได้แก่ การคัดเลือกพันธุ์ (genetic selection) ปริมาณโภชนาที่ได้รับ (nutrition) ประกอบเข้ากับการพัฒนาในช่วงของการตั้งท้อง (indeed pregnancy) ปัจจัยสภาพแวดล้อม (environment) การปรับปรุงอัตราการเจริญเติบโต (growth rate improve) และขนาดเมื่อเต็มวัย (mature size) โดยการเพิ่มขนาดเมื่อเต็มวัย เป็นการเพิ่มขนาดของน้ำหนักสูงสุดเมื่อส่งโรงฆ่า

กลไกการควบคุมการเจริญของกล้ามเนื้อ (Regulatory Mechanism of Muscle Growth)

วันดี (2546) กล่าวว่า มี 3 กระบวนการหลักที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาของกล้ามเนื้อ คือ

(1) ระบบต่อมไร้ท่อ (endocrine system) ผลิตฮอร์โมน เข้าสู่ระบบหมุนเวียนโลหิต ไปมีผลกระตุ้นกับเป้าหมายที่อยู่ไกลออกไป จากต่อมที่ผลิตฮอร์โมน

(2) ระบบการหลั่งสาร (paracrine/autocrine system) เป็นการหลั่งภายในเนื้อเยื่อ และไม่ไหลเวียนไปในระบบจะมีผลต่อเนื้อเยื่อของตัวมันเอง มีผลต่อกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการคงตัวของกล้ามเนื้อ การหดตัวคลายตัว โดยการกระตุ้นให้ปล่อยแคลเซียมจากซาโครพลาสมิครีติคูลัม (sarcoplasmic reticulum) นอกจากนี้แคลเซียมยังมีผลไปกระตุ้นการสลายตัวของไกลโคเจน (glycogen)

(3) ระบบประสาท (neural effects) มีผลโดยตรงต่อเนื้อเยื่อเป้าหมาย เช่น การหลั่งสารสื่อประสาทแคทีโกลามีน (catecholamines)

การควบคุมที่เกิดขึ้นโดย 3 ระบบหลัก ดังที่กล่าวไปแล้ว ได้แก่ ในช่วงของการพัฒนาของตัวอ่อนจะถูกควบคุมโดยกระบวนการพาราไครน์และออโตไครน์ (paracrine/autocrine processes) โดยมีอินซูลินไลค์โกรทแฟกเตอร์ (insulin-like growth factors; IGFs) เป็นสารสำคัญที่ทำหน้าที่ทั้งในบทบาทของพาราไครน์และเอ็นโดไครน์ (endocrine) โดยที่เอ็นโดไครน์จะเกิดขึ้นและมีผลมากหลังจากคลอดแล้ว (postnatal growth) ระยะตัวอ่อน IGFs จะกระตุ้นการแบ่งตัวรวมทั้งการพัฒนาของมัยโอ بلاส กระตุ้นการใช้สารอาหาร ชะลอการสลายตัวของโปรตีน กล้ามเนื้อสามารถสังเคราะห์ IGF I และ IGF II ในกรณีนี้เกิดขึ้นกับโกรทฮอร์โมนและไม่เกิดขึ้นอยู่กับโกรทฮอร์โมน โดยทั่วไป IGF I จะมีบทบาทมากกว่า IGF II ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญและเมตาบอลิซึมของกล้ามเนื้อ การเจริญของกล้ามเนื้อสรุปได้ดังนี้

ก) การเจริญของกล้ามเนื้อก่อนคลอดถูกกำหนดโดย การเพิ่มจำนวน (proliferation) และการแปรเปลี่ยนเป็นลักษณะเฉพาะตัวอย่างสมบูรณ์ ของมัยโอ بلاส ประกอบเข้ากันเป็นเส้นใยของกล้ามเนื้อ โดยที่เส้นใยกล้ามเนื้อจะมีจำนวนที่คงที่ก่อนที่จะคลอดออกมา หลังจากคลอดแล้ว ลักษณะของกล้ามเนื้อจะเป็นการเพิ่มเฉพาะความยาวและความกว้าง (หรือเส้นผ่านศูนย์กลาง) ของเส้นใยกล้ามเนื้อ

ข) การเพิ่มพูนโปรตีน (protein accretion) เกิดขึ้นในขณะที่มีการสังเคราะห์และสลายโปรตีนเป็นการเกิดการขยายขนาดของกล้ามเนื้อ (muscle hypertrophy) โดยการควบคุมของ

ระบบต่อมไร้ท่อโดยมี IGFs เป็นปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดการทำงานร่วมของการใช้ประโยชน์จาก โภชนะและระบบฮอร์โมน

ก) การวางแผนเพื่อเพิ่มปริมาณของกล้ามเนื้อจึงควรคำนึงถึงอายุของสัตว์และระบบการควบคุมที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น ในช่วงการพัฒนาของตัวอ่อนจะเป็นการทำงานของกระบวนการพาราไครน์และอโตไครน์ ในขณะที่ช่วงการเจริญหลังคลอด ส่วนใหญ่จะเป็นการควบคุมโดยระบบต่อมไร้ท่อ

ไขมันในร่างกายสัตว์

สัตวชัย (2551) กล่าวว่า ไขมันในสัตว์มีความแปรปรวนมากที่สุด เพราะปริมาณไขมันขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่สะสมไขมัน โดยทั่วไปการสะสมไขมันอิมตัวเพิ่มขึ้นจากไขมันหุ้มซาก ไขมันระหว่างกล้ามเนื้อ และไขมันแทรก ไขมันที่ร่างกายสุกรสะสมไว้ ทำหน้าที่เป็นพลังงานสำรอง สุกรสามารถดึงเอาพลังงานสำรองนี้มาใช้ประโยชน์ได้ ในยามขาดอาหารหรือในยามที่ร่างกายต้องการ นอกจากนี้ยังเพิ่มรสชาติแก่เนื้อในกรณีปริมาณไขมันแทรกกล้ามเนื้อ ทำให้เนื้อมีคุณภาพสูง เพราะมีความนุ่ม ฉ่ำน้ำ ไขมันในสัตว์จะรวมกันเป็นกลุ่มเนื้อเยื่อไขมัน (adipose tissue) ซึ่งเนื้อเยื่อไขมันนี้ประกอบด้วย โมโน ไค หรือไตรกลีเซอไรด์ แต่ส่วนใหญ่จะเป็นไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ส่วนกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) จะอยู่ในรูปกรดไขมันอิมตัว (saturate fatty acid) และกรดไขมันไม่อิมตัว (unsaturate fatty acid)

ชนิดและระดับไขมันในร่างกายสุกร

วันดี (2546) กล่าวว่า ไขมันหรือเนื้อเยื่อไขมันจะพบอยู่ในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) โดยส่วนมากมีอยู่ใน 2 บริเวณในร่างกายสุกร คือ

1. ใต้ผิวหนังที่เรียกว่า ไขมันใต้ผิวหนัง (subcutaneous fat) หรือบางครั้งพบที่เนื้อเยื่อเกี่ยวพันหุ้มกล้ามเนื้อ
2. อยู่ระหว่างก้อนกล้ามเนื้อ ตามปกติจะอยู่ในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันกล้ามเนื้อ เรียกโดยทั่วไปว่า อินเตอร์ มัสคูลาร์แฟต (intermuscular fat) หรือไขมันแทรก (marbling)

นอกจากนั้น วันดี (2546) ยังกล่าวอีกว่า สุกรแรกเกิดมีส่วนประกอบของไขมันในร่างกายเพียงเล็กน้อยเท่านั้น คือประมาณ 2% สิ่งที่เข้ามาช่วยให้สุกรมีชีวิตรอดอยู่ได้คือปริมาณไขมันนมที่มีอยู่ 7-8% ในน้ำนมแม่ หลังจากนั้นจะมีการสะสมไขมันมากขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปมักจะมีไขมันเป็นองค์ประกอบเกิน 15% ในช่วงอายุ 21 หรือ 28 วันที่จะหย่านม โดยปัจจัยหลักที่จะ

ส่งผลให้สุกรมีการสะสมไขมันเพิ่มมากขึ้นได้แก่

1. เมื่ออาหารไม่มีความสมดุลของโภชนาในทุกๆ ระยะของสุกร
 2. เมื่อปริมาณอาหารที่ได้รับเกินความต้องการสำหรับการดำรงชีพ และการเจริญของกล้ามเนื้อแดงในทุกช่วงน้ำหนัก
 3. ด้วยเหตุทางสรีระวิทยา เช่น มีการสะสมของไขมัน เพื่อจัดลำดับความสำคัญทางสรีระวิทยา เช่น สุกรหลังคลอด มีการสะสมไขมันในอัตราที่สูงกว่า การสะสมโปรตีนในช่วงตั้งท้องและช่วงให้นม เป็นต้น
 4. เมื่อมวลรวมของกล้ามเนื้อถึงระยะเต็มวัย (maturity) แล้วอาหารที่ได้รับเข้าไปไม่มีหน้าที่อื่นมากกว่าจะไปสะสมเป็นไขมัน
- ดังนั้นในส่วนของไขมันที่เป็นไขมันทั้งหมดของร่างกายจึงแบ่งออกได้ดังนี้
- ไขมันที่จำเป็น (essential fat) ได้แก่ ไขมันที่ต้องมีสำหรับคงความเป็นปกติของหน้าที่ทางเมตาบอลิซึม คือ ประมาณ 0.5% ของน้ำหนักตัว
 - ระดับไขมันเป้าหมาย (target fat) ระดับของไขมันในระดับที่ต่ำที่สุด ที่จะส่งเสริมให้ระบบสรีระของร่างกายตอบสนองต่อการใช้ประโยชน์โภชนาเพื่อให้มีเมตาบอลิซึมสูงสุด เพื่อให้สุกรพัฒนาไปถึงศักยภาพของการเจริญของเนื้อแดงสูงสุด ระดับไขมันเป้าหมายที่เพิ่มขึ้น (target fat again) จึงควรแสดงในรูปของความสัมพันธ์ร่วมกับการเพิ่มของโปรตีน (protein again) เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของโปรตีนเพิ่มขึ้นจนถึงศักยภาพสูงสุด จนกระทั่งระดับเป้าหมายของไขมันถึงจุดสูงสุด
 - ไขมันส่วนเกิน (surplus, depot fat) คือ ปริมาณไขมันที่มีมากกว่าระดับไขมันเป้าหมาย

การเจริญเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อไขมัน (Adipose tissue)

การเจริญของเซลล์เนื้อเยื่อไขมันเกิดขึ้นในระยะลูกอ่อน (fetal phase) เช่นเดียวกับกล้ามเนื้อ การสร้างเซลล์กล้ามเนื้อโดยเซลล์พิเศษเริ่มต้นจากระยะมีโซเดิร์ม จะมีการพัฒนาไปเป็นพูเล็กๆ (lobules) ที่ห่อหุ้มด้วยเส้นใยคอลลาเจน (collagen) โดยเซลล์ต่างๆ เหล่านี้จะพบในบริเวณต่างๆ ของร่างกายบริเวณที่มีการสร้างเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณใต้ผิวหนังระหว่างกล้ามเนื้อและภายในเยื่อหุ้มอวัยวะภายใน เมื่อเซลล์เหล่านี้มีการสะสมไขมันจนเต็มที่แล้วจะมีขนาดใหญ่ ที่เรียกว่า อะดิพไซต์ (adipocyte) และรวมเป็นเนื้อเยื่อไขมัน (adipose tissue) (วันดี, 2546)

กลไกการควบคุมการพัฒนาเนื้อเยื่อไขมันในสุกร

การพัฒนาของเนื้อเยื่อไขมันในระยะตัวอ่อน จะเป็นการเกิดขึ้นของการสร้างกลุ่มก้อนของเซลล์ไขมัน ซึ่งทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยการเพิ่มขึ้นของเซลล์ใหม่ๆ มีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ที่เป็นการเพิ่มแบบไฮเปอร์โทรฟี (การขยายขนาดของเซลล์ที่มีอยู่แล้วให้มีขนาดใหญ่ขึ้นภายในตัวของเซลล์เอง) โดยการพัฒนาทางเมตาบอลิซึมของเนื้อเยื่อไขมันในระยะตัวอ่อน อยู่ภายใต้การควบคุมของต่อมไร้ท่อส่วนกลาง (central endocrine) เข้าไปเกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างไขมัน (lipogenesis) และกระบวนการสลายไขมัน (lipolysis) ในช่วงของระยะตัวอ่อน (วันดี, 2546)

กระบวนการสลายไขมัน (Lipolysis หรือ Lipolytic Process)

วันดี (2546) กล่าวว่า กลไกของต่อมไร้ท่อส่วนกลางเกี่ยวข้องกับการตอบสนอง การเกิดการสลายไขมันของเนื้อเยื่อไขมันของตัวอ่อน ฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อมของเมตาบอลิซึมของเนื้อเยื่อไขมัน ได้แก่ GH, TH และกลูโคคอร์ติคอยด์ ตัวอย่าง GH ต่อการลดการสร้างไขมันดังแสดงในภาพ 1



ภาพ 1 ผลของ Growth hormone (GH) ต่อการลดการสร้างไขมัน

ที่มา: วันดี (2546)

ตาราง 1 ฮอร์โมนหลักที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อไขมันและเนื้อแดง

ฮอร์โมน	การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อไขมัน	การเจริญเติบโตของเนื้อแดง
โกรทฮอร์โมน	-	+
โซมาโตมีดิน	+	+
ไทรอยด์ฮอร์โมน	-	+
อินซูลิน	+	+
แคทีโคลามีน	-	+
เอสโตรเจน และแอนโดรเจน	+	+
กลูคากอน	-	+

ที่มา: วันดี (2546)

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณไขมันในเนื้อและคุณภาพเนื้อ

(Factors that Simultaneously Affect the Fat content of Meat and Meat Quality)

สัญญาชัย (2543) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณไขมันในเนื้อและคุณภาพเนื้อไว้ดังนี้

1. พันธุ์และการคัดเลือกพันธุ์ (Breed and Selection)

เป็นที่แน่ชัดแล้วว่าพันธุ์และการคัดเลือกสายพันธุ์มีผลต่อองค์ประกอบ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานจุดสุดท้าย เช่น น้ำหนักฆ่าหรืออายุอาจเป็นไปได้ที่สัดส่วนหลายๆ ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของน้ำหนักโตเต็มวัย สัตว์พันธุ์เล็กจะอ้วนกว่า ฉะนั้นจึงโตเต็มวัยเร็วกว่าสัตว์พันธุ์หนักเมื่อมีการเปรียบเทียบกัน ความแปรปรวนบางอย่างขึ้นกับความแตกต่างทางชีววิทยา หรือเมทาบอลิซึมในส่วนของพลังงานการย่อยในการดูแลรักษา สะสมโปรตีนและการสะสมไขมัน

พันธุ์กรรมหลัก 2 ตัวที่ควบคุมคุณภาพเนื้อสุกรคือ ยีนควบคุมอาการง่ายต่อความเครียด (PSS; porcine stress syndrome) ซึ่งจะพัฒนาเนื้อให้เกิดลักษณะซีด เหลือง ไม่คงรูปได้ (PSE; pale soft exudative) ส่วนยีนอีกตัวคือยีนควบคุมการสะสมไขมันแทรกกล้ามเนื้อ

ยีนควบคุม PSE นั้นเป็นที่ทราบกันดีคือ halothane gene หรือ ryanodine receptor gene ซึ่งสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับยีนที่มีผลต่อการสะสมและรูปร่างของกล้ามเนื้อ ดังที่ปรากฏว่าความสัมพันธ์ของคุณภาพเนื้อ โดยเฉพาะ PSE เป็นปฏิภาคทางลบกับความเป็นกล้ามเนื้อของสุกร ความแห้งและความเหนียวของเนื้อ PSE เกิดจากการลดลงของ pH อย่างรวดเร็วหลังสัตว์ตายทำให้เกิดการไหลซึมของน้ำในเนื้อ ซึ่งปกติจะถูกยึดจับโดยโปรตีนในกล้ามเนื้อนั่นเอง สุกรที่มียีน

halothane (nn) แม้เพียงในลักษณะ heterozygous (Nn) สามารถแสดงอาการของ PSE และความเหนียวของเนื้อมากกว่าสุกรปกติ (Homozygous, NN) สุกรพันธุ์ทางการค้าบางสายพันธุ์ได้มีการพยายามกำจัดยีน nn เหล่านี้ออกทั้งหมดโดยการใช้วิธีการทาง DNA แต่บางคนให้ความคิดเห็นว่าสุกรที่เป็นพาหะ gene n นั้นจะปรากฏอาการ PSE เล็กน้อย แต่สามารถชดเชยได้ด้วยกล้ามเนื้อที่มากขึ้น นอกจากนี้สุกรที่มีความเป็นกล้ามเนื้อมากยังมีโอกาสที่จะสูญเสียน้ำหนัก และมี pH ต่ำอีกด้วย สำหรับสุกรพันธุ์ Duroc จัดเป็นสุกรที่ให้ไขมันแทรกสูง และค่า heritability ของไขมันแทรกมีค่าสูงถึง 0.61 ทำให้เกิดการคัดเลือกสุกรที่มีไขมันแทรกสูงจะให้ผลต่อคุณภาพการบริโภคสูงในด้านความนุ่มและความชุ่มฉ่ำ

2. เพศ (Sex)

เพศเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อองค์ประกอบซากและคุณภาพเนื้อ เนื่องจากเพศที่แตกต่างกันมีส่วนให้ผลมากทางการด้านการเปลี่ยนแปลงความอ้วน

3. การให้อาหาร (Nutrition Treatment)

ผลบวกของอัตราการเจริญเติบโต และพลังงานในอาหารที่กินได้ต่อความนุ่มก็พบเช่นเดียวกันในสุกร สุกรที่ได้รับอาหารเต็มที่จะโตเร็วกว่าและอ้วนกว่า รวมทั้งไขมันแทรกสูงและยังมีผลต่อความนุ่มน้อยกว่าการเจริญเติบโตแบบช้าๆ โดยการจำกัดอาหาร ซึ่งช่วยอธิบายว่าทำไมเนื้อสุกรบางชนิดจึงมีระดับไขมันแทรกต่ำ แต่ไม่เหนียว ตัวอย่างเช่นเนื้อสุกรเพศผู้ กับสุกรเพศเมียนั้นเอง ซึ่งสรุปได้ว่า ผลรวมของอัตราการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อสูง และไขมันแทรกสูง นับว่าเป็นข้อดีของคุณภาพการบริโภคในสุกร

สัตยชัย (2543) กล่าวไว้ว่า ความพยายามที่จะให้อาหารสุกรที่มีระดับไขมันสูงเพื่อลดต้นทุน และเพิ่มประสิทธิภาพการให้อาหารและยังมีผลต่อคุณภาพไขมันในซากเนื่องจากกรดไขมัน นอกจากการใช้ไขมันเป็นแหล่งพลังงานแล้วยังสามารถสะสมเป็นไขมันในร่างกายอีกด้วย หลายประเทศในทวีปยุโรปได้ผลิตสุกรที่ให้ซากไขมันต่ำ อย่างไรก็ตามผลการให้อาหารสุกรที่มีระดับไขมันสูงก็นำไปสู่คุณภาพซากและคุณภาพการบริโภคที่ดี

คุณภาพไขมันในการผลิตเนื้อสัตว์ (Fat Quality in Meat Production)

สัตยชัย (2543) กล่าวไว้ว่า การศึกษาเพื่อแก้ปัญหาไขมันเหลวเข้มในสุกร โดยการปล่อยเลี้ยงหรือการให้อาหารมีปริมาณตัวลิสงหรือถึงเหลืองสูง ซึ่งมีระดับของ linoleic ในน้ำมันพืชเหล่านี้สูง และให้ความสำคัญต่อ linoleic ในอาหารในการตัดสินใจคุณภาพไขมันในซาก ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. Linoleic มีผลเล็กน้อยต่อจุดหลอมเหลวของเนื้อเยื่อไขมัน ถ้ามีปริมาณใดโรกลี

เซอร์โรด์ต่ำกว่า 150 มก/ก. ที่ระดับค่านี้นิโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์มีทั้ง oleic และ linoleic ไม่เพียงพอโดยเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง ดังนั้นจึงมีผลกระทบต่อจุดหลอมเหลว ทั้งส่วนผสมไขมันทั้งหมด ถ้ามีคุณค่าสูงกว่านี้มีโมเลกุลที่เพียงพอจะบรรจุทั้งกรดไขมันไม่อิ่มตัวซึ่งจะมีผลอย่างสูง ดังนั้นกรด linoleic ประมาณ 100-150 มก/ก. ในไขมันสุกรที่ได้รับจากอาหารทั่วไป (อาหารไขมันน้อยกว่า 40 ก/กก.) จุดหลอมเหลว จะใช้ stearic บ่งชี้ หรือสัดส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวพันธะเดี่ยวต่อกรดไขมันอิ่มตัว (C16:1+ C18:1 ต่อ saturated fatty acid)

ตาราง 2 ความแตกต่างของคุณภาพซากและเนื้อ ระหว่างสุกรเพศต่างๆ

ตัวบ่งชี้คุณภาพ	สาเหตุที่เกี่ยวข้องกับส่วนประกอบซาก
- ไขมันเหลว	- สุกรอ้วนเกิน และสุกรเพศผู้ไม่ตอนจะมีไขมันเหลวกว่า รวมทั้งไขมันสันหลังด้วย (มี C18:2 มากเกินไป)
- ปริมาณผลผลิต	- สุกรอ้วนเกินและสุกรเพศผู้ไม่ตอนจะมีปริมาณผลผลิตต่ำ (มีน้ำในเนื้อเยื่อสูง)
- ส่วนประกอบที่ต้องตัดแต่งในการฆ่า	- เหมือนกันทุกเพศ เมื่อเทียบกับซากที่มีสัดส่วนเหมือนกัน ยกเว้นอวัยวะและอวัยวะเพศ
- การกระจายของเนื้อแดง	- เหมือนกันทุกเพศ
- สัดส่วนเนื้อต่อกระดูก	- ผลส่วนใหญ่โดยส่วนประกอบซาก (ลดลงในซากที่มีเนื้อสูง)
- ความหนาของหนัง	- หนามากในสุกรเพศผู้ แต่ไม่มีผลต่อส่วนประกอบของซาก
- Androstenone	- พบมากในสุกรเพศผู้ แต่ไม่มีผลต่อส่วนประกอบของซาก

ที่มา: สัตยชัย (2543)

2. กรด linoleic มากกว่า 110 มก/ก. กรดไขมันร่างกายสุกร โดยที่สุกรได้รับอาหารไขมันสูงกว่า 40 มก/ก. ทำให้ได้ค่า linoleic ประมาณ 16 มก/ก. ในอาหารไขมันจากพืช

3. ปริมาณ linoleic ในไขมันร่างกายสุกรเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณที่กินเข้าไป หรือมากกว่า โดยเฉพาะปริมาณที่กินสะสมเป็นไขมันได้ ปริมาณกรดไขมันจากอาหารในไขมัน

แทรกจะมีผลกระทบน้อยกว่าไขมันได้ผิวหนัง อาจเพราะไขมันได้ผิวหนังสะสมได้เร็วกว่าไขมันแทรก

4. ความสัมพันธ์ระหว่างการกิน linoleic กับปริมาณไขมันร่างกาย เหมือนกันตรงกันที่ไม่เสถียรเมื่อกินอาหารเข้าไปและอัตราการผสมการสะสมไขมันลดระดับต่ำลง ภายในสภาพนี้ เช่น ปริมาณไขมัน ในร่างกายเพิ่มในอาหารที่มีกรดไขมัน 400 ก/กก. ยังคงสะสมต่อไป มีข้อสังเกตว่าการลดการสังเคราะห์ไขมันในอาหารไขมันต่ำ พบว่า มีความสัมพันธ์ตรงข้ามกัน

5. กรด linoleic สะสมเกือบทุกที่ของไขมัน เมื่อเทียบกับกรดไขมันชนิดอื่นที่เป็นทั้งไขมัน และผลผลิตของการสังเคราะห์โปรตีนแบบ de novo การสะสมในร่างกายจะเพิ่มอย่างรวดเร็วถ้าได้รับจากอาหารมาก ทั้งนี้เนื่องจากการขัดขวางการสังเคราะห์กรด linoleic และเอนไซม์ที่ย่อยกรดไขมันอิ่มตัว ทำให้การผลิตกรดไขมันตัวอื่นๆ เพิ่มสูงขึ้น และกรด linoleic สามารถย่อยได้สูงขึ้นอีกด้วย

6. เพื่อที่จะได้รับความเข้มข้นของอาหารพลังงานซึ่งปราศจากซากคุณภาพต่ำโดยระดับ linoleic สูงในไขมันสันหลัง จึงแนะนำแหล่งไขมันอิ่มตัวจริงๆ คือ การย่อยได้ต่ำจึงต้องหาไขมันไม่อิ่มตัวบางชนิดมาผสมให้อยู่ในรูปธรรมชาติมากที่สุด เพื่อแก้ปัญหาไขมันสันหลังเหลวได้

เลือด (Blood)

เลือดเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันพิเศษที่มีลักษณะเป็นของเหลว ซึ่งประกอบด้วยเซลล์เม็ดเลือดชนิดต่างๆ และของเหลว ซึ่งเรียกว่า Intercellular fluid หรือ plasma คนปกติมีเลือดอยู่ประมาณ 5-6 ลิตร หรือ 70% ของน้ำหนักตัว เมื่อนำเลือดปั่นเกิดการแยกได้ 3 ชั้น คือ พลาสมา (plasma) เป็นส่วนของ เลือดที่อยู่ด้านบนสุดและมีสีเหลืองอ่อน ชั้นกลาง (buffy coat) มีอยู่ประมาณ 1% เป็นชั้นที่อยู่ระหว่าง plasma และเม็ดเลือดแดง มีส่วนประกอบเป็นเม็ดเลือดขาวชนิดต่างๆ ชั้นล่างเป็นชั้นเม็ดเลือดแดงที่อัดกันแน่น มีอยู่ประมาณ 42-47% โดยปริมาตร (โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอวน., 2550)

ส่วนประกอบของเลือด

พัชรี และคณะ (2551) กล่าวว่าเลือดประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ คือ น้ำเลือด (plasma) และส่วนที่เป็นเซลล์เม็ดเลือด (blood cell corpuscle) ดังนี้

1. น้ำเลือด (Plasma) มีปริมาณร้อยละ 55 โดยปริมาตร เป็นของเหลวที่มีลักษณะเป็นสีเหลืองใสซึ่งได้จากการแยกเอาส่วนที่เป็นเม็ดเลือดออกไป ประกอบด้วย

1.1 น้ำประมาณ 90-92% มีหน้าที่เป็นตัวกลางทั้งสารที่ละลายในน้ำและสารที่สารแขวนลอยในน้ำ

1.2 พลาสมาโปรตีนประมาณ 7% โดยปริมาตร ประกอบด้วย 3 ชนิดคือ albumin พบมากที่สุด globulin เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกัน รวมทั้ง fibrinogen สารสร้างเส้นใย fibrin ทำให้เลือดแข็งตัว อีกทั้งยังทำให้เลือดมีความหนืดและความดันออสโมซิส ช่วยปรับปริมาตรของเลือด รักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย และเป็นสารอาหารสำหรับเซลล์เนื้อเยื่อต่างๆ

1.3 Inorganic salts ในรูปของ K^+ , Na^+ , Ca^{++} , Cl^- , PO_4^{3-} และสารอื่นๆ อีกประมาณ 0.9% โดยปริมาตร นอกจากนี้ในน้ำเลือดยังมี organic compound ประมาณ 2% ได้แก่ glucose, amino acid, hormones, vitamin, metabolites, urea และ water products ต่างๆ (โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอวน., 2550)

1.4 เซรุ่ม (Serum) เป็นของเหลวสีเหลืองประกอบด้วยชิ้นส่วนของเลือดที่ออกมาหลังจากการแข็งตัว เซรุ่มมีข้อแตกต่างจากพลาสมา คือ เป็นน้ำเลือดที่ไม่มี fibrinogen (ไชยณรงค์, 2541)

2. เซลล์เม็ดเลือด (blood cells) พัทรี และคณะ (2551) กล่าวว่าไว้ว่า

เซลล์เม็ดเลือดมีปริมาณร้อยละ 45 โดยปริมาตร เซลล์เม็ดเลือดจำแนกได้ 3 ประเภท คือ เม็ดเลือดแดง (red blood cell หรือ erythrocyte) มีประมาณ 4-6 ล้านเซลล์ต่อเลือด 1 ลูกบาศก์มิลลิเมตร เม็ดเลือดขาว (white blood cell หรือ leukocyte) มีประมาณ 5,000-10,000 เซลล์ต่อเลือด 1 ลูกบาศก์มิลลิเมตร และเกล็ดเลือด (platelet หรือ thrombocyte) มีประมาณ 2-3 แสนเซลล์ต่อเลือด 1 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ในกระบวนการสร้างเลือด (hemopoiesis) นั้นเซลล์เม็ดเลือดชนิดต่างๆ กำเนิดจากเซลล์ต้นกำเนิดชนิดพลูริโพเทนเทียล (pluripotent stem cell, PPSC) ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของเม็ดเลือดหลายชนิด และชนิดยูนิโพเทนเซียล (unipotent stem cell หรือ committed stem cell) ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของเซลล์เม็ดเลือดชนิดเดียว เช่น CFU-G (colony forming unit-granulocyte) จะเจริญไปเป็นเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล (neutrophils) เป็นต้น ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างเซลล์เม็ดเลือด เช่น ฮอร์โมน สารอาหารต่างๆ และแฟกเตอร์อื่นๆ อีกหลายชนิด (hematopoietic growth factor, HGF)

ฮอร์โมนสร้างเซลล์เม็ดเลือดแดงถูกกระตุ้นโดยฮอร์โมนอิริโทรพอยอีทิน (erythropoietin) ซึ่งสร้างมาจากไตเป็นส่วนใหญ่ ทำให้มีการเพิ่มจำนวนของเซลล์ต้นกำเนิดในสายพันธุ์เซลล์เม็ดเลือดแดง นอกจากนี้ฮอร์โมนแอนโดรเจน (androgen) ไทรอกซีน (thyroxine) ก็มีฤทธิ์กระตุ้นการสร้างเซลล์เม็ดเลือดแดงด้วยเช่นกัน

สารอาหารที่จำเป็นในการสร้างเซลล์เม็ดเลือดมีหลายชนิด ได้แก่ กรดอะมิโนต่างๆ

แร่ธาตุต่างๆ เช่น Fe, Mn, Co และ Cu เป็นต้น นอกจากนี้ยังต้องการวิตามินต่างๆ เช่น วิตามินบี 1, บี 2, บี 6, บี 12, วิตามินซี และโฟเลต (folate) เป็นต้น

HGF แฟกเตอร์พวกนี้เป็นไซโทไคน์ (cytokine) ทำหน้าที่กระตุ้นการเจริญเติบโต และการแบ่งตัวจากเซลล์ต้นกำเนิด ไปเป็นเซลล์ที่เจริญเติบโตเต็มที่ ตัวอย่างของ HGF เช่น GM-CSF กระตุ้นการเจริญเติบโตของเม็ดเลือดขาวชนิดแกรนูโลไซท์ (granulocyte) ส่วนอินเทอร์ลิวคิน 3 (interleukin 3, IL-3) ทำหน้าที่กระตุ้นการเจริญของเซลล์หลายชนิด

2.1 เซลล์เม็ดเลือดแดง ถูกสร้างและเจริญเติบโตในไขกระดูก นิวเคลียสของมันจะหลุดออกไปจากเซลล์ก่อนที่จะถูกปล่อยออกจากไขกระดูก หลังจากนั้นจะไหลเวียนไปที่ม้าม ซึ่งทำหน้าที่กรองจับและทำลายเซลล์ที่ผิดปกติออกไป เซลล์เม็ดเลือดแดงที่สมบูรณ์เมื่อถูกปล่อยเข้าสู่กระแสเลือดจะมีชีวิตอยู่ประมาณ 120 วัน หลังจากนั้นจะถูกทำลายไปเซลล์เม็ดเลือดแดงที่เจริญเต็มที่แล้ว มีรูปร่างกลมตรงกลางเว้าเข้าหากันทั้ง 2 ข้าง ไม่มีนิวเคลียสและไม่มีออร์แกเนลล์ต่างๆ เซลล์เม็ดเลือดแดงประกอบด้วยน้ำเป็นส่วนใหญ่ (ประมาณร้อยละ 60) ส่วนที่เหลือเป็นของแข็ง ได้แก่ โปรตีน ไขมัน โปรตีนที่มีมากที่สุด ได้แก่ เฮโมโกลบิน โปรตีนอื่นๆ ได้แก่ อัลบูมินอยด์ (albuminoid) สโตรมาติน (stromatin) อีลินิน (elinin) และเฮโมคิวเพอริน (hemocuprein) เป็นต้น ส่วนที่เป็นไขมัน ได้แก่ คอเลสเตอรอล (cholesterol) และฟอสโฟลิปิด (phospholipid) เยื่อหุ้มของเซลล์เม็ดเลือดแดงมีลักษณะเป็นลิพิดสองชั้น ซึ่งผิวของเยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดงประกอบด้วยสารแสดงสมบัติเป็นสารหมู่เลือดหลายชนิด ที่รู้จักและมีความสำคัญคือระบบหมู่เลือด ABO ระบบนี้จะมีแอนติเจน 3 ชนิดคือ A, B และ H ซึ่งมีส่วนประกอบทางเคมีเป็นไกลโคสฟิงไกลิพิด

2.2 เซลล์เม็ดเลือดขาว ผู้ใหญ่ปกติมีค่าระหว่าง 5,000-10,000 เซลล์ต่อเลือด 1 ลูกบาศก์มิลลิเมตร แยกได้เป็น 5 ชนิด ปริมาณที่พบเป็นร้อยละของเม็ดเลือดขาวทั้งหมด คือ นิวโทรฟิล ร้อยละ 45-75 ลิมโฟไซต์ ร้อยละ 20-50 มอโนไซต์ (monocyte) ร้อยละ 2-15 อีโอซิโนฟิล (eosinophils) ร้อยละ 1-6 และเบโซฟิล (basophils) ร้อยละ 0-1 เม็ดเลือดขาวสร้างจากเซลล์ต้นกำเนิดในไขกระดูกเป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นลิมโฟไซต์ที่สร้างจากเนื้อเยื่อของระบบน้ำเหลือง (lymphoid tissue) องค์ประกอบของเม็ดเลือดขาวประกอบด้วย น้ำ นิวคลีโอโปรตีน (nucleoprotein) อัลบูมิน (albumin) โกลบูลิน (globulin) คอเลสเตอรอล ฟอสโฟลิปิด ไครอซัลกีสเซอรอล กลูโคส เอนไซม์ และแร่ธาตุต่างๆ กระบวนการเมแทบอลิซึมในเม็ดเลือดขาว ประกอบด้วยวิถีไกลโคไลซิส เพนโทสเฟส และวัฏจักรเครปส์หน้าที่หลักของเม็ดเลือด คือ การเก็บกินเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอม (phagocytosis) โดยการโอบล้อมสิ่งแปลกปลอมเข้าไปในเซลล์ ภาวะที่มีการติดเชื้อแบคทีเรียจะมีปริมาณเม็ดเลือดขาวสูงขึ้น (leukocytosis) ส่วนการติดเชื้อบางชนิด เช่น ไทฟอยด์ และไวรัส มักจะมีจำนวนเม็ดเลือดขาวต่ำ (leukopenia) การนับแยกชนิดของเม็ดเลือดขาวช่วยบอก

การติดเชื้อบางอย่างได้ เช่น ภาวะที่มีนิวโทรฟิลสูงบ่งบอกว่าอาจมีการติดเชื้อแบคทีเรีย ภาวะที่มีลิมโฟไซต์สูงบ่งบอกถึงการติดเชื้อไวรัส และภาวะที่มีอีโอสิโนฟิลสูงบ่งบอกถึงการติดเชื้อพยาธิ (parasitic infection) เป็นต้น

ไซธอร์ค (2541) กล่าวว่า สามารถจำแนกเม็ดเลือดขาวได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่

ก. granulocyte เป็นเม็ดเลือดขาวที่มีคุณสมบัติการติดสีเมื่อถูกย้อม และมีแกรนูลจำนวนมาก (granules) อยู่ภายในไซโตพลาสซึม โดยสามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด

- นิวโทรฟิล (neutrophils) เป็นชนิดของเม็ดเลือดขาวที่มีจำนวนมากที่สุด สร้างจากไขกระดูก นิวเคลียสสีชมพู (lobe) มีหน้าที่กำจัดเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย (foreign particles) โดยวิธีการจับกิน และย่อยโดยเอนไซม์ไลโซโซม (lysosomal enzymes)

- อีโอสิโนฟิล (eosinophils) เป็นชนิดของเม็ดเลือดขาว ที่มีแกรนูลติดสีแดง ขนาด และ รูปร่างแตกต่างกันไปตามชนิดของสัตว์ อีโอสิโนฟิลสร้างจากไขกระดูก โดยปกติมีปริมาณน้อย แต่จะเพิ่มปริมาณมากในกรณีที่ร่างกายสัตว์ได้รับการติดเชื้อจากพยาธิ มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการขจัดสารพิษที่เข้าสู่ร่างกายทางปอด หรือระบบทางเดินอาหาร

- เบโซฟิล (basophils) เป็นชนิดของเม็ดเลือดขาว ที่มีแกรนูลติดสีน้ำเงิน มีปริมาณน้อย ภายในบรรจุสารจำพวกเฮปาริน (heparin) และฮิสตามีน (histamine) มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการแข็งตัวของเลือด และร่วมกับอีโอสิโนฟิล ทำหน้าที่เกี่ยวกับการอักเสบอย่างเฉียบพลัน

ข. agranulocyte เป็นชนิดของเม็ดเลือดขาวที่ไม่มีแกรนูล หรือมีเล็กน้อยบริเวณไซโตพลาสซึม แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด

- โมโนไซต์ (monocyte) เป็นเซลล์เม็ดเลือดขาวที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ทำหน้าที่กำจัดสิ่งแปลกปลอมโดยวิธีฟาโกไซโตซิส เช่นเดียวกับนิวโทรฟิล โมโนไซต์จะถูกปลดปล่อยออกมาจากเลือดเข้าสู่เนื้อเยื่อจะมีการพัฒนาไปเป็นเซลล์ฟาโกไซโตซิสที่มีขนาดใหญ่เรียกว่า แมคโครเฟจ (macrophages)

- ลิมโฟไซต์ (lymphocyte) เป็นเซลล์เม็ดเลือดขาวที่มีขนาด และรูปร่างผันแปรมาก นิวเคลียสมีขนาดใหญ่เกือบเต็มเซลล์ สร้างจากไขกระดูก ลิมโฟไซต์ มี 2 ชนิด คือ ชนิดที (T-lymphocyte) เกี่ยวข้องกับ ขบวนการสร้างภูมิคุ้มกัน (immunity) ส่วนอีกชนิดหนึ่งคือ ชนิดบี (B-lymphocyte) เกี่ยวข้องกับการสร้างแอนติบอดี นอกจากนั้นลิมโฟไซต์ชนิดบียังเป็นต้นกำเนิดของเซลล์พลาสมา (plasma cells) ซึ่งพบในเซลล์ทั่วไปทำหน้าที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์ การกักเก็บ และการหลั่งของอิมมูโนโกลบูลิน (immunoglobulins)

2.3 เกล็ดเลือด เป็นส่วนของเซลล์ที่มีขนาดเล็ก มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 ไมครอน รูปร่างเป็นแผ่นกลมๆ (discoid shape) ไม่มีนิวเคลียส ซึ่งมีเซลล์ต้นกำเนิดอยู่ในไขกระดูก เกล็ดเลือดมีไมโทคอนเดรียจึงสามารถสร้างพลังงานได้ สารอาหาร พลังงานของเกล็ดเลือดได้จากกลูโคสผ่านกระบวนการเมแทบอลิซึมโดยวิถีไกลโคไลซิสและวิถีเพนโทฟอสเฟต ส่วนประกอบของเกล็ดเลือดคือ น้ำ โปรตีน แอ็กทิน ไมโอซิน (myosin) ส่วนพวกलिปิดได้แก่ ฟอสโฟลิปิด ไตรเอซิลกลีเซอรอล และคอเลสเตอรอล และมีเอ็นไซม์อีกหลายชนิด เกล็ดเลือดมีหน้าที่ช่วยในกระบวนการห้ามเลือด (hemostasis) ทำลายสิ่งแปลกปลอมที่มีขนาดเล็ก (phagocytosis) และขนส่งสารต่างๆ ในร่างกาย เป็นต้น (พัชร และคณะ, 2551)

ระบบภูมิคุ้มกัน (Immune system)

โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอวน. (2550) กล่าวว่า ร่างกายเรามีกลไกทำลายสิ่งแปลกปลอมจากภายนอกร่างกายหรือเซลล์ของร่างกายที่ผิดปกติ 2 แบบคือแบบ nonspecific defense mechanism เป็นกลไกการทำลายสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามาแบบไม่จำเพาะเจาะจง ซึ่งมี 2 ด้านคือ ด้านแรกเป็นการป้องกันภายนอก โดยผิวหนัง และเยื่อเมือก (mucus membrane) ด้านที่สองเป็นการป้องกันภายใน โดยเซลล์เม็ดเลือดขาวกำจัดโดยตรง (phagocytosis) เม็ดเลือดขาวที่ทำหน้าที่ phagocytosis ได้ดีที่สุดคือ monocyte (มี 5% ของเม็ดเลือดขาวทั้งหมด) ซึ่งออกจากกระแสเลือดไปอยู่ที่เนื้อเยื่อและมีขนาดใหญ่ขึ้นกลายเป็น macrophage แล้วหุ้มเชื้อไว้ macrophage ส่วนใหญ่จะอยู่ในม้าม และต่อมน้ำเหลือง ส่วน eosinophills (มีประมาณ 1.5% ของเม็ดเลือดขาวทั้งหมด) จะทำลายปรสิตที่มีขนาดใหญ่ เซลล์อีกชนิดหนึ่งที่ทำลายเซลล์ร่างกายที่ติดเชื้อไวรัส และเซลล์ที่ผิดปกติ คือ Natural Killer (NK) cell โดยจะรู้โจมตีผนังเซลล์ของเซลล์เป้าหมาย แล้วหลั่งสารพวก cytolytic ทำลายเซลล์เป้าหมายโดยทำให้เซลล์แตก การอักเสบ (inflammation) เม็ดเลือดขาวชนิด basophills ทำหน้าที่ตอบสนองเมื่อร่างกายเกิดบาดแผล มีการทำลายเชื้อโรคและเศษเซลล์ รวมทั้งซ่อมแซมบริเวณบาดแผล และการหลั่งสารพวกโปรตีนออกมาทำลาย ซึ่งโปรตีนในเลือดที่สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้มีประมาณ 20 ชนิด เรียกรวมนๆ ว่า complement system ซึ่งทำงานร่วมกันหลายขั้นตอนเพื่อทำลายสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกาย และยังทำหน้าที่เป็น specific defense ด้วย และแบบ specific defense mechanism หรือระบบภูมิคุ้มกัน (Immune system) ซึ่งระบบการทำงานจะประกอบด้วยเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดต่างๆ มากมาย โดยการกระตุ้นให้ lymphocyte สร้างแอนติบอดี lymphocyte ที่มีบทบาทสำคัญในระบบภูมิคุ้มกันคือ B lymphocyte (B-cell) และ T lymphocyte (T-cell) ที่ผิวของ B และ T cell จะมี antigen-receptor มีหน้าที่กระตุ้นให้มีการสร้างแอนติบอดี antibody เป็นโปรตีนชนิด

Immunoglobulins (Igs) ซึ่งแอนติบอดีแบ่งออกได้เป็น 5 ชนิดคือ IgM, IgG, IgA, IgD และ IgE แต่ละชนิดก็มีรูปร่างและหน้าที่แตกต่างกันไป IgM มีขนาดใหญ่ ไม่สามารถผ่านเข้าไปในรกได้ ทำหน้าที่ให้แอนติเจนตกตะกอนใน complement system IgG พบปริมาณมากในกระแสเลือด มีขนาดเล็กผ่านเข้าไปในรกได้ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ป้องกันแบคทีเรีย ไวรัส IgA สร้างเซลล์ใน mucous membrane จึงพบในน้ำลาย น้ำตา เหงื่อ และน้ำนม colostrum ซึ่งช่วยป้องกันโรคติดเชื้อทางเดินอาหารในทารก IgD พบที่ผิวของ B-cell ส่วน IgE มีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับแอนติบอดีชนิดอื่น

การเก็บตัวอย่างเลือดในสุกร

อรณนพ (2545) ได้กล่าวไว้ว่า การเก็บตัวอย่างเลือดในสุกร ในขณะที่สัตว์ยังมีชีวิตอยู่ มักจะใช้เพื่อการวินิจฉัย วิจัยและการศึกษาสภาพต่างๆ ของสุกรทั้งทางด้านการสืบพันธุ์และด้านอื่นๆ โดยมีวิธีการเก็บดังนี้

1. เก็บจากเส้นเลือดดำที่ใบหู มีวิธีทำและขั้นตอนดังนี้
 - บังคับสุกรให้ยืนนิ่ง โดยการมัดปากแล้วดึง
 - ทำความสะอาดบริเวณหลังใบหู
 - ใช้เข็มเบอร์ 19 หรือ 20 แทะเข้าไปในเส้นเลือดดำ โดยกดเส้นด้านโคนหูไว้ให้มี

การบวม

- ค่อยๆ กดเอาเลือดออกมา อย่ากดแรง อาจทำให้เส้นตีบ
- การเก็บวิธีนี้เก็บได้ประมาณ 1-5 มิลลิลิตร

2. เก็บจากเส้นเลือดดำที่คอ มักจะเก็บจากการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำ 2 เส้น คือ เส้นเลือดดำที่คอ (External jugular vein) และเส้นเลือดดำไปสู่หัวใจ (vena cava) ซึ่งการเจาะอาจทำได้ทั้งแบบนอนหงาย สำหรับสุกรขนาดเล็กและแบบยืนในสุกรขนาดใหญ่ การเก็บวิธีนี้เก็บได้เกิน 10 มิลลิลิตร

3. เก็บจากเส้นเลือดที่หาง เส้นเลือดที่จะเก็บที่หางคือ เส้นเลือดแดงหรือเส้นเลือดดำที่ไปหล่อเลี้ยงบริเวณหาง การเจาะใช้เข็มเบอร์ 20 ยาว 1 นิ้ว ซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย และสะดวก

4. เก็บจากแองเจเลือดในกระบอกตา (orbital sinus) วิธีนี้ไม่นิยมทำในฟาร์ม แต่จะทำในศูนย์วิจัยหรือสถานีทดลองกับสุกรที่มีขนาดตั้งแต่ 10-100 กิโลกรัม

ไขมันในพลาสมา

ในพลาสมาประกอบด้วยไขมันชนิดต่างๆ ซึ่งละลายได้ไม่ดีในน้ำ ถึงแม้ว่าไขมันบางชนิดจะมี ฟอสโฟไลปิด หรือ ไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบอยู่ก็ตาม นันทยา (2532) กล่าวว่า สามารถแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ได้ดังนี้

1. **ฟอสโฟไลปิด (Phospholipids)** เป็นไขมันที่พบได้มากที่สุด ในพลาสมาโดย ฟอสโฟไลปิด ทำหน้าที่เป็นตัวฟอก (detergent) ทำให้ความสามารถในการละลายของไขมันอื่นๆ ดีขึ้น และฟอสโฟไลปิดเป็นไขมันที่พบได้ในเซลล์ทุกชนิด ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยกลีเซอรอล ยกเว้น sphingomyelin และมีการเรียงตัวแบบ L-isomer ปัจจุบันพบฟอสโฟไลปิดอยู่ 5 ชนิดคือ

ก. Phosphatidic acid เป็นสารที่เกิดระหว่างปฏิกิริยาที่สำคัญ โดยใน โมเลกุลจะประกอบด้วยหมู่ฟอสเฟต และกลีเซอรอลอย่างละตัว และมีกรดไขมันอีก 2 ตัว ซึ่งอาจเป็นชนิดเดียวกัน หรือต่างชนิดกันก็ได้เกาะอยู่ด้วย

ข. Lecithin หรือ phosphatidyl choline เป็นเอสเทอร์ของกรด ฟอสฟาติกกับ โคลีน ทำให้มีคุณสมบัติเป็นสารที่มีประจุในพลาสมา ซึ่งมีประโยชน์ในการทำ สารประกอบไขมันคงสภาพเป็นสารละลายได้ในร่างกาย เลซิตินเป็นฟอสโฟไลปิดที่มีมากที่สุดในร่างกายสามารถละลายได้ในตัวทำ ละลายอินทรีย์ต่างๆ ไป ยกเว้น อะซีโตน

ค. Cephalin หรือ phosphatide เป็นกลุ่มที่มี ethanolamine serine หรือ inositol แทนที่กลุ่ม โคลีนของเลซิติน พบในเนื้อเยื่อทั่วไปของร่างกาย แต่มีมากในสมองและเนื้อเยื่อประสาท สารกลุ่มนี้ ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแข็งตัวของเลือด

ง. Plasmanogen พบได้ในก้ามเนื้อ หัวใจ สมอง และตับยังไม่ทราบหน้าที่ของสารกลุ่มนี้ซึ่งจะมีส่วนที่ต่างจากสารกลุ่มอื่น คือ กรดไขมันที่ตำแหน่งที่ 1 ของกลุ่มนี้จะเป็นกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว

จ. Sphingomyelin เป็นฟอสโฟไลปิดที่พบได้ในเนื้อเยื่อต่างๆ ไป โดยเฉพาะในสมอง และระบบประสาท ใน โมเลกุลประกอบด้วย long chain amino alcohol หรือ spingosine เมื่อรวมกับกรดไขมันแล้วเรียกว่า ceramide และเมื่อมีกรดฟอสฟอริกและโคลีนด้วย เรียกว่า sphingosine

2. **คอเลสเตอรอล (Cholesterol)** เป็นไขมันในพลาสมาที่พบรองลงมาจากฟอสโฟไลปิด โดยคอเลสเตอรอลเป็นสารในกลุ่ม steroid สามารถสังเคราะห์ได้ในร่างกาย เพื่อที่จะถูกนำไปใช้ประกอบของโครงสร้างของเซลล์ และไลโปโปรตีน หรือ นำไปเปลี่ยนเป็นกรด น้ำดี วิตามินดี และสเตียรอยด์ฮอร์โมน ซึ่งคอเลสเตอรอลมีโครงสร้างเป็น 4 วงแหวน มีส่วนที่เป็น

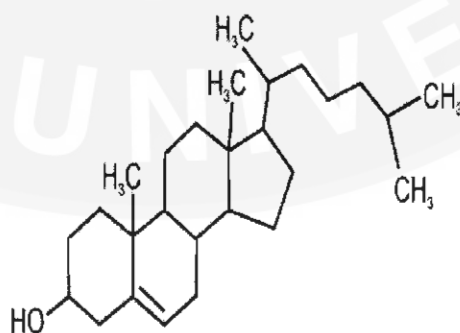
นิวเคลียส คือ perhydrocyclopentanophenanthrene ประกอบด้วยคาร์บอน 27 อะตอม และมีส่วนที่มีขั้ว (polar) คือ หมู่ -OH ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ดังนั้นจึงมีคุณสมบัติเป็น secondary alcohol และมีพันธะคู่ระหว่างคาร์บอนตำแหน่งที่ 5-6 ด้วย แสดงในภาพ 2

แหล่งที่มาของคอเลสเตอรอลภายในร่างกาย สุรินทร์ และคณะ (2523) กล่าวว่า เกิดจาก 2 ปัจจัย คือ

1. จากภายนอกในร่างกาย (exogenous source) ซึ่งได้มาจากอาหารที่รับประทานเป็นอาหารที่มีคอเลสเตอรอลสูง เช่น เนื้อสัตว์ต่างๆ รวมทั้งเครื่องใน ไข่แดง เป็นต้น
2. จากภายในร่างกาย (endogenous source) สร้างขึ้นจากร่างกายในร่างกายจากกระบวนการเผาผลาญสารอาหารจำพวกแป้ง น้ำตาล ไขมัน เนื้อสัตว์ โดยเฉพาะอวัยวะที่ทำหน้าที่สังเคราะห์คอเลสเตอรอล คือ ตับ และลำไส้

กมลวรรณ (2539); ธาดา และนวลทิพย์ (2542) กล่าวว่า คอเลสเตอรอลที่พบในร่างกายสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. high-density lipoprotein (HDL) เป็น lipoprotein ที่มีขนาดเล็กที่สุดสร้างที่ตับและลำไส้ประกอบด้วยโปรตีนเป็นส่วนใหญ่ 40-50% คอเลสเตอรอล 20% endogenous ไตรกลีเซอไรด์ 5-10% high-density lipoprotein (HDL) มีหน้าที่นำคอเลสเตอรอลจากผนังด้านในหลอดเลือดแดงกลับคืนสู่ตับเพื่อเผาผลาญและเปลี่ยนเป็นน้ำดี ขับออกนอกร่างกายทางอุจจาระ high-density lipoprotein (HDL) จึงมีบทบาทช่วยป้องกันการเกิดภาวะหลอดเลือดแข็งกระด้าง
2. low-density lipoprotein (LDL) เป็น lipoprotein ที่ได้จากการย่อย very low-density lipoprotein (VLDL) ที่ประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์ 40% กับคอเลสเตอรอล 30% ทำหน้าที่ขนถ่าย endogenous ไตรกลีเซอไรด์ไปยังเซลล์



ภาพ 2 สูตร โครงสร้างของคอเลสเตอรอล

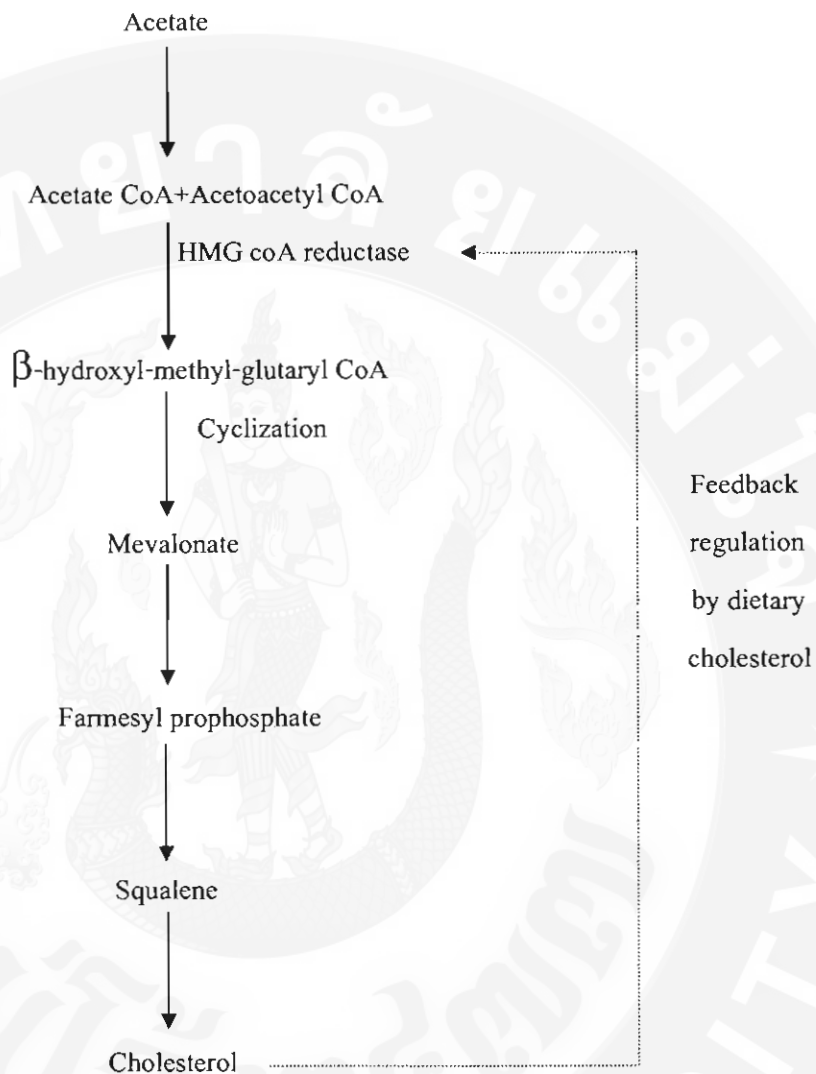
ที่มา: Holger et al. (2003)

การสังเคราะห์คอเลสเตอรอล

คอเลสเตอรอลในร่างกายมีแหล่งมาจากอาหาร และการสังเคราะห์จาก acetyl CoA ซึ่งได้มาจากขบวนการเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโน และกรดไขมัน โดยอวัยวะหลักที่สังเคราะห์คอเลสเตอรอล คือ ตับ ส่วนที่ลำไส้เล็กอาจมีการสังเคราะห์ได้บ้าง นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ต่างๆที่มีการสร้างสเตียรอยด์ฮอร์โมนก็สามารถสร้างคอเลสเตอรอลได้เช่นกัน การสังเคราะห์คอเลสเตอรอล จะเกิดขึ้นในส่วนไซโตพลาสซึม (cytoplasm) แต่เอ็นไซม์ที่ใช้ในปฏิกิริยาอยู่ใน endoplasmic reticulum ซึ่งการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในร่างกายจะสังเคราะห์จากหน่วยย่อยเรียกว่า isoprene ขึ้นมาก่อนหลังจากนั้นจึงนำไปสร้างคอเลสเตอรอลและไลปิดอื่นๆ ที่มีโครงสร้างไอโซพรีนในโมเลกุล (ยูวัตตร, 2543)

การควบคุมการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล

การสังเคราะห์คอเลสเตอรอลจะถูกควบคุม โดยปริมาณคอเลสเตอรอลในอาหาร จำนวนแคลอรีจากอาหาร ฮอร์โมน และกรดน้ำดี พบว่าเมื่อปริมาณคอเลสเตอรอลจากอาหารมีมาก คอเลสเตอรอลจากการดูดซึม ซึ่งอยู่ในรูปไคโลไมครอน (chylomicron) จะยับยั้งเอ็นไซม์ HMG CoA reductase (hydroxyl-methyl-glutaryl CoA reductase) ที่ตับ และฮอร์โมนอินซูลินจะเพิ่มศักยภาพของเอ็นไซม์ให้ดีขึ้น ในขณะที่ฮอร์โมนกลูคาγον หรือ คอร์ติซอล จะลดศักยภาพของเอ็นไซม์นี้ลง ซึ่งการควบคุมการสังเคราะห์ของคอเลสเตอรอลจะเกิดขึ้นที่ตับเป็นสำคัญ (ภาพ 3)



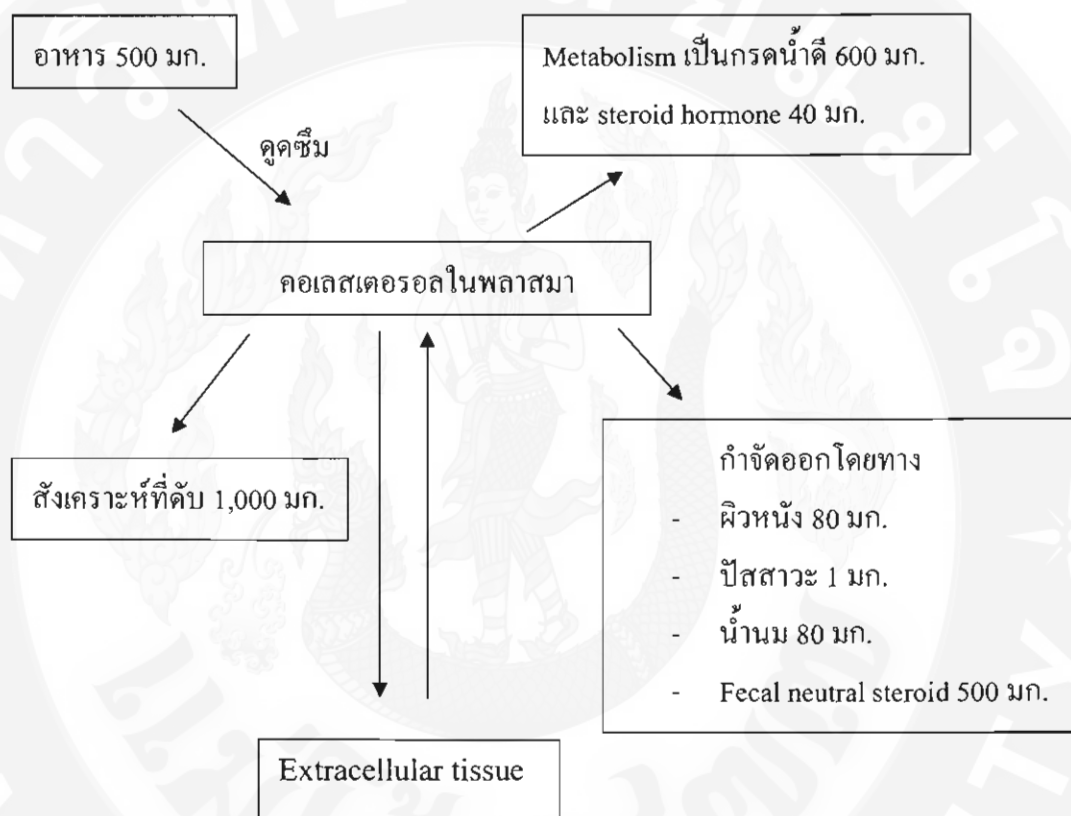
ภาพ 3 การสังเคราะห์คอเลสเตอรอล

ที่มา: ชูวงศ์ (2543)

การสลายคอเลสเตอรอล

คอเลสเตอรอลในร่างกายจะถูกเปลี่ยนเป็นกรดน้ำดีเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งกรดน้ำดีสามารถถูกสังเคราะห์โดยตรงจากคอเลสเตอรอลที่ตับ ได้เป็นกรดน้ำดีชนิด primary acid ได้แก่ glycocholic acid และ chenodeoxycholic acid ซึ่งเป็นกรดน้ำดีที่พบได้ในคน กรดน้ำดีที่สร้างจากตับจะถูกส่งไปเก็บที่ถุงน้ำดี (gall bladder) และหลังจากที่ลำไส้เล็กเพื่อช่วยย่อยไขมัน และที่ลำไส้เล็กกรดน้ำดีชนิด primary bile acid จะถูกเปลี่ยนเป็น secondary bile acid คือ deoxycholic และ lithocholic acid จากนั้นกรดน้ำดีบางส่วนจะถูกดูดซึมกลับที่ลำไส้ใหญ่แล้วกลับไปเก็บที่ตับ และ

บางส่วนจะขับออกไปกับอุจจาระ (enterohepation of bile acid) ดังนั้นกรดน้ำดีจึงมีบทบาทสำคัญในการช่วยควบคุมระดับคอเลสเตอรอลในร่างกายให้เป็นปกติ เพราะคอเลสเตอรอลไม่สามารถออกซิไดซ์ (oxidized) จนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำได้ แสดงในภาพ 4



ภาพ 4 การเผาผลาญคอเลสเตอรอลในร่างกาย

ที่มา: อุษณีย์ (2538)

ผลของคอเลสเตอรอลต่อมนุษย์และสัตว์

คอเลสเตอรอลเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ และในสัตว์ด้วย ปกติแล้วในร่างกายมนุษย์จะมีระดับคอเลสเตอรอลในพลาสมา ประมาณ 200 มก./ดล. ขึ้นอยู่กับอายุ และปัจจัยอื่นๆ (Martin et al., 1981) การมีคอเลสเตอรอลในซีรัมต่ำ (hypocholesterolemia) ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการได้รับอาหารผิดส่วน หรือการย่อยและการดูดซึมที่ลำไส้ไม่ดี หรือเป็นโรคที่ได้รับการถ่ายทอดทางพันธุกรรม เช่น โรค apo A I, apo A II ซึ่งอาจเกิดจากการสลายตัวมาก หรือเกิดจากความผิดปกติของยีนที่ควบคุมการสร้าง apo A ทำให้มีคอเลสเตอรอลในเลือดต่ำ ไตรกลีเซอไรด์สูง หรือปกติ high-density lipoprotein deficiency (HDL) ลดลงทำให้มีการตั้งของ

คอเลสเตอรอลในรูปเอสเทอร์ตามอวัยวะต่างๆ เช่น คอเลสเตอรอล คับ ม้าม และต่อมน้ำเหลือง ทำให้ อวัยวะเหล่านี้มีขนาดโตขึ้น และอาจมีไขมันไปเกาะตามเส้นประสาท ทำให้มีอาการทางประสาท ร่วมด้วย ซึ่งโรคนี้สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ด้วย ภาวะการเกิด hypocholesterolemia มัก พบใน hyperthyroidism (liver disease with hepato-cellular damage) การมีคอเลสเตอรอลต่ำ พบว่า ยังสาเหตุในการเกิดอัตราการเสี่ยงในการเป็นมะเร็งด้วย (Siemianowicz et al., 2000) มีการศึกษาใน ผู้ป่วยมะเร็งโรคปอดจำนวน 135 คน เปรียบเทียบกับกลุ่มปกติ 39 คน พบว่าผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดมี ระดับคอเลสเตอรอลในเลือดต่ำยังเป็นสาเหตุของการเกิด hyperthyroidism (Sassolas and Cartier, 1999) ส่วนคอเลสเตอรอลสูงยังเป็นสาเหตุการเกิดโรคตับเรื้อรัง เนื่องจากตับเป็นอวัยวะสำคัญใน การเกิดกระบวนการเผาผลาญ (metabolism) ของคอเลสเตอรอล (Arienzo et al., 1998)

เมื่อร่างกายมีคอเลสเตอรอลในปริมาณที่สูงเกินไปจะถูกเก็บสะสมที่ตับ และ เปลี่ยนเป็นกรดน้ำดี ซึ่งเป็นกลไกของร่างกายในการป้องกันการสะสมของสารที่ไม่ละลายน้ำ (water insoluble substance) แต่ถ้าร่างกายไม่สามารถกำจัดคอเลสเตอรอลส่วนเกินออกได้ หรือ สะสมในปริมาณมากทำให้เป็นสาเหตุของโรคต่างๆ เช่น การเกิด atherosclerosis หรือที่เรียกว่า โรค หลอดเลือดแดงแข็ง ซึ่งเกิดจากการสะสมคอเลสเตอรอลในปริมาณมากๆ มาเกาะอยู่ที่ผนังหลอดเลือด ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดเลือดแคบลง แรงดันเลือดสูงขึ้น เป็นผลทำให้แคลเซียมมา เกาะผนังหลอดเลือดมากขึ้น ทำให้เส้นเลือดเปราะและขาดความยืดหยุ่น ทำให้ผนังหลอดเลือดแตก ได้ง่าย โดยเฉพาะถ้าเกิดเหตุการณ์แบบนี้กับหัวใจ เลือดและออกซิเจนจะไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจ น้อยลงซึ่งจะทำให้เกิด coronary artery แล้วก็จะทำให้เกิดภาวะ myocardial infarction กว่า 50% ของ ผู้ป่วยที่สูญเสียชีวิตด้วยโรคหัวใจ เกิดจาก coronary heart disease (CHD) ที่มีสาเหตุสำคัญคือ atherosclerosis (พรทิพย์, 2536)

3. Triglyceride หรือ Triacylglycerol ขุนัตถ (2543) กล่าวว่า ไตรกลีเซอไรด์ เป็นเอสเทอร์ระหว่างกลีเซอรอลและกรดไขมัน 3 ตัว มีปริมาณน้อยในพลาสมา เนื่องจากเป็นสารที่ เกิดขึ้นในระหว่างปฏิกิริยาการสร้างไตรกลีเซอไรด์เท่านั้น โดยไตรกลีเซอไรด์อาจจะเป็น ของเหลว หรือของแข็งที่อุณหภูมิห้องก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของกรดไขมันอิสระที่มาเกาะไตรกลี เซอไรด์ ในพลาสมาได้มาหลายทาง ซึ่งทางแรกได้มาจากการดูดซึมที่ลำไส้เล็ก โดยจะเข้ามาใน กระแสเลือดในรูปไลโปโพรตีน และอีกทางหนึ่งคือ การสร้างขึ้นที่ตับและเซลล์ลำไส้เล็กจาก คาร์โบไฮเดรต และกรดไขมัน ไตรกลีเซอไรด์บางส่วนจะถูกเก็บสะสมไว้ในร่างกายที่เนื้อเยื่อ ไขมัน เพื่อเป็นแหล่งพลังงานและนำมาใช้ได้เมื่อร่างกายต้องการ การสังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์ในร่างกายเกิดได้ 2 วิธีคือ

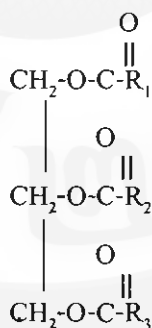
วิธีที่ 1 เกิดขึ้นที่เซลล์ลำไส้เล็กโดยอาศัย 2-monoacylglycerol ที่เป็นสารตัวกลาง

ซึ่งเกิดจากการย่อยอาหารไขมันที่ลำไส้เล็ก โดยจะจับตัวกับกรดไขมันอีก 2 โมเลกุลที่ตำแหน่งที่ 1 และ 3 ของ monoacylglycerol เรียกว่า การสังเคราะห์โดย 2-monoacylglycerol pathway

วิธีที่ 2 เป็นการสังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์ขึ้นใหม่โดยอาศัย L-glycerol-3-phosphate ผ่านสารตัวกลางคือ phosphatidic acid และ 1,2-diacylglycerol จากนั้นจะมีการเติมกรดไขมันตัวที่ 3 เข้าไปใน 1,2-diacylglycerol ได้เป็น Triacylglycerol เรียกการสังเคราะห์แบบนี้ว่า de novo synthesis สามารถเกิดขึ้นได้ในเนื้อเยื่อต่างๆ เช่น ตับ กล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่อไขมัน แสดงดังภาพ 6

โครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์

ไตรกลีเซอไรด์เป็นกลีเซอไรด์หนึ่งโมเลกุลที่มีจำนวนกรดไขมัน 3 โมเลกุล (ภาพ 5) ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวทำให้มีลักษณะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง เรียกว่า น้ำมัน (oil) ส่วนกรดไขมันที่มีกรดไขมันอิ่มตัว เป็นส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นของแข็ง เรียกว่า ไขมัน (fat) เช่น ไตรกลีเซอไรด์ที่สะสมไว้ในเซลล์ของตับ ไตรกลีเซอไรด์ไม่สามารถรวมตัวกับน้ำเป็นไมเซลล์ (micelle) ได้ เพราะโมเลกุลมีแต่ส่วนที่ไม่ละลายน้ำ (อุษณีย์, 2547)



ภาพ 5 สูตรโครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์
ที่มา: ดาวัลย์ (2551)

การมีไตรกลีเซอไรด์มาก ทำให้ร่างกายสร้าง acetyl CoA มากผิดปกติ ทำให้เกิดภาวะอ้วน (obesity) เพราะ acetyl CoA จะถูกนำไปสร้างเป็นไตรกลีเซอไรด์สะสมตามเนื้อเยื่อไขมันได้เร็วกว่าที่ร่างกายสามารถเผาผลาญได้ (อุษณีย์, 2547) จากการศึกษาของ David

(1983) พบว่าองค์ประกอบของไขมันในกล้ามเนื้อส่วนใหญ่มักจะมีไตรกลีเซอไรด์เป็นองค์ประกอบ หลักการที่ระดับไตรกลีเซอไรด์เพิ่มขึ้น ก็ทำให้ปริมาณของไขมันแทรกกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นด้วย

4. กรดไขมันอิสระ (Free fatty acid) กรดไขมันอิสระในพลาสมาจะมีเพียง 5% ของกรดไขมันทั้งหมดในพลาสมา (ประมาณ 10-15 มก/ดล.) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นกรดไขมันอิ่มตัวที่สำคัญคือ กรดปาล์มมิติก (palmitic acid) และกรดสเตียริก (stearic acid) มีมากกว่า 85% ของกรดไขมันอิสระที่มีในพลาสมา ถึงแม้จะมีกรดไขมันอิสระเพียงเล็กน้อยในพลาสมา แต่ก็เป็นส่วนที่สำคัญในกระบวนการเมแทบอลิซึมของไขมันในพลาสมา โดยกรดไขมันอิสระจะถูกขับออกมาจากเนื้อเยื่อไขมัน แล้วรวมตัวกับอัลบูมินในพลาสมาอย่างหลวมๆ และมีการเปลี่ยนแปลงเร็วมาก และเกิดการออกซิไดซ์ เพื่อเป็นพลังงานในระยะหลังการดูดซึม (บุญฉัตร, 2543)

การตรวจหาระดับคอเลสเตอรอล

บุญฉัตร (2543) รายงานว่า สามารถแยกคอเลสเตอรอลได้ โดยวัดระดับคอเลสเตอรอลในพลาสมา และเนื้อเยื่อต่างๆ ต่อมาได้มีการคิดค้นกันอย่างมากมายจนถึงปัจจุบัน การหาระดับคอเลสเตอรอล สามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งการทำให้เกิดสี (colorimetry) มีหลักการโดยทั่วไป คือให้คอเลสเตอรอลซึ่งเป็นแอลกอฮอล์ ทำปฏิกิริยากับกรดเข้มข้น จะได้มีสารที่มีสีเกิดขึ้น ปฏิกิริยาที่นิยมใช้มีสองแบบคือ

1. Liebermann-Burchard (L-B) reaction หลักการโดยคอเลสเตอรอลทำปฏิกิริยากับอะซิติกแอนไฮไดรด์ (acetic anhydride) โดยมีกรดกำมะถันและกรดอะซิติกอยู่ด้วย จะได้สารสีเขียววัดการดูดกลืนแสงได้ที่ 620 นาโนเมตร ปฏิกิริยานี้ มีข้อผิดพลาดเกิดได้จากการมีบิลิรูบินอยู่ในสารตัวอย่าง พบว่า บิลิรูบิน 1 มิลลิกรัม จะเกิดสีได้เท่ากับคอเลสเตอรอล 5-6 มิลลิกรัม นอกจากนั้นปฏิกิริยายังเปลี่ยนไปได้มากขึ้นกับความเข้มข้นกรดกำมะถัน กรดอะซิติก อะซิติกแอนไฮไดรด์ อุณหภูมิ แสงสว่าง และเวลา สีที่เกิดขึ้นก็ไม่คงตัวคอเลสเตอรอลอยู่ในรูปอิสระและเอสเทอร์จะให้สีได้ไม่เท่ากันในปฏิกิริยานี้ ข้อดีของวิธีนี้ คือเป็นวิธีที่รวดเร็ว ง่าย สะดวก สามารถนำไปปรับปรุงใช้กับเครื่องมืออัตโนมัติได้

2. Zak-Zlakis reaction หรือ $\text{FeCl}_3\text{-H}_2\text{SO}_4$ reaction หลักการ โดย คอเลสเตอรอลทำปฏิกิริยากับกรดกำมะถัน เฟอร์ริกคลอไรด์ และกรดอะซิติกเข้มข้น ให้สารสุดท้ายสีม่วง ซึ่งคงตัววัดสีได้ที่ 560 นาโนเมตร ปฏิกิริยานี้มีความไวกว่า L-B reaction 4-5 เท่า คอเลสเตอรอลอิสระ และเอสเทอร์ให้สีได้เท่าๆ กัน การเกิดสีสมบูรณ์ขึ้นกับอุณหภูมิ และความเข้มข้นของกรดกำมะถัน ส่วนบิลิรูบินยังสามารถรบกวนได้ ต่อมาได้มีวิธีการปรับปรุงเพื่อป้องกันการรบกวนจากบิลิรูบิน

การตรวจหาระดับไตรกลีเซอไรด์

นันทยา (2532) กล่าวว่า ไขมันไตรกลีเซอไรด์ในพลาสมา ส่วนใหญ่ได้มาจากอาหาร ที่กินเข้าไปและถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด เรียกว่า exogenous triglycerides และจากการสร้างขึ้นที่ตับ เรียกว่า endogenous triglycerides ทั้งหมดจะอยู่ในพลาสมา โดยรวมตัวกับโปรตีนและสารไขมันอื่นๆ เป็นสารประกอบไลโปโปรตีน ในพลาสมาจะมีระดับไตรกลีเซอไรด์สูงกว่าในเซรัม เล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากมีการจับเอาสารไขมันพวกนี้ไปในระหว่างการแข็งตัวของเลือด หรือมีการสลายตัวของไขมันในระหว่างนั้น อย่างไรก็ตามส่วนใหญ่จะนิยามหาปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในเซรัมมากกว่าในพลาสมา ระดับไตรกลีเซอไรด์จะสูงสุดเมื่อกินอาหารแล้วประมาณ 4-6 ชั่วโมง แล้วจะค่อยๆ ลดลงช้าๆ การหาปริมาณสำหรับการวินิจฉัยโรคให้ถูกต้อง ควรเจาะเลือดหลังจากกินอาหารแล้วประมาณ 12 ชั่วโมง การหาปริมาณไตรกลีเซอไรด์ อาจทำได้โดยตรง คือหาในรูปของไตรกลีเซอไรด์ หรือกลีเซอรอล และการหาทางอ้อม คือหาค่าไขมันทั้งหมดแล้ว หักออกด้วยค่าคอเลสเตอรอล คอเลสเตอรอลเอสเทอร์ ฟอสโฟไลปิด และกรดไขมันอิสระต่างๆ แต่วิธีหลังไม่นิยม เพราะยุ่งยากและผิดพลาดได้มาก เนื่องจากไตรกลีเซอไรด์ในพลาสมาอยู่ในรูปของสารประกอบเชิงซ้อนดังกล่าว และมีสารหลายตัวที่สามารถเข้ามาปะปนในวิธีการหาไตรกลีเซอไรด์ได้ เพราะส่วนใหญ่เราจะย่อยโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ให้เป็นกลีเซอรอล ซึ่งสารฟอสโฟไลปิดหรือคาร์โบไฮเดรตบางตัวสามารถถูกย่อยให้เป็นกลีเซอรอลได้เช่นเดียวกัน นอกจากนั้นโปรตีนและกรดอะมิโนบางชนิดก็สามารถปะปนเข้ามาทำให้เกิดปฏิกิริยาผิดพลาดหรือเกิดความขุ่นได้ ดังนั้นจึงต้องมีวิธีการกำจัดสารเหล่านั้นออก หรือใช้วิธีการหาที่เหมาะสม การตรวจหาไตรกลีเซอไรด์มีวิธีการหลายวิธีด้วยกันดังนี้คือ

1. ใช้ปฏิกิริยาของเอ็นไซม์ วิธีใช้เอ็นไซม์ ถือเป็นวิธีที่ถูกต้องและแม่นยำ เพราะมีความจำเพาะสูง แต่ต้องระมัดระวังมากในการทำ และเครื่องมือที่ใช้มีราคาแพง เพราะการวัดปริมาณ NADH ต้องใช้คลื่นแสงที่ 340 นาโนเมตร นอกจากนั้นยังต้องควบคุมสภาพการทำให้เหมาะสม สารที่ใช้ ได้แก่ เอ็นไซม์ และ coenzyme มีราคาแพงและเสื่อมสภาพได้ง่าย จะต้องระมัดระวังในการเก็บรักษาอย่างดีด้วย โดยทั่วไปนิยมทำ 2 แบบคือ

ก. ใช้เอ็นไซม์กลีเซอรอลไคเนส (glycerol kinase, GK) อาศัยหลักการเปลี่ยนกลีเซอรอลด้วย GK โดยมี ATP อยู่ด้วยให้เป็นกลีเซอรอลฟอสเฟต ขณะเดียวกัน ATP จะถูกเปลี่ยนเป็น ADP และไปช่วยในปฏิกิริยาการเปลี่ยน phosphoenolpyruvate โดย pyruvate kinase (PK) ไปเป็นไพรูเวต และเมื่อมีเอ็นไซม์ lactate dehydrogenase (LD) และ NADH ที่ทราบปริมาณ จะทำให้ไพรูเวตเปลี่ยนเป็น lactate และ coenzyme NADH ถูกเปลี่ยนเป็น NAD⁺ เรา

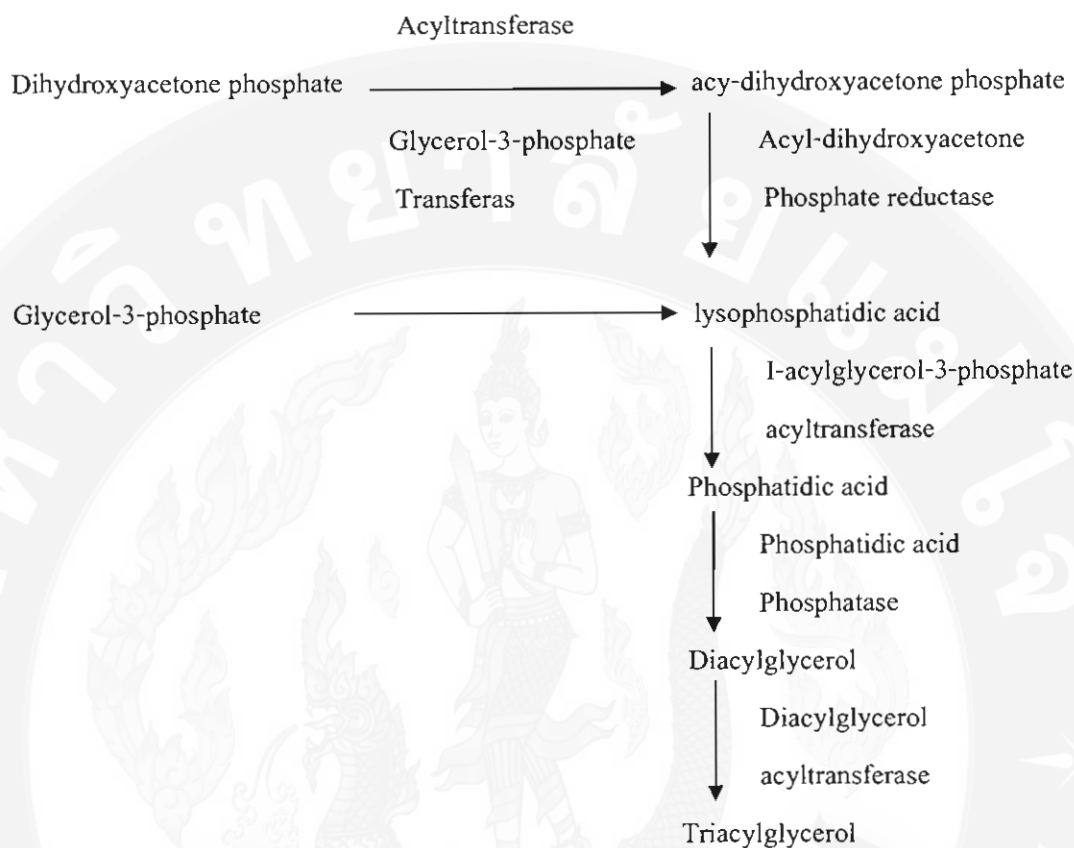
สามารถวัดปริมาณที่ลดลงโดยการวัดการดูดกลืนแสงที่ลดลงที่ 340 นาโนเมตร ซึ่งจะเป็นสัดส่วนกับปริมาณกลีเซอรอลที่เกิดขึ้น

ข. ใช้เอ็นไซม์ glycerol phosphate dehydrogenase (GPD) ย่อย glycerol phosphate ต่อไปให้ dihydroxy acetonephosphate ซึ่งจะมี Co-enzyme NAD^+ ถูกเปลี่ยนเป็น NADH ดังนั้นเราจึงวัดปริมาณกลีเซอรอลที่เกิดขึ้น โดยเทียบปริมาณ NADH ที่เพิ่มขึ้น หรือ absorbance ที่เพิ่มขึ้นที่ 340 นาโนเมตร

2. ปฏิกริยาการเทียบสี โดยทั่วไปจะออกซิไดซ์กลีเซอรอล ให้เป็นฟอร์มาลดีไฮด์ที่เกิดขึ้นซึ่งโดยทั่วไปมีด้วยกันหลายวิธีการแต่ที่นิยมมีวิธีการของ Van Handel และ Zilversmit (1957) กับวิธีการ Hantzsch condensation method อ้างโดย นันทยา (2532) โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

ก. วิธีของ Van Handel และ Zilversmit (1957) ใช้ฟอร์มาลดีไฮด์ทำปฏิกิริยากับ chromotropic acid หรือ 4,5-Dihydroxy-2,7-naphthalene disulfonic acid โดยมีกรดกำมะถันอยู่ด้วย จะได้สารละลาย สีชมพูซึ่งไม่ทราบโครงสร้าง แล้ววัดสีที่เกิดขึ้นเทียบกับสารละลายมาตรฐาน

ข. วิธี Hantzsch condensation method ให้ฟอร์มาลดีไฮด์ที่เกิดขึ้น condense กับ acetylacetone หรือ 2,4-pentane dione โดยมี ammonium ion อยู่ด้วยใน pH ที่เหมาะสมจะได้สาร lutidine มีสีเหลืองจาง วัดสีเทียบกับสารมาตรฐาน



ภาพ 6 ปฏิกริยาทางเคมีของการสังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์

ที่มา: ยูวฉัตร (2543)

ใบหม่อน (Mulberry leaves)

หม่อนมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Morus alba* L. จัดอยู่ในวงศ์ Moraceae เป็นไม้พุ่มขนาดย่อม เปลือกต้นสีน้ำตาลแดง ใบเดี่ยวออกสลับสีเขียวเข้ม เป็นรูปหัวใจขอบจักฟันเลื่อย ผิวสาก สีเขียวเข้ม (รัตติยา, 2544) มีดอกเล็กๆ เป็นช่อแทงกลม ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียแยกกัน ดอกย่อยมี 4 กลีบออกดอกตามซอกใบที่ปลายกิ่ง ผลเป็นผลรวม ออกเป็นพวงเล็ก เมื่อสุกมีสีน้ำตาลดำ ส่วนที่ใช้ประโยชน์ของหม่อนคือ ใบ กิ่ง ผลและเปลือกกราก (ไชยา, 2533)

สารสำคัญในใบหม่อน

ใบหม่อนประกอบด้วยสารเคมีหลายชนิด เช่น สารพวกแอลคาลอยด์ 1-ดีออกซีโนจิรีไมซิน (1-deoxynojirimycin, DNJ) มีผลลดระดับน้ำตาลในเลือดสัตว์ทดลอง (Chen et al., 1995)

กรดแกมมาอะมิโนบิวไทริก (gamma-aminobutyric acid, GABA) มีผลลดความดันเลือดและลดการอักเสบในสมองของผู้ที่ได้รับอุบัติเหตุทางสมอง (Shimizu et al. 1992) และมีสารฟลาโวนอยด์หลายชนิด เช่น เควอซีติน (quercetin) เคมเฟอรอล (kaempferol) แอสตรากาลิน (astragalin) รุทีน (rutin) โมราเซติน (moracetin) ไอโซเควอเซติน (isoquercetin) คูวานอน (kuwanon) ซาลโคโมราซิน (cholcomoracin) เคมเฟอรอล-3-โอ(6"-โอ-อะซิติล)-เบตา-ดี-กลูโคไพราโนไซด์ (kaempferol-3-O-(6"-O-acetyl)- β -D-glucopyranoside) เควอซีติน-3-โอ(6"-โอ-อะซิติล)-เบตา-ดี-กลูโคไพราโนไซด์ (quercetin-3-O-(6"-O-acetyl)- β -D-glucopyranoside) เควอซีติน-3-โอ-เบตา-ดี-กลูโคไพราโนไซด์ (quercetin-3-O- β -D-glucopyranoside) เคมเฟอรอล-3-โอ-แอลฟา-แอล-แรมโนไพราโนไซด์ (1-6)-เบตา-ดี-กลูโคไพราโนไซด์ (kaempferol-3-O- α -L-rhamnopyranosyl-(1-6)- β -D-glucopyranoside) เควอซีติน-3-โอ-ดี-กลูโคไพราโนไซด์ (1-6)-เบตา-ดี-กลูโคไพราโนไซด์ (quercetin-3-O-D-glucopyranosyl-(1-6)- β -D-glucopyranoside) และเควอซีติน-3,7-ได-โอ-เบตา-ดี-กลูโคไพราโนไซด์ (quercetin-3,7-di-O- β -D-glucopyranoside) และเควอซีติน-3,7-ได-โอ-แอล-แรมโนไพราโนไซด์ (quercetin-3,7-di-O- α -L-rhamnopyranoside) (รัตติยา, 2544)

คุณค่าทางโภชนาการในใบหม่อน

Kandylis et al. (2008) ได้ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของใบหม่อน (*Morus alba*) พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของใบหม่อน มี เถ้า โปรตีนหยาบ เยื่อใย ไขมันสกัด คาร์โบไฮเดรต NDF ADF ADL เซลลูโลส และ เฮมิเซลลูโลส เป็น 163, 201, 120, 37, 479, 268, 148, 41, 121 และ 107 ก/กก. ในรูปวัตถุแห้ง ตามลำดับ

Yao et al. (2000) ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของใบหม่อน จากตัวอย่างสายพันธุ์ใบหม่อน 4 ชนิด วัดตามช่วงของการเจริญเติบโตในฤดูใบไม้ร่วง และฤดูใบไม้ผลิ ซึ่งวิเคราะห์จากองค์ประกอบทางเคมีและส่วนประกอบของกรดอะมิโน โดยวัดจากการผลิตแก๊สภายในตัวสัตว์ทดลองตามคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า สายพันธุ์ที่แตกต่างกันไม่มีผลทำให้องค์ประกอบทางเคมีของใบหม่อนแตกต่างกัน แต่ฤดูมีผลทำให้ส่วนประกอบของโปรตีนหยาบ (CP) ของใบหม่อนแตกต่างกัน ซึ่งฤดูใบไม้ผลิมีค่าของโปรตีนหยาบเท่ากับ 24.7-31.6% และในฤดูใบไม้ร่วงมีค่าโปรตีนหยาบเท่ากับ 29.0-30.8% ส่วนกรดอะมิโน ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างสายพันธุ์ใบหม่อนทั้ง 4 ชนิด ใบหม่อนในฤดูใบไม้ผลิมีกรดอะมิโนที่จำเป็นเท่ากับ 70.0-81.6% ใบหม่อนในฤดูใบไม้ร่วงมีกรดอะมิโนจำเป็นเท่ากับ 75.6-78.0% และค่า NDF ในฤดูใบไม้ร่วงมีค่าเท่ากับ 41.1% ซึ่งสูงกว่าฤดูใบไม้ผลิมีค่าเท่ากับ 38.8%

การศึกษาการใช้ไบโหม่อนในสัตว์

ไพโซค (2547ก) ได้ทำการศึกษาการเสริมซาไบโหม่อนลงในอาหารไก่ไข่ต่อผลผลิต คุณภาพ และปริมาณคอเลสเตอรอลของไข่ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ใช้ไก่ไข่ 200 ตัว อายุ 27 สัปดาห์ อาหารที่ใช้ทดลองมีการเสริมไบโหม่อนที่ระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% ผลการทดลองพบว่า ปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ คุณภาพไข่ และมวลไข่ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือด พบว่า เมื่อเสริมซาไบโหม่อนลงในสูตรอาหารที่ระดับ 0.5, 1.0 และ 2.0% ทำให้มีปริมาณคอเลสเตอรอลลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ส่วนไตรกลีเซอไรด์ในเลือดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่ระดับ 0.5-1.5% ซาไบโหม่อนที่เสริมลงในสูตรอาหาร นอกจากนี้ ปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดงก็ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่ระดับ 2% ซึ่งสอดคล้องกับ ไพโซค (2547ข) ศึกษาผลการเสริมซาไบโหม่อนในสูตรอาหารต่อความสามารถในการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของไก่กระตัง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ศึกษาในไก่เนื้อเพศผู้ 240 ตัว ทดลองในช่วงอายุ 4-7 สัปดาห์ อาหารที่ใช้ทดลองเสริมซาไบโหม่อนที่ระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% ผลการทดลอง พบว่า ไก่กระตังที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยซาไบโหม่อนที่ระดับ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% ทำให้มีปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ในโตรเจนที่กินได้ พลังงานที่กินได้ และคุณภาพซาก (น้ำหนักซาก เปอร์เซ็นต์ซาก และเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้อง) มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปริมาณคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือด พบว่า เมื่อเสริมซาไบโหม่อนลงในสูตรอาหารที่ระดับ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% ทำให้คอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ลดลง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อย่างไรก็ตามปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อโคนขาไก่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

วิสุทธิ์ และคณะ (2546) ศึกษาผลการใช้ไบโหม่อนระดับต่างๆ เสริมในอาหารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไก่กระตัง วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ในโรงเรือนปิดระบบระบายความชื้นด้วยไอน้ำ โดยใช้ไก่กระตังเพศพันธุ์อรุณ จำนวน 160 ตัว ทดลองในช่วงอายุ 2-7 สัปดาห์อาหารที่ใช้ทดลองเป็นอาหารอัดเม็ดสำเร็จรูปมีโปรตีน 22% พลังงานรวม 4,100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และเสริมไบโหม่อนที่ระดับ 0, 2.5, 5.0 และ 7.5% โดยให้อาหารอย่างเต็มที่ทุกกลุ่ม ผลการทดลองพบว่า ไก่กระตังที่ได้รับอาหารเสริมไบโหม่อนที่ระดับ 2.5, 5.0 และ 7.5% มีปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่ม ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว เปอร์เซ็นต์ไขมันในช่องท้อง และระดับฮอร์โมนเอสตราไดออล 17-เบต้าในเลือดไก่กระตังเพศผู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ส่วน

เปอร์เซ็นต์ซาก ระดับฮอร์โมนเอสตราไดออล 17-เบต้าในเลือดไก่กระทงเพศเมีย และเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งไก่กระทงที่ได้รับอาหารเสริมใบหม่อนที่ระดับ 5% มีประสิทธิภาพการผลิตดีที่สุด

Bamikole et al. (2005) ศึกษาผลของโภชนะของใบหม่อน (*Morus spp.*) ในอาหารต่อการผลิตกระด้ายของประเทศไนจีเรีย ระยะเวลาทดลอง 12 สัปดาห์ ใช้กระด้ายพันธุ์ลูกผสมย่านมจำนวน 30 ตัว น้ำหนักตัวเริ่มต้นประมาณ 450 กรัม แยกกลุ่มด้วยน้ำหนักตัว แบ่งอาหารทดลอง 5 สูตร สัดส่วนอาหารชั้น:ปริมาณอาหารในใบหม่อนในอาหาร คือ 0, 25, 50, 75 และ 100% และออกแบบการทดลองแบบสุ่มตลอด อาหารทั้งหมดคิดในรูปวัตถุแห้งต่อระดับใบหม่อนที่เสริมในอาหาร จนกระทั่งมี ใบหม่อนมากกว่า 50% โดยลดสัดส่วนของอาหารชั้นลงพบว่า ปริมาณโปรตีนรวม และเยื่อใยรวม เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ตามการเพิ่มระดับใบหม่อนในอาหาร และโภชนะที่ข่อยได้จริงเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มระดับใบหม่อนในอาหาร แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) การเสริมใบหม่อนที่ระดับ 25 และ 50% ทำให้กระด้ายมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นดีกว่ากลุ่มที่ได้รับใบหม่อนที่ระดับ 75 และ 100% แต่ก็ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตาม การเสริมใบหม่อนในอาหารที่ระดับ 25 และ 50% ทำให้กระด้ายมีน้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน และการข่อยได้ที่ดีขึ้น อีกทั้งยังสามารถลดต้นทุนค่าอาหารอีกด้วย

Kandyli et al. (2008) ศึกษาคุณค่าทางโภชนะของใบหม่อน (*Morus alba*) ทดแทน Lucerne ในอาหารแกะ โดยทำการวัดค่าการข่อยได้ พบว่า กลุ่มที่ได้รับเสริมใบหม่อนลงในอาหารทำให้แกะมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น ค่าการข่อยได้ของอาหารทดลองดีกว่ากลุ่มควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และจากการศึกษาคุณค่าทางโภชนะของใบหม่อนยังมีโปรตีนสูง เยื่อใยต่ำ การเสริมใบหม่อนลงในอาหารสามารถทดแทน Lucerne ซึ่งเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ราคาสูง ดังนั้นใบหม่อนยังสามารถเป็นแหล่งโปรตีนที่เสริมในอาหารแกะได้

Andallu and Vardacharyulu (2001) ทำการศึกษาผลใบหม่อนต่อการยับยั้งโรคเบาหวาน ซึ่งพบว่า ในใบหม่อนประกอบด้วยโปรตีน เส้นใย แร่ธาตุ และวิตามินซี อีกทั้งยังประกอบด้วย trigonelline และ glycoprotein Morana สูง ใช้ผงใบหม่อนแห้งที่ระดับ 25% เสริมในอาหารของหนูที่เป็นโรคเบาหวานเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่า การเสริมใบหม่อนในอาหารทำให้น้ำตาลในเลือด glycosylated haemoglobin (HbA1c) และการทำงานของเอนไซม์ในซีรัม เช่น LDH, acid and alkaline phosphatases, glutamate pyruvate transaminase (GPT) และ glutamate oxaloacetate transaminase (GOT) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$)

Yao et al. (2000) ศึกษาคุณค่าทางโภชนะของใบหม่อน จากตัวอย่างสายพันธุ์ใบ

หม่อน 4 ชนิด และช่วงการเจริญเติบโตอยู่ในฤดูใบไม้ร่วง และใบไม้ผลิ ซึ่งวิเคราะห์จากองค์ประกอบทางเคมีและส่วนประกอบของกรดอะมิโน โดยวัดจากการผลิตแก๊สภายในตัวสัตว์ทดลองตามคุณค่าทางโภชนา พบว่า ใบหม่อนในฤดูใบไม้ผลิมีความสามารถในการผลิตแก๊สเท่ากับ 43.3 ถึง 52.2 มิลลิลิตร และวัดการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 65.6 ถึง 71.3 และ 56.3 ถึง 61.4% สำหรับใบหม่อนในฤดูใบไม้ร่วงมีความสามารถในการผลิตแก๊ส เท่ากับ 35.4 ถึง 38.7 มิลลิลิตร และวัดการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 65.6 ถึง 71.3 ตามลำดับ จึงแสดงให้เห็นว่าคุณค่าทางโภชนาของใบหม่อนในฤดูใบไม้ผลิดีกว่าใบหม่อนในฤดูใบไม้ร่วง อีกทั้งในฤดูใบไม้ผลิยังทำให้ค่าการย่อยได้สูงกว่าในฤดูใบไม้ร่วง จึงควรจะนำมาเป็นแหล่งโปรตีนเสริมในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

Yadav et al. (2008) ศึกษาผลกระทบ anxiolytic ของสารสกัดใบหม่อนด้วยเมทานอล (*Morus alba* L.) ในหนูทดลอง ใช้วิธี hole-board test และวัดแบบ plus-maze เพื่อประเมินการทำงานของสารสกัดใบหม่อน (*Morus alba* L.) ด้วยเมทานอล ที่ระดับ 50, 100, และ 200 มก/กก. นิดเข้าช่องท้อง และยากล่อมประสาทชนิดหนึ่ง (diazepam 1 มก/กก. นิดเข้าช่องท้อง) หลังจากการฉีด 30 นาที พบว่า สารสกัดใบหม่อนด้วยเมทานอล (*Morus alba* L.) ทำให้ค่าระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยระดับการใช้ใบหม่อนสกัดขนาด 200 มก/กก. นิดเข้าช่องท้อง ส่งผลต่อค่าความวิตกกังวลอย่างมีนัยสำคัญในหนู ($P < 0.05$) ผลการทดลองมีข้อเสนอแนะว่าการสกัดสารในใบหม่อนด้วยเมทานอล (*Morus alba* L.) มีผลโดยตรงต่อค่าความวิตกกังวล (anxiolytic) ในหนู

บทที่ 3 วิธีการวิจัย

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

ระยะเวลาที่ทำการวิจัยในครั้งนี้ เริ่มต้นตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

เริ่มดำเนินการทดลอง วันที่ 12 ธันวาคม 2551
เสร็จสิ้นการทดลอง วันที่ 7 กันยายน 2552

สถานที่ทำการทดลอง

ทำการเลี้ยงสุกรทดลอง ณ ฟาร์มสุกร คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

ห้องวิเคราะห์ทางเคมี สาขาอาหารสัตว์และห้องปฏิบัติการผสมเทียม คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยและวิธีการดำเนินการวิจัย

1. สุกรทดลอง ใช้ลูกสุกรผสมสามสายเลือด (ครอส×ลาร์จไวท์-แลนด์เรซ) น้ำหนักตัวเริ่มต้นประมาณ 40 กิโลกรัม จำนวน 40 ตัว (เพศผู้ตอน 20 ตัว และ เพศเมีย 20 ตัว) ทำการเลี้ยงด้วยอาหารทดลองสูตรต่างๆ ไปจนน้ำหนักตัวสุดท้ายที่ 90 กิโลกรัม เพื่อทำการวัดผลการทดลองในลักษณะต่างๆ ที่ศึกษา
2. อาหารทดลองเสริมไบโหมอนระดับต่างๆ 5 สูตร ประกอบด้วยสูตรอาหาร (treatment) ที่มีไบโหมอนเสริม 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% รวมน้ำหนักไบโหมอนสด 700 กิโลกรัม ไบโหมอนบดได้จากการนำไบโหมอนสดมาตากแห้งแล้วบด (ไบโหมอนสด 8 กิโลกรัมได้ไบโหมอนแห้ง 2.5 กิโลกรัม คิดเป็น 31.3% ของน้ำหนักสด) ไบโหมอนบดมีโปรตีน 22.80%
3. คอกเลี้ยงสุกร เป็นพื้นคอกสแลต ขนาด 1.5×2.0 ตารางเมตร ผนังคอกเป็นลูกกรงเหล็ก ทุกคอกจะได้รับแสงสว่าง การระบายอากาศ และสภาพแวดล้อมอื่นๆ เหมือนกันหมด จำนวน 20 คอก

4. อุปกรณ์การให้น้ำเป็นแบบจุ่มน้ำอัตโนมัติ และอุปกรณ์ที่ให้อาหารเป็นกล่องให้อาหารอัตโนมัติ
5. กล้องจุลทรรศน์ชนิดส่องตา (Light Microscope) และซอฟต์แวร์สำหรับตรวจวัดและวิเคราะห์เซลล์
6. เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge)
7. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่างเพื่อตรวจสอบเลือด และสังเกตในกล้องจุลทรรศน์

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. แผนการทดลอง

การทดลองนี้ใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 5 กลุ่มการทดลอง (treatment) ตามสูตรอาหารที่ได้รับ และ กลุ่มการทดลองละ 4 ซ้ำ หน่วยทดลองคือ เพศผู้ตอน 1 ตัว และเพศเมีย 1 ตัวเลี้ยงในคอกเดียวกันขนาดพื้นที่คอก 1.5×2.0 ตารางเมตร ถ้าผลวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 5% จะทำการวิเคราะห์ค่าแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองโดยใช้วิธี Duncan 's New Multiple Range Test

2. การเตรียมสูตรทดลอง โดยสุ่มลูกสุกรสามสายเลือด (ดรูค×ลาร์จไวท์-แลนด์เรซ) ที่แข็งแรงสมบูรณ์ น้ำหนักเริ่มต้น 40 กิโลกรัม เพศผู้ตอน 20 ตัว และ เพศเมีย 20 ตัว ทำการสุ่มเพศผู้ตอน 1 ตัว และเพศเมีย 1 ตัว ใส่ในคอกทดลองเดียวกันขนาดพื้นที่คอก 1.5×2.0 ตารางเมตร เพื่อสุ่มให้กับอาหารทดลองแต่ละสูตร

3. การเตรียมไบหม่อนพันธุ์ที่ใช้ในการศึกษาเป็นพันธุ์นครราชสีมา 60 เก็บตัวอย่างไบหม่อน จากศูนย์วิจัยหม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ ด.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ โดยจะเก็บไบหม่อนที่ 4-6 ต่ำลงมาจากยอด และนำตัวอย่างไบหม่อนมาอบที่อุณหภูมิ 60°C นาน 8 ชั่วโมง แล้วนำมาบดเป็นผงหยาบด้วยเครื่องบด ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการไบหม่อนที่ใช้ในการทดลองแสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 ส่วนประกอบทางเคมีโดยการวิเคราะห์ของใบหม่อนที่ใช้ในการทดลอง

รายการ	ปริมาณ
วัตถุแห้ง (%)	91.13
โปรตีน (%DM)	22.80
ไขมัน (%DM)	3.01
เยื่อใย (%DM)	10.36
เถ้า (%DM)	10.15
เถ้าที่ละลายในกรด (%DM)	8.16
เถ้าที่ไม่ละลายในกรด (%DM)	1.99
พลังงาน (kcal GE/kg)	4,047
แคลเซียม (%DM)	1.24
ฟอสฟอรัส (%DM)	1.08
ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก (%DM)	43.82

4. อาหารทดลอง อาหารทดลองแบ่งเป็น 5 สูตร (treatment) ในระยะเจริญเติบโต-ระยะขุน น้ำหนักตัว 40-90 กิโลกรัม อาหารที่ใช้เลี้ยงมีคุณค่าทางโภชนาการไม่ต่ำกว่าที่แนะนำโดย NRC (1998) โดยมีสูตรอาหารทดลองดังนี้ (ตาราง 4)

- สูตรที่ 1 อาหารสูตรควบคุม (ไม่เสริมใบหม่อนและยาปฏิชีวนะ)
- สูตรที่ 2 อาหารสูตรควบคุม เสริมใบหม่อนที่ระดับ 0.5%
- สูตรที่ 3 อาหารสูตรควบคุม เสริมใบหม่อนที่ระดับ 1.0%
- สูตรที่ 4 อาหารสูตรควบคุม เสริมใบหม่อนที่ระดับ 1.5%
- สูตรที่ 5 อาหารสูตรควบคุม เสริมใบหม่อนที่ระดับ 2.0%

5. การเตรียมคอกทดลองและอุปกรณ์การเลี้ยง ทำการล้างคอกทดลองพ่นยาฆ่าเชื้อโรค แล้วทิ้งคอกและอุปกรณ์ให้แห้งก่อนนำสุกรทดลองเข้าเลี้ยงประมาณ 5 วัน

ตาราง 4 ส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองสุกร

ส่วนประกอบ (%)	สูตรอาหารสำหรับ		ราคา/กก. (บาท)
	สุกรรุ่น (40-60 กก.)	สุกรขุน (60-90 กก.)	
ข้าวโพด	69.10	84.20	7.90
รำละเอียด	5.00	0.00	8.70
กากถั่วเหลือง (44%CP)	18.20	10.20	16.80
ปลาป่น (60%CP)	3.00	3.00	35.00
น้ำมันปาล์ม	2.00	0.00	43.50
กระดูกป่น	1.00	1.00	7.80
ไคแคลเซียมฟอสเฟต (18%P)	1.00	1.00	10.00
เกลือ	0.35	0.35	3.50
พรีมิกซ์	0.35	0.35	40.00
รวม	100	100	
โภชนาจากการคำนวณ (%)			
โปรตีน	16.00	14.00	
แคลเซียม	0.69	0.66	
ฟอสฟอรัส	0.60	0.54	
ไลซีน	0.83	0.62	
เมทไทโอนีน + ซีสทีน	0.59	0.52	
ทริปโตเฟน	0.19	0.15	
ทรีโอนีน	0.62	0.51	
พลังงาน (ME ; kcal/kg)	3,200	3,150	

หมายเหตุ: โภชนะในสูตรอาหารไม่ต่ำกว่าที่แนะนำโดย NRC (1998)

ราคาใบหม่อนบดละเอียด = 15 บาท/กก.

การศึกษาการเจริญเติบโตในสุกร

ก) การบันทึกปริมาณอาหารและน้ำหนักตัว ตามขั้นตอนคือ

- ทำการชั่งและจดบันทึกน้ำหนักอาหารที่เตรียมให้และที่เหลือในทุกสัปดาห์ เพื่อคำนวณค่าปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ย/ตัว/สัปดาห์ และเฉลี่ย/ตัว/วัน ทำการเปลี่ยนสูตรอาหารจากสูตรรุ่นเป็นอาหารสูตรขุนเมื่อสูตรทดลองมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยในคอก 60 กิโลกรัม

- ทำการชั่งน้ำหนักสุกรโดยการชั่งน้ำหนักสุกรก่อนให้อาหารในช่วงบ่ายทุกสัปดาห์ จากนั้นนำมาใช้ในการคำนวณค่าน้ำหนักตัวเฉลี่ย/ตัว อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย/ตัว/วัน อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย/ตัว/สัปดาห์ และประสิทธิภาพการใช้อาหารและใช้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวในเช้าแต่ละคอกเมื่อถึงระยะปรับเปลี่ยนอาหารในแต่ละระยะการทดลอง ตั้งแต่เริ่มต้น (น้ำหนักตัวเฉลี่ย 40 กิโลกรัม) จนถึงสิ้นสุดการทดลอง (น้ำหนักตัวเฉลี่ย 90 กิโลกรัม)

การศึกษาองค์ประกอบของเลือดในสุกร

การเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจหาค่าเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Packed cell Volume, PCV) และปริมาณไขมันในเลือด (คอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์) และค่าโลหิตวิทยา (ปริมาณเม็ดเลือดขาว) ทำการเก็บตัวอย่างเลือดเมื่อสุกรมีน้ำหนักตัว 80 กิโลกรัม โดยจะเก็บเลือดเฉพาะสุกรเพศผู้ตอน จำนวน 20 ตัวอย่าง เพื่อเปรียบเทียบหาความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลอง โดยเก็บจากเส้นเลือดดำบริเวณคอ (jugular vein) และเก็บเข้าสู่เย็นควบคุมอุณหภูมิ -20°C เพื่อรอการวิเคราะห์ทางเคมีต่อไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนและวิธีการตรวจวัดค่าโลหิตวิทยาและปริมาณไขมันในเลือด (ภาคผนวก ก)

1. การหาค่าเม็ดเลือดแดง (hematocrit หรือ Packed cell Volume)
2. การตรวจนับปริมาณเม็ดเลือดขาว
3. การวิเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์
4. การวิเคราะห์คอเลสเตอรอล

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

สมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะรุ่น-ขุน

จากการศึกษาผลของการเสริมไบโหม่อนต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรระยะเจริญเติบโต-ขุน แบ่งเป็น 2 ช่วงระยะการทดลอง คือ ระยะสุกรรุ่น (น้ำหนักตัว 40-60 กิโลกรัม) และระยะสุกรขุน (น้ำหนักตัว 60-90 กิโลกรัม) ใช้อาหารทดลอง 5 สูตรที่เสริมไบโหม่อนในอาหาร 5 ระดับคือ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% (ตาราง 3) พบว่า สมรรถภาพการเจริญเติบโตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยสุกรมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 39.19 กิโลกรัม สิ้นสุดสุกรรุ่นที่น้ำหนักเฉลี่ย 60.20 กิโลกรัม และสิ้นสุดการทดลองสุกรขุนที่น้ำหนักเฉลี่ย 90.42 กิโลกรัม ใช้เวลาเลี้ยงเฉลี่ย 64.25 วัน ใช้อาหารในระยะสุกรรุ่นเฉลี่ย 53.25 กิโลกรัม/ตัว และระยะสุกรขุนเฉลี่ย 93.35 กิโลกรัม/ตัว ดังแสดงในตาราง 5 โดยมีรายละเอียดดังนี้

อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมไบโหม่อนที่ระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% มีค่าเท่ากับ 77.72, 77.13, 80.76, 76.54 และ 80.89 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ในช่วงระยะสุกรรุ่น และมีค่าเท่ากับ 82.64, 78.06, 80.94, 97.83 และ 80.77 กรัมต่อตัว ในระยะสุกรขุน ทั้ง 2 ระยะทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างกลุ่มทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับไพโชค (2547) รายงานว่า ไก่กระທၢၣ်ที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยชาไบโหม่อนที่ระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% ทำให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งก็ได้สอดคล้องกับวิสุทธิ (2547) ที่รายงานว่า ไก่กระທၢၣ်ที่ได้รับอาหารเสริมไบโหม่อนที่ระดับ 5, 10 และ 15% ในอาหาร และสอดคล้องกับ สนินาฏ และคณะ (ม.ป.ป.) ที่รายงานว่า ไก่กระທၢၣ်อายุ 1-4 สัปดาห์ที่ได้รับอาหารเสริมไบโหม่อนอบแห้งบดละเอียดที่ระดับ 2 และ 4% ไม่มีผลทำให้สมรรถภาพการเจริญเติบโตแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และ Harada et al. (1984) ได้ทำการศึกษา การเสริมสารเคอซีดินเป็นสารประกอบที่พบในไบโหม่อนที่ระดับ 1% ในอาหารหนูแฮมเตอร์เพศผู้ พบว่า สารเคอซีดินไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต แสดงให้เห็นว่าไบโหม่อนในอาหารไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของสุกรแต่อย่างใด และอาจเนื่องจากระดับของไบโหม่อนที่ใช้ในการศึกษานี้ยังเป็นระดับที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับการศึกษาในไก่กระທၢၣ်ดังที่ได้กล่าวมา

ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน พบว่ากลุ่มที่กินอาหารเสริมไบโหม่อนที่ระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% มีปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวันเท่ากับ 2.03, 1.95, 1.97, 1.97 และ 1.99 กิโลกรัม ตามลำดับ ในระยะสุกรรุ่น และมีค่าเท่ากับ 2.62, 2.50, 2.52, 2.42 และ 2.48 กิโลกรัม ตามลำดับ ในระยะสุกรขุน ทั้ง 2 ระยะการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่าง

กลุ่มทดลอง แต่มีแนวโน้มว่าสูตรอาหารเสริมใบหม่อนมีปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวันลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ ไพโชค (2547ก) ที่รายงานว่ ปริมาณอาหารที่กินของไก่ที่ได้รับอาหารเสริมใบหม่อนที่ระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% ลดลง แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การเสริมใบหม่อนสูงสุด 2.0% ไม่ทำให้โปรตีนและพลังงานเปลี่ยนแปลงไป จึงทำให้ปริมาณอาหารที่กินได้ไม่แตกต่างกัน การที่ใบหม่อนมีรสขมเล็กน้อยอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้สุกรกินอาหารลดลงได้ถ้าใช้ในปริมาณที่มากขึ้น

อัตราการแลกน้ำหนัก (Feed:Gain, F:G) พบว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมใบหม่อนที่ระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% มีค่าเท่ากับ 2.63, 2.56, 2.44, 2.62 และ 2.48 ตามลำดับ ในระยะสุกรรุ่น และมีค่าเท่ากับ 3.18, 3.16, 3.16, 2.91 และ 3.06 ตามลำดับ ในระยะสุกรขุน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างกลุ่มทดลอง ทั้ง 2 ระยะการทดลอง แต่มีแนวโน้มว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมใบหม่อนที่ระดับ 1.5% มีอัตราการแลกน้ำหนักที่ลดลงระยะการทดลอง จึงกล่าวได้ว่าการเสริมใบหม่อนทำให้อัตราการแลกน้ำหนักดีขึ้นบ้าง ซึ่งสอดคล้องกับ วิสุทธิ์ และคณะ (2546) ที่รายงานว่ประสิทธิภาพการผลิตของไก่กระทุง เมื่อใช้ชาใบหม่อนเสริมในอาหารที่ระดับ 2.0, 5.0 และ 7.5% ทำให้มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีขึ้น และมีแนวโน้มทำให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมใบหม่อน

ผลต่อความหนาไขมันสันหลังของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม จากการหาค่าเฉลี่ยจากการวัดโดยใช้ prob วัด 3 จุดบริเวณสันหลัง (P_2) พบว่า กลุ่มที่มีการเสริมใบหม่อนที่ระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีความหนาไขมันสันหลังเท่ากับ 17.88, 17.79, 17.63, 17.46 และ 17.46 มิลลิเมตร ตามลำดับ ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างกลุ่มทดลอง แสดงให้เห็นว่ใบหม่อนในอาหารไม่มีผลต่อความหนาไขมันสันหลังของสุกรแต่อย่างใด

ผลต่อต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม พบว่า กลุ่มที่กินอาหารเสริมใบหม่อนที่ระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% มีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เท่ากับ 28.30, 28.32, 27.70, 29.34 และ 28.55 บาท ตามลำดับ ในระยะสุกรรุ่น และเท่ากับ 31.03, 30.97, 31.26, 29.05 และ 30.75 บาท ตามลำดับ ในระยะสุกรขุน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 2 ระยะการทดลอง แต่มีแนวโน้มว่าสูตรอาหารที่มีการเสริมใบหม่อนระดับ 1.5% โดยมีค่าลดลง 0.47 บาท/กก. เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่เสริมใบหม่อน (29.67 vs 29.20 บาท/กก. ตามลำดับ) สอดคล้อง Bamikole et al. (2005) และ Deshmukh et al. (1993) ได้รายงานว่ การเสริมใบหม่อนในอาหารกระด่ายมีผลทำให้ต้นทุนค่าอาหารลดลง แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ตาราง 5 ผลการศึกษาด้านสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรที่กินอาหารเสริมไบโหม่อน

	ระดับไบโหม่อนเสริมในอาหาร (% DM)					SEM	P-value
	0	0.5	1.0	1.5	2.0		
จำนวนสุกร (ตัว)	8	8	8	8	8		
น้ำหนักสุกรเริ่มการทดลอง (กก.)	38.81	40.43	39.28	38.68	38.75		
น้ำหนักสุกรที่ 60 กก. (กก.)	60.63	61.56	59.25	59.75	59.81		
น้ำหนักสุกรสิ้นสุดการทดลอง (กก.)	90.98	90.39	90.38	90.69	89.64		
น้ำหนักเพิ่มในระยะสุกรรุ่น (กก.)	21.76	21.12	19.96	21.06	21.06		
น้ำหนักเพิ่มในระยะสุกรขุน (กก.)	30.35	29.63	30.58	30.63	29.83		
น้ำหนักเพิ่มตลอดการทดลอง (กก.)	52.11	50.75	50.54	51.69	50.89		
ระยะเวลาในการเลี้ยงระยะสุกรรุ่น (วัน)	28.00	28.00	24.50	28.00	26.25		
ระยะเวลาในการเลี้ยงสุกรระยะขุน (วัน)	36.75	37.50	38.50	37.00	36.75		
ระยะเวลาการเลี้ยงตลอดการทดลอง (วัน)	64.75	65.50	63.00	65.00	63.00		
ปริมาณอาหารที่กิน (กก.)							
ระยะสุกรรุ่น	56.73	54.38	48.50	55.13	52.00		
ระยะสุกรขุน	96.53	93.40	96.38	89.19	91.26		
ตลอดการทดลอง	153.25	147.78	144.88	144.31	143.26		
อัตราการเจริญเติบโต/วัน (ก./ตัว)							
ระยะสุกรรุ่น	77.72	77.13	80.76	76.54	80.89	1.73	0.88
ระยะสุกรขุน	82.64	79.27	80.34	84.09	81.56	1.79	0.94
ตลอดการทดลอง	80.53	78.06	80.94	79.83	80.77	1.16	0.95
ปริมาณอาหารที่กิน/ตัว/วัน (กก.)							
ระยะสุกรรุ่น	2.03	1.95	1.97	1.97	1.99	0.02	0.81
ระยะสุกรขุน	2.62	2.50	2.52	2.42	2.48	0.03	0.31
ตลอดการทดลอง	2.37	2.26	2.31	2.22	2.27	0.02	0.21

ตาราง 5 (ต่อ)

	ระดับไบโหม่อนเสริมในอาหาร (% DM)					SEM	P-value
	0	0.5	1.0	1.5	2.0		
อัตราการผลิตน้ำนม (F:G)							
ระยะสุกรรุ่น	2.63	2.56	2.44	2.62	2.48	0.06	0.81
ระยะสุกรขุน	3.18	3.16	3.16	2.91	3.06	0.06	0.64
ตลอดการทดลอง	2.94	2.90	2.86	2.80	2.83	0.04	0.86
ความหนาไขมันสันหลังของสุกร (มม.)*	17.88	17.79	17.63	17.46	17.46	0.25	0.98
ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1กก.							
ระยะสุกรรุ่น	28.30	28.32	27.70	29.34	28.55	0.53	0.92
ระยะสุกรขุน	31.03	30.97	31.26	29.05	30.75	0.58	0.79
ตลอดการทดลอง	29.67	29.65	29.51	29.20	29.66	0.39	0.99

หมายเหตุ: ระยะสุกรรุ่น น้ำหนัก 40-60 กิโลกรัม, ระยะสุกรขุน น้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม

* ความหนาไขมันสันหลังที่จุด P₂ วัดเมื่อสุกรมีน้ำหนักตัว 80 กิโลกรัม

องค์ประกอบของเลือดสุกรทดลอง

จากการเก็บตัวอย่างเลือดสุกรทดลองเพศผู้ตอนเมื่อน้ำหนักตัว 80 กิโลกรัม โดยเก็บจากเส้นเลือดดำบริเวณลำคอ (jugular vein) ปริมาณ 10 มล./ตัว เพื่อนำไปตรวจหาค่าฮีมาโตคริต คอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และองค์ประกอบอื่นๆ ของเลือด ได้ผลการศึกษาแสดงดังตาราง 6 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผลต่อค่าฮีมาโตคริต พบว่า ในเลือดของสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมไบโหม่อนที่ระดับ 1.0% จะมีค่าฮีมาโตคริตสูงที่สุดคือ 39.13% ส่วนกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมไบโหม่อนที่ระดับ 0.5, 1.5 และ 2.0% มีค่าเท่ากับ 28.63, 31.25, 30.38 และ 32.25% ตามลำดับ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ระหว่างกลุ่มทดลอง แสดงให้เห็นว่าไบโหม่อนน่าจะเพิ่มปริมาณเม็ดเลือดแดงในเลือดอันเนื่องมาจากธาตุเหล็กที่มีอยู่ในไบโหม่อนสูงถึง 50.00 มิลลิกรัม/ไบโหม่อน 100 กรัม (Abdonnaser et al., 2007) เป็นองค์ประกอบของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง

ผลต่อระดับคอเลสเตอรอล พบว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมไบโหม่อนที่ระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% มีค่าเท่ากับ 109.15, 112.24, 112.76, 107.75 และ 112.39 มิลลิกรัม/เลือด 100 มิลลิลิตร (mg/dl) ตามลำดับ มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ระหว่างกลุ่ม

ทดลอง สอดคล้องกับ Jingjing and Xiangrong (2007) ศึกษาผลของสารสกัดฟลาโวนอยด์จากใบหม่อนต่อ hyperlipidemic ในหนูที่พบว่า หนูที่สารสกัดฟลาโวนอยด์จากใบหม่อนที่ระดับ 30 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัวหนู 1 กิโลกรัม มีระดับ HDL-C/LDL-C เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น แตกต่างกับ ไพโซค (2547ก,ข) ที่รายงานว่าการลดคอเลสเตอรอลของไก่ที่ได้รับการเสริมซาใบหม่อนที่ระดับ 0.5-2.0% ในอาหาร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสูตรสามารถย่อยไขมันบางชนิดได้ดีกว่าไก่ ซึ่งสอดคล้องกับ Pruzanski and Vadas (1991) ที่รายงานว่าการเสริมสารสกัดซึ่งเป็นสารประกอบที่พบในใบหม่อนมีผลไปเร่งปฏิกิริยาการสร้างสารอนุพันธ์ของฟอสโฟไลปิด (phospholipids) บริเวณคาร์บอนตำแหน่งที่ 2 ของกลีเซอรอล (glycerol) และกระตุ้นให้สร้างกรดอะราชิโดนิก (Arachidonic acid) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการเมตาบอลิซึมของ cyclooxygenase (CO) และ lipoxygenase (LO) จึงทำให้ไขมันลดลง

ผลต่อระดับไตรกลีเซอไรด์ พบว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมใบหม่อนที่ระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% มีค่าเท่ากับ 113.96, 107.76, 108.43, 113.28 และ 113.63 มิลลิกรัม/เลือด 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแตกต่างกับ ไพโซค (2547ก) ที่รายงานว่าการเสริมไตรกลีเซอไรด์ของไก่ที่ได้รับอาหารเสริมซาใบหม่อน ทำให้ปริมาณไตรกลีเซอไรด์ลดลงเมื่อเพิ่มระดับซาใบหม่อนในอาหาร เพราะว่าในใบหม่อนมีสาร sitosterol ซึ่งเป็น phytosterol ชนิดหนึ่ง สารตัวนี้เป็น sterol ชนิดหนึ่งที่พบในพืชมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในเลือด เนื่องจากปริมาณการเสริมใบหม่อนในอาหารสูตรมีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับน้ำหนักตัวระหว่างสูตรกับไก่กระตัง แต่การเสริมใบหม่อนในอาหารสูตรมีแนวโน้มทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ Andallu et al. (2003) ที่รายงานว่า หนูที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เสริมใบหม่อน จะทำให้ปริมาณไตรกลีเซอไรด์ลดลง และ Abdonnaser et al. (2007) ที่รายงานว่า ไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีการเสริมสารสกัดใบหม่อน 0.075% จะทำให้ปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในเลือดลดลง หลังจากได้รับสารสกัดใบหม่อนที่เวลา 12, 24 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการเสริมใบหม่อนในอาหารเพื่อลดระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดไม่ควรเกิน 1.0% สอดคล้องกับ Byambaa et al. (2005) ที่รายงานว่า หนูที่เลี้ยงด้วยผงใบหม่อนแห้งที่ระดับ 3% ทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ผลต่อปริมาณเม็ดเลือดขาว พบว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมใบหม่อนที่ระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% มีค่าเท่ากับ 14.95, 20.61, 28.50, 36.63 และ 35.74×10^6 cell/ml. ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 6 ซึ่งจะเห็นได้ว่ากลุ่มที่กินอาหารเสริมใบหม่อนมีปริมาณเม็ดเลือดขาวรวมสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อพิจารณาถึงเซลล์เม็ดเลือดขาวแต่ละชนิด พบว่ากลุ่มที่กินอาหารเสริมใบหม่อนระดับ 0.5% ในอาหาร ไม่มีผลต่อเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดอีโอ

ซิโนฟิล (eosinophils) เบโซฟิล (basophils) และโมโนไซต์ (monocyte) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่พบว่าการเสริมที่ระดับ 1.0% ขึ้นไปจะมีเซลล์เม็ดเลือดชนิดนิวโทรฟิล (neutrophil) อีโอซิโนฟิล (eosinophils) เบโซฟิล (basophils) โมโนไซต์ (monocyte) และลิมโฟไซต์ (lymphocyte) สูงกว่า กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) สอดคล้องกับ Shendige et al. (2010) ที่รายงานว่า หนุทดลองที่ได้รับสารสกัดใบหม่อนที่ระดับ 1% มีผลทำให้จำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล (neutrophils) เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งอาจจะมาจากสารสกัดใบหม่อนไปกระตุ้นการทำงานของ $\beta 2$ integrins ที่อยู่บนผิวหน้าของเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล (neutrophils) และใบหม่อนยังมีผลไปกระตุ้นภูมิคุ้มกัน เนื่องจากในใบหม่อนประกอบด้วยสาร quercetin 3-glucoside (isoquercetin), morin, 1-deoxynojirimycin, kaempferol 3-glucoside (astragalin), carotene, Vit B₁, folic acid และ folinic acid ซึ่ง folic acid อาจกระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันให้ดีขึ้น ดังที่ Haberg et al. (2009) รายงานว่า การเสริม folic acid (Vit B₉) ในผู้หญิงตั้งครรภ์ มีผลกระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันและลดการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจของทารกแรกคลอดจนกระทั่งอายุ 18 เดือน และ Namgoong et al. (1993) รายงานว่า สารฟลาโวนอยด์มีผลทำให้จำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ (lymphocyte) เพิ่มขึ้น เพราะสารสกัดฟลาโวนอยด์มีผลไปกระตุ้นให้ T-cell จับตัวกับแอนติเจน (antigen) ในร่างกายส่งผลให้ลดการติดเชื้อในกระแสเลือด ซึ่งสอดคล้องกับ Ahmad et al. (2009) ซึ่งได้ศึกษาผลของสารฟลาโวนอยด์ต่อจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ (lymphocyte) ในมนุษย์ และพบว่ากลุ่มที่ได้รับสารฟลาโวนอยด์ที่ระดับ 280 ไมโครกรัม/มล. ทำให้จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ (lymphocyte) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สอดคล้องกับ Masood et al. (2008) รายงานว่า สารสกัดฟลาโวนอยด์ในใบหม่อนมีผลทำให้เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ (lymphocyte) เพิ่มขึ้น อีกทั้งสาร 1-deoxynojirimycin (DNJ) ในใบหม่อนมีผลยับยั้งการติดเชื้อในระบบประสาท หัวใจ และหลอดเลือดหัวใจ และ Lien et al. (2003) รายงานว่า สารสกัดฟลาโวนอยด์กระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันและเพิ่มจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ (lymphocyte) อีกทั้งกระตุ้นให้เกิดการหลั่ง INF- γ ในผู้ป่วยที่เป็นโรคมะเร็งและเมื่อเกิดภาวะการติดเชื้อ

ตาราง 6 ผลของการเสริมใบหม่อนต่อค่าฮีมาโตคริต ระดับคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และ
จำนวนเม็ดเลือดขาวในเลือดสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม

	ระดับการเสริมใบหม่อนในอาหาร (%DM)					SEM	P-value
	0	0.5	1.0	1.5	2.0		
ค่าฮีมาโตคริต (%)	28.63 ^c	31.25 ^c	39.13 ^d	30.38 ^c	32.25 ^c	1.03	0.00
คอเลสเตอรอล (mg/dl)	109.15	112.24	112.76	107.75	112.39	1.71	0.85
ไตรกลีเซอไรด์ (mg/dl)	113.96	107.76	108.43	113.28	113.63	2.08	0.82
จำนวนเม็ดเลือดขาว ($\times 10^6$ cell/ml.) ¹	14.95 ^c	20.61 ^f	28.50 ^g	36.63 ^h	35.74 ^h	1.95	0.00
ชนิดเม็ดเลือดขาว ($\times 10^6$ cell/ml.) ¹							
neutrophils	4.21 ^c	6.71 ^f	8.76 ^g	11.71 ^h	11.06 ^h	0.65	0.00
eosinophils	0.49 ^c	0.52 ^c	1.18 ^f	1.82 ^g	1.79 ^g	0.13	0.00
basophils	0.55 ^c	0.55 ^c	0.60 ^f	0.80 ^g	0.99 ^h	0.40	0.00
monocyte	1.27 ^c	1.50 ^c	2.13 ^f	4.24 ^h	3.56 ^g	0.27	0.00
lymphocyte	8.44 ^c	11.33 ^f	15.84 ^g	18.06 ^h	18.34 ^h	0.90	0.00

หมายเหตุ: ¹ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันมีอักษรต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
(P<0.01)

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาเรื่องการเสริมไบโหม่อนในสูตรอาหารระดับต่างๆ ของสุกรระยะเจริญเติบโต-ขุน เพื่อศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโต ค่าฮีมาโตคริต ระดับคอเลสเตอรอล ระดับไตรกลีเซอไรด์ และปริมาณเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิด สามารถสรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะได้ดังนี้

สรุปผลการทดลอง

1. สมรรถภาพการเจริญเติบโต ไม่แตกต่างกันทางสถิติในระหว่างกลุ่มทดลอง การเสริมไบโหม่อนที่ระดับ 1.0% มีแนวโน้มทำให้สมรรถภาพการเจริญเติบโตดีที่สุด ในขณะที่การใช้ระดับ 1.5% มีแนวโน้มให้อัตราการแลกเนื้อดีขึ้นและความหนาไขมันสันหลังลดลง

2. ผลต่อองค์ประกอบของเลือด พบว่า ระดับคอเลสเตอรอล ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างกลุ่มทดลอง แต่การเสริมไบโหม่อนในอาหารระดับ 1.5% มีแนวโน้มทำให้ระดับคอเลสเตอรอลในเลือดต่ำกลุ่มอื่นๆ และระดับ 0.5-1.0% มีแนวโน้มทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ ส่วนค่าฮีมาโตคริต และปริมาณเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิด (นิวโทรฟิล (neutrophil) อีโอซิโนฟิล (eosinophils) เบโซฟิล (basophils) โมโนไซต์ (monocyte) และลิมโฟไซต์ (lymphocyte)) มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกลุ่มการทดลอง พบว่าการเสริมไบโหม่อนระดับ 1.0% ในอาหาร มีผลทำให้ค่าฮีมาโตคริตสูงที่สุด และระดับ 0.5-2.0% ในอาหาร มีผลทำให้ปริมาณเม็ดเลือดขาวในเลือดเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

3. ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างกลุ่มทดลอง แต่พบว่าการเสริมไบโหม่อนในอาหารมีแนวโน้มทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมลดลง ซึ่งกลุ่มที่ได้รับการเสริมไบโหม่อนในอาหารระดับ 1.5% มีต้นทุนต่ำสุด

4. การเสริมไบโหม่อนในอาหารสุกรระดับที่เหมาะสมจึงไม่ควรเกิน 1.0%

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของการเสริมไบโหม่อนต่อค่าฮีมาโตคริต ระดับคอเลสเตอรอล ระดับไตรกลีเซอไรด์ และปริมาณเม็ดเลือดขาวในสุกร พบว่า การเสริมไบโหม่อนในระดับ 0.5-2.0% ทำให้ค่าฮีมาโตคริต และปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล (neutrophil) อีโอซิโนฟิล (eosinophils) เบโซฟิล (basophils) โมโนไซต์ (monocyte) และลิมโฟไซต์ (lymphocyte) เพิ่มขึ้น ซึ่งจากหลายงานทดลองพบว่า สารที่เป็นคุณสมบัติทางยาในไบโหม่อน สามารถเพิ่มปริมาณเม็ดเลือดแดง คอต้านมะเร็ง ขับยั้งเนื้องอก ต้านไวรัส มีผลกระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เป็นต้น ซึ่งในอนาคตอาจจะนำไบโหม่อนมาทำการทดลอง เพื่อศึกษาผลของการเสริมไบโหม่อนต่อระบบภูมิคุ้มกันให้ละเอียดยิ่งขึ้น จะทำให้มีการใช้ไบโหม่อนในมนุษย์และสัตว์เลี้ยงอื่นๆ เพิ่มขึ้น

บรรณานุกรม

- กมลวรรณ กุหลาบวงศ์. 2539. การลดคอเลสเตอรอลเพื่อชีวิตที่ยืนยาว. *อาหารเพื่อสุขภาพ* 9(60): 50-52.
- โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอวน. 2550. *ชีววิทยา สัตววิทยา 1*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสอวน. 223 น.
- ไชยณรงค์ นาวานุเคราะห์. 2541. *โลหิตวิทยาของสัตว์เลี้ยงและวิธีการวิเคราะห์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 105 น.
- ไชยา อัยสุนนิน. 2533. *หม่อนไหม*. พิมพ์ครั้งที่ 1. ม.ป.ท.: ศูนย์ผลิตตำราเกษตรเพื่อชนบท. 136 น.
- ดาวัตย์ ฉิมพู่. 2551. *ชีวเคมี*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 534 น.
- ธาดา สืบหลินวงศ์ และ นวตทิพย์ กมลวารินทร์. 2542. *ชีวเคมีทางการแพทย์*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 10 น.
- นันทยา ชนะรัตน์. 2532. “สารไขมันในเลือด”. *คู่มือเคมีคลินิก*. คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. น. 87-100.
- ประทีป มีศิลป์, ไพสิน เหล็กคง, บุญมา งามาม, จันท งามาม และ ณรงค์ ชบา. 2528. การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของใบหม่อนพันธุ์ต่าง ๆ. น. 23-29. ใน *รายงานค้นคว้าวิจัยปี 2528*. สถาบันวิจัยหม่อนไหม. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.
- พรทิพย์ โล่ห์เสขา. 2536. *ไลโปโปรตีนและภาวะหลอดเลือดแข็งตัว*. กรุงเทพฯ: ชัยเจริญ. 235 น.
- พัชร บุญศิริ, เปรมใจ อารีจิตราอนุสรณ์, อุบล ชำอ่อน และ ปิติ ธูจิตต์. 2551. *ตำราชีวเคมี*. พิมพ์ครั้งที่ 5. ขอนแก่น: โรงพิมพ์คลังน่านวิทยา. 545 น.
- ไพโชค ปัญจะ. 2547ก. ผลของการเสริมซาไบหม่อนลงในอาหารไก่ไข่ต่อผลผลิต คุณภาพและปริมาณคอเลสเตอรอลของไข่. น. 11-18. ใน *การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42*. กรุงเทพฯ: สาขาสัตว สาขาสัตวแพทยศาสตร์.
- _____. 2547ข. ผลของการเสริมซาไบหม่อนลงในสูตรอาหารต่อความสามารถในการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของไก่กระທ. น. 19-27. ใน *การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42*. กรุงเทพฯ: สาขาสัตว สาขาสัตวแพทยศาสตร์.
- ภาควิชาอายุรศาสตร์ สาขาวิชาโลหิตวิทยา. 2524. *คู่มือโลหิตวิทยา*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์พิมพ์เนศ. 344 น.

- บุญจันทร์ วุฒิชรรคมณพ. 2543. การศึกษาเปรียบเทียบการวิเคราะห์คอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์และไลโปโปรตีน โดยวิธีใช้ enzyme และวิธี colorimetry ในพลาสมาของสุกรขุน. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 57 น.
- รัตติยา ตำราญกุล. 2544. ปริมาณสารโพลีฟีนอลและฤทธิ์การต้านออกซิเดชันโดยรวมของใบหม่อนและชาใบหม่อนจากบางแหล่งในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 114 น.
- วันดี ทาตระกูล. 2546. สุกรและการผลิตสุกร. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 347 น.
- วินัย ประถมพิกาญจน์. 2527. อาหารและการให้อาหารสุกร. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. สงขลา. 258 น.
- วิสุทธิ นวลชื่น, วรณวิภา สุทธิไกร, กิตติยา ศรีศักดิ์วัฒนะ, สรรเพชญ์ โสภณ, ทองสุข เจตนา, สังวร อยู่สว่าง และ สุพิชญา เขมฐิติงษ์. 2546. การศึกษาการใช้ใบหม่อนเพื่อการผลิตไก่กระทอง. เวชสารสัตวแพทย์ [ระบบออนไลน์] 34,2: 128-129. แหล่งที่มา http://lib.vet.chula.ac.th/Data_files/ebook/Research/CD_Research/121.pdf (2 กรกฎาคม 2551).
- วิสุทธิ นวลชื่น. 2547. ผลการเสริมสารคล้ายเอสโตรเจนในใบหม่อนต่อสมรรถภาพการเจริญการผลผลิตของไก่กระทอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สถาบันราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์. 152 น.
- สินีนานู พลแสง, อภิชาติ ศิลารักษ์ และ ชิตชัย คนไว. 2551. การศึกษาผลการใช้ใบหม่อนในระดับ 2 และ 4% ผสมอาหารเลี้ยงไก่กระทอง. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.kasetyaso.ac.th/Animal_/pdf/Mulberry-broiler.pdf (10 พฤษภาคม 2553).
- สัญญาชัย จตุรสีทธา. 2543. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. เชียงใหม่: โรงพิมพ์ ชนบรรณการพิมพ์. 244 น.
- สัญญาชัย จตุรสีทธา. 2547. การจัดการเนื้อสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 171 น.
- สัญญาชัย จตุรสีทธา. 2551. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: โรงพิมพ์ มิ่งเมือง. 336 น.
- สุรินทร์ วิโมกข์สันถว์, เจมส์ เอ. เอลสัน และมนตรี จุฬาวัดนพล. 2523. ชีวเคมีฉบับปรับปรุงใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 424 น.
- อรรณนพ คุณาวงษ์กฤต. 2545. วิทยาการสืบพันธุ์สุกร. พิมพ์ครั้งที่ 2. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 408 น.

อุษณีย์ วินิจเขตคำนวน. 2538. **ชีวเคมีของลิลิดและไลโปโปรตีน**. ภาควิชาเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 111 น.

อุษณีย์ วินิจเขตคำนวน. 2547. **ชีวเคมีของลิลิดและไลโปโปรตีน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: ภาควิชาเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 194 น.

Abdonnaser, M., K. Zohre, A. Farzad, P. Malihe and M. Mehrdad. 2007. Effect of mulberry (*Morus alba* L.) leaves extract on the secretion and content of triglyceride in the chicken hepatocytes primary culture. **Int. J. Pharmacology**. 3(1): 116-119.

Ahmad, Md. S., Mrs. Sheeba, A. Ali, R. Yadav and B.R. Gautam. 2009. Anti-mutagenic effects of flavonoids in human lymphocytes culture. **Indian. J. Biosci.** [Online]. 2, 2 (30 November) Available [http://www.Indianjournal.com/ijor.aspx?target=ijor:tbs & volume= 2& issue= 2 & article = 2009 \(15 July 2010\).](http://www.Indianjournal.com/ijor.aspx?target=ijor:tbs & volume= 2& issue= 2 & article = 2009 (15 July 2010).)

Andallu, B. and N. Ch. Vardacharyulu. 2001. Effect of mulberry leaves on diabetes. **Int. J. Diabet. Dev. Ctries**. 21: 147-151.

Andallu, B., B. Radhika and V. Suryakantham. 2003. Effect of aswagandha, ginger and mulberry on hyperglycemia and hyperlipidemia. **Plant Foods. Hum. Nutr**. 58: 1-7.

Andreoni, N. 2005. **Extraction of mulberry flavonoids for industrial and pharmaceutical uses**. [Online]. Available http://www.pgrforum.org/Ducments/ Conference_posters/ Andreoni.pdf (2 July 2008).

Arienzo, D. A., F. Manguso and G. Mazzacca. 1998. Prognostic value of progressive decrease in serum cholesterol in predicting survival in child-pughc viral cirrhosis. **Scand. J. Gastroenterol**. 33(11): 1213-1218.

Bamikole, M. A., M. I. Ikhatua., U. J. Ikhatua. and I. V. Ezenwa. 2005. Nutritive value of mulberry (*Morus* spp.) leaves in the growing rabbits in nigeria. **Pak. J. Nutr**. 4(4): 231-236.

Bucolo, G. and H. David. 1973. Quantitative determination of serum triglycerides by the use of enzymes. **Clin. Chem**. 19: 476-482.

Byambaa, E., S. Kuninori, K. Takuya, K. Keiko, A. Erdembileg, Y. Masaquki and Y. Yosuke. 2005. Mulberry (*Morus alba* L.) leaves and their major flavonol quercetin3-(6-malonylglucoside) attenuate atherosclerotic lesion development in LDL receptor deficient mice. **J. Nutr**. 135: 729-734.

- Chen, J., N. Nakashima, I. Kimura, M. Kimura, N. Asano and S. Ko. 1995. Potentiating effects on pilocarpine-induced saliva secretion, by extracts and n-containing sugars derived from mulberry leaves, on streptozocin-diabetic mice. **Biol. Pharm. Bull.** 18(12): 1676-1680.
- David, R. J. 1983. **Biochemistry: Triglyceride**. Maryland: Towson State University. 450 p.
- Deshmukh, S.V., N. N. Pathak, D.A. Takalikar and S.U. Digraskar. 1993. Nutrition effect of mulberry (*Morus alba*) leaves as sole ration of adult rabbits. **World rabbit Sci.** 1(2): 67-69.
- Haberg, S.E., S.J. London, H. Stigum, P. Nafstad and W. Nystad. 2009. Folic acid supplements in pregnancy and early childhood respiratory health. **Arch. Dis. Child.** 94(3):180-184.
- Harada, T., K. Maita, Y. Odanaka and Y. Shirasu. 1984. Effects of quercetin and butylated hydroxytoluene on cigarette smoke inhalation toxicity in Syrian golden hamsters. **Jpn. J. Vet. Sci.** 46: 527-532.
- Holger, A. S., M. Peter, H. Andreas and H. Daniel. 2003. The potential of fluorescent and spin-labeled steroid analogs to mimic natural cholesterol. **J. Biol. Chem.** 278(46): 45563-45569.
- Jingjing, C. MD. and L. MD. Xiangrong. 2007. Hypolipidemic effect of flavonoids from mulberry leaves in triton WR-1339 induced hyperlipidemic mice. **Asia. Pac. J. Clin. Nutr.** 16: 290-294.
- Kandylis, K., I. Hadjigeorgiou and P. Harizanis. 2008. The nutritive value of mulberry leaves (*Morus alba*) as feed supplement for sheep. **Trop. Anim. Health. Prod.** 41(1): 17-24.
- Lien, C. C., T. Ng. Lean, C. Wen, Y. C. Mei and C. L. Chun. 2003. Immunomodulatory activities of flavonoids, monoterpenoids, triterpenoids, iridoid glycosides and phenolic compounds of plantago species. **Planta Med.** 69: 600-604.
- Martin, D. W., P. A. Mayes and V. W. Rodwell. 1981. **Harper's Review of Biochemistry**. 18th ed. Los Altos, California.: Lange Medical Publication. 614 p.
- Masood, S. B., N. Akmal, M. Tauseef Sultana and S. Karin. 2008. *Morus alba* L. nature's functional tonic. **Food Sci. Technol.** 19: 505-512.
- Namgoong, S.Y., K.H. Son, H.W. Chang, S.S. Kang and H.P. Kim. 1993. Effects of naturally occurring flavonoids on mitogen-induced lymphocyte proliferation and mixed lymphocyte culture. **Life. Sci.** 54: 313-320.

- NRC. 1998. **Nutrients Requirement of Swine**. 10th ed. Washington, D.C.: The National Academy of Science. 192 p.
- Pruzanski, W. and P. Vadas. 1991. Phospholipase a₂—a mediator between proximal and distal effectors of inflammation. **Immunol Today**. 12: 143–144.
- Sassolas, A. and R. Cartier. 1999. Hycholesterolemias : cause and diagonis. **Amm. Biol. Clin. (parts)**. 57(5): 555-560.
- Siemianowicz, K., J. Gminnski and H. Magicra-Molendowska. 2000. Serum total cholesterol and triglyceride levels in patients with lung cancer. **Int. L. Mol. Med**. 5(2): 201-215.
- Shendige, E., B. Rao, A. Mohammed, S. D. Sunil and K. C. Gowda. 2010. Immunomodulatory activity of methanolic extract of *Morus alba* Linn. (mulberry) leaves. **Pak. J. Pharm. Sci**. 23(1): 63-68.
- Shimizu, T., M. Yazawa. and N. Takeda. 1992. Aromatic amino acids in the leaves of *Morus alba* and their possible medicinal value. **Sericologia**. 32(4): 633-636.
- Van, H. E. and D.B. Zilversmit. 1957. Micromethod for the direct determination of serum triglycerides. **J. Lab. Clin. Med**. 50: 152-157.
- Yadav, A. V., L. A. Kawale. and V. S. Nade. 2008. Effect of *Morus alba* L. (mulberry) leaves on anxiety in mice. **Indian. J. Pharmacol**. 40(1): 32-36.
- Yao, J., B. Yan, X. Q. Wang and J. X. Liu. 2000. Nutritional evaluation of mulberry leaves as feeds for ruminants. **Livestock Research Rural Development** [Online]. 12, 2 (May) Available <http://www.cipav.org.co/Irrd/12/2/yao122.htm> (2 July 2008).



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

การเก็บข้อมูล การเตรียมใบหม่อน
และการวิเคราะห์องค์ประกอบของเลือดในสุกร

การเตรียมใบหม่อน



ภาพผนวก 1 ลักษณะยอดของใบหม่อนที่ใช้ในการทดลอง



ภาพผนวก 2 การอบใบหม่อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง



ภาพผนวก 3 การบดใบหม่อน

การวิเคราะห์องค์ประกอบของเลือดสุกร

ขั้นตอนและวิธีการตรวจหาค่าโลหิตวิทยา (ฮีมาโตคริต ปริมาณเม็ดเลือดขาว) ไขมันในเลือด (คอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์)

การหาฮีมาโตคริต (Bucolo and David (1973)) มีขั้นตอนตามลำดับดังนี้

1. ตัวอย่างเลือดที่วิเคราะห์ได้จากการเจาะเลือด โดยทำการเจาะเลือดที่เส้นเลือดดำ มาปริมาณ 10 มล. ใส่ในหลอดที่บรรจุสาร anticoagulant
2. นำตัวอย่างเลือดที่ทำการเจาะมาแล้ว มาทำการหาฮีมาโตคริต
3. เอียงขวดที่ใส่เลือดให้เลื่อนมาอยู่ที่ปากขวด
4. ใช้ปลาย capillary tube แตะปากขวดให้เลือดไหลเข้าสู่ capillary tube ประมาณ 2 ใน 3 ของความยาวหลอดแล้วหยุดโดยใช้นิ้วชี้อุด
5. ปิดปลาย capillary tube อีกข้างหนึ่งด้วยดินน้ำมัน (โดยปักไปบนก้อนดินน้ำมัน 2-3 ครั้ง)
6. นำ capillary tube ไปวางบนแผ่นจานของเครื่อง Microhematocrit centrifuge ให้ด้านที่มีดินน้ำมันอุดอยู่หันออกด้านนอก
7. ปิดฝาจานให้แน่น แล้วจึงปิดฝาครอบเครื่องตั้งเวลาปั่นนาน 3 นาที รอจนเครื่องหยุดหมุน จนเห็นเม็ดเลือดแดงตกอยู่ก้นหลอด ส่วนบนมีน้ำใสของพลาสมาอยู่

วิธีการคำนวณหาฮีมาโตคริต (%) ของเลือดจากสูตร

ความยาวของเลือดทั้งหมดที่วัดได้ =(a).....เซนติเมตร

ความยาวของเม็ดเลือดอัดแน่นที่วัดได้ =(b).....เซนติเมตร

$$\text{Hematocrit (\%)} = \frac{b}{a} \times 100$$

การตรวจสอบปริมาณเม็ดเลือดขาว โดยวิธี Wright “Instant” Stain set เป็นชุดทดสอบของบริษัท B. M. Lab Limited Partnership (Bio-Medical Laboratory)

สารละลาย	1. Fixative solution	450	ml.
	2. “Instant” Stain <u>A</u>	450	ml.
	3. “Instant” Stain <u>B</u>	450	ml.

ขั้นตอนวิธีการทำ

1. ใช้ capillary tube หยดเลือดลงบนสไลด์
2. Smear และทำให้แห้งโดยการผึ่งลม
3. จุ่มสไลด์ลงใน Fixative solution (ที่ใส่ใน coplin Jar หรือภาชนะที่ใช้ย้อมสีอื่นๆ) 5 ครั้งๆ ละ 1 วินาที
4. จุ่มสไลด์ลงใน "Instant" Stain A ในภาชนะ 5 ครั้งๆ ละ 1 วินาที
5. จุ่มสไลด์ลงใน "Instant" Stain B ในภาชนะ 5 ครั้งๆ ละ 1 วินาที
6. ล้างสไลด์ด้วยน้ำกลั่นแล้วทิ้งไว้ให้แห้ง
7. การตรวจเสมียร์ เริ่มต้นตรวจเสมียร์ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายขนาด 10X ก่อนทำการประเมินคุณภาพของเสมียร์นั้นๆ ว่ามีคุณภาพดี ดิดสีดี รวมทั้งสภาพทั่วไปเกี่ยวกับการกระจายของเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาวและเกล็ดเลือด ถ้าตรวจพบ fibrin strands แสดงว่าเลือดบางส่วนแข็งตัวก่อนทำการเสมียร์ และจะจับกับเม็ดเลือดขาวกับเกล็ดเลือดไว้ส่วนหนึ่ง ทำให้การประเมินเสมียร์แผ่นนี้ไม่แม่นยำต้องทำเสมียร์แผ่นใหม่ และเมื่อเสมียร์ใช้ได้แล้ว นำไปตรวจแยกชนิดของเม็ดเลือดขาว โดยบริเวณที่เหมาะสมแก่การตรวจนับ คือบริเวณที่ถัดจากปลายหรือส่วนหางของเสมียร์เข้ามาเล็กน้อยเลือก บริเวณนี้แล้วทำการเปลี่ยนกำลังขยายเป็น 100X (หัวน้ำมัน) และทำการตรวจนับเม็ดเลือดขาวจำนวน 100 เซลล์ และรายงานเป็นเปอร์เซ็นต์ของเซลล์แต่ละชนิดที่พบ (ภาควิชาอายุรศาสตร์ สาขาวิชาโลหิตวิทยา, 2524)

การวิเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์ โดยวิธี Bucolo and David (1973)

1. เตรียมหลอดทดลอง I8 หลอด บรรจุน้ำกลั่น สารละลายมาตรฐาน พลาสมาที่ต้องการวิเคราะห์หลอดละ 0.01 มล.

2. การเตรียมสารละลาย Working Reagent

Reagent

1. Triglyceride Enz. Powder
2. Triglyceride Enz. Diluent
3. Triglyceride Standard 200 mg/dl.

การเตรียม : ละลาย Triglyceride Enz. Powder (1) ด้วย Diluent (2)

3. ขั้นตอนวิธีการ

	Blank	Sample	Standard	
Sample	-	0.01	-	ml.
Standard	-	-	0.01	ml.
D.W.	0.01	-	-	ml.
Working Reagent	1.0	1.0	1.0	ml.

ทำการผสมสารละลายที่เตรียม ณ อุณหภูมิที่ 37°C 5-10 นาที ทำการอ่านค่าดูดกลืนแสงที่ 505 nm. โดยใช้ Blank ปรับค่าเท่ากับ 0 (Zero)

4. การคำนวณหาปริมาณไตรกลีเซอไรด์โดยสูตร

$$\text{Triglyceride (mg/dl.)} = \frac{\text{OD.T}}{\text{OD.S}} \times \text{C.S (mg/dl.)}$$

OD.T = ค่าดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

OD.S = ค่าดูดกลืนแสงของสารมาตรฐาน

C.S = ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน 200 มก/ดล.

ค่าปกติ = 60-170 mg/dl.

การวิเคราะห์คอเลสเตอรอล โดยวิธี Bucolo and David (1973)

มีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมหลอดทดลอง 18 หลอด บรรจุน้ำกลั่น สารละลายมาตรฐาน พลาสมาที่ต้องการวิเคราะห์หลอดละ 10 ไมโครลิตร

Reagents

Enzyme Reagent : Liquid CHOD-POD Enzyme

Standard : Cholesterol standard 200 mg/dl. or 5.17 mmol/l

2. ขั้นตอนวิธีการ

Wavelength : Hg 546 nm. (500-550 nm.)

Optical path : 10 mm.

Temperature : 37°C

Measument : Read against reagent blank

Pipette Scheme

	Blank	Standard	Sample
Standard	-	10 µl.	-
Sample	-	-	10 µl.
Reagent	1000 µl.	1000 µl.	1000 µl.

ทำการผสมสารละลายที่อุณหภูมิ 37°C 5 นาที หรืออุณหภูมิ 20-25°C 10 นาที ค่าดูดกลืนแสงของ Standard และ Sample เทียบกับสารละลาย Blank ภายใน 30 นาที

3. การคำนวณหาปริมาณคอเลสเตอรอลโดยสูตร

$$\frac{\text{Abs. Unknown}}{\text{Abs. Standard}} \times \text{Concentration of Standard} = \text{Cholesterol (mg/dl.)}$$

Abs. Unknown = ค่าดูดกลืนแสงตัวอย่าง

Abs. Standard = ค่าดูดกลืนแสงสารละลายมาตรฐาน

Concentration of Standard = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน 200 มก/ดล.

ขั้นตอนการเจาะเลือดสุกร

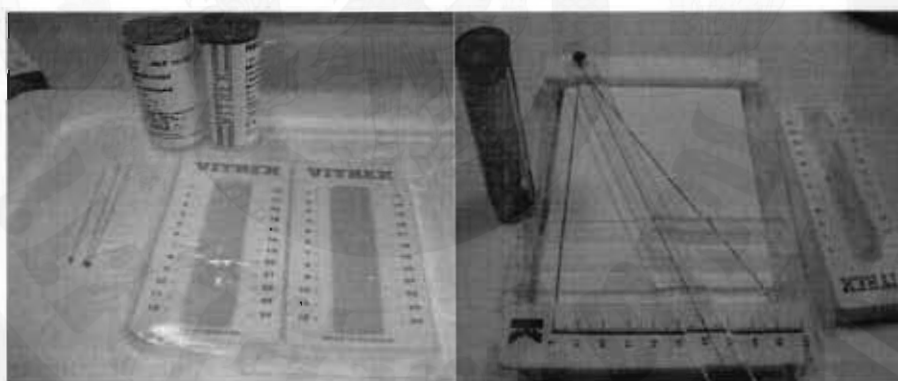


ภาพผนวก 4 การเจาะเลือดสุกร ที่น้ำหนักตัว 80 กิโลกรัม



ภาพผนวก 5 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างเลือดสุกร

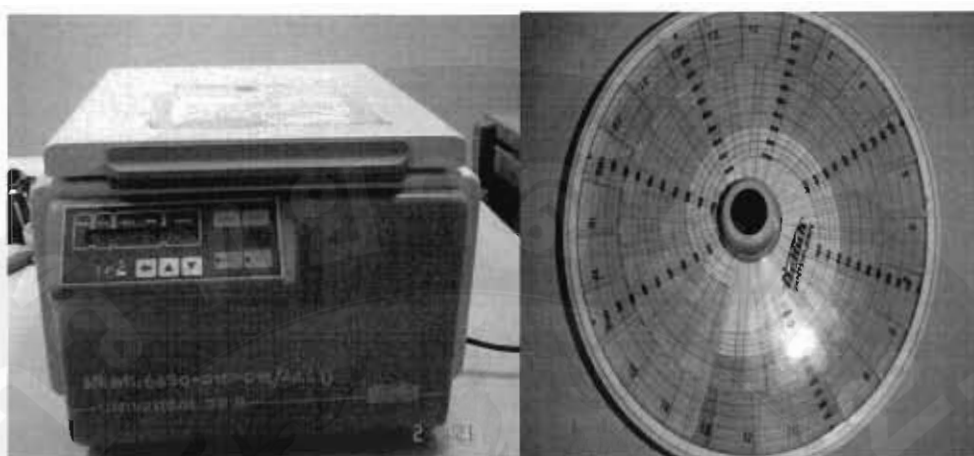
ขั้นตอนการหาค่าความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (hematocrit)



ภาพผนวก 6 อุปกรณ์สำหรับศึกษาค่าฮีมาโตคริต

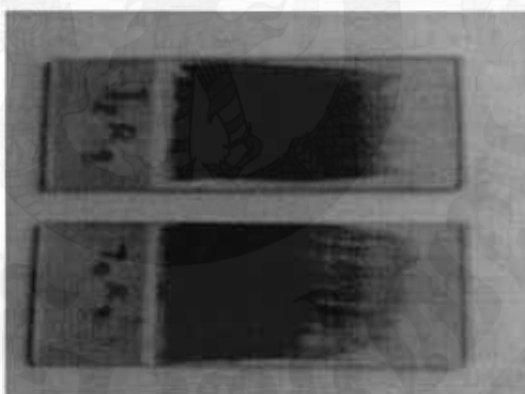


ภาพผนวก 7 การบรรจุเลือดในหลอด capillary



ภาพผนวก 8 เครื่องปั่นเหวี่ยงเม็ดเลือดแดง

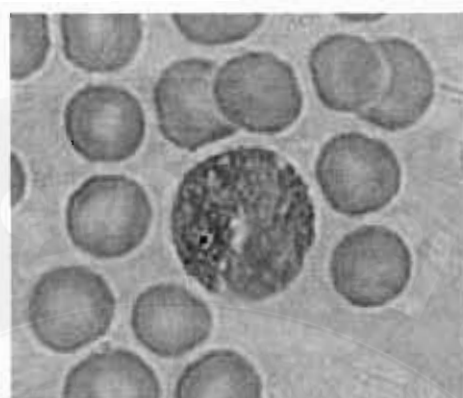
ขั้นตอนการตรวจสอบปริมาณเม็ดเลือดขาว



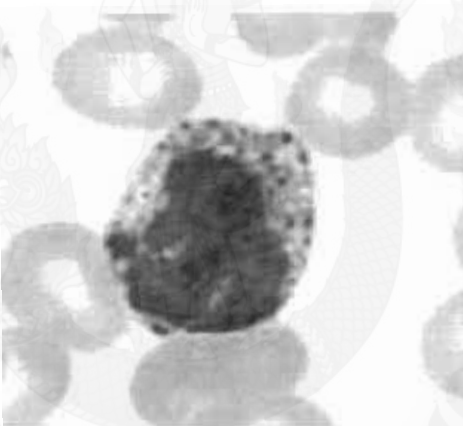
ภาพผนวก 9 การย้อมสีเม็ดเลือดขาว



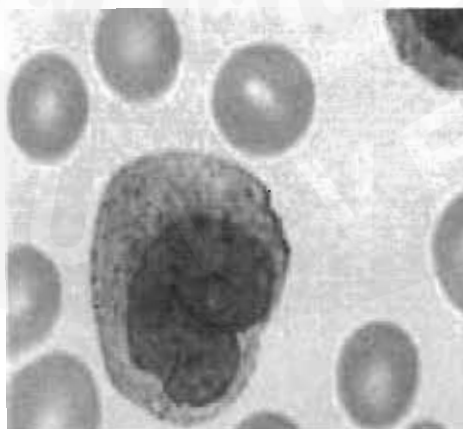
ภาพผนวก 10 ลักษณะเม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophils



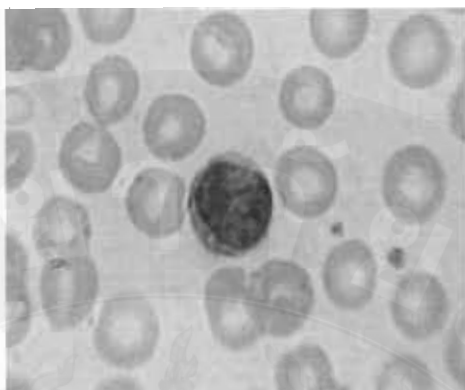
ภาพผนวก 11 ลักษณะเม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophils



ภาพผนวก 12 ลักษณะเม็ดเลือดขาวชนิด Basophils



ภาพผนวก 13 ลักษณะเม็ดเลือดขาวชนิด Monocyte



ภาพผนวก 14 ลักษณะเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocyte

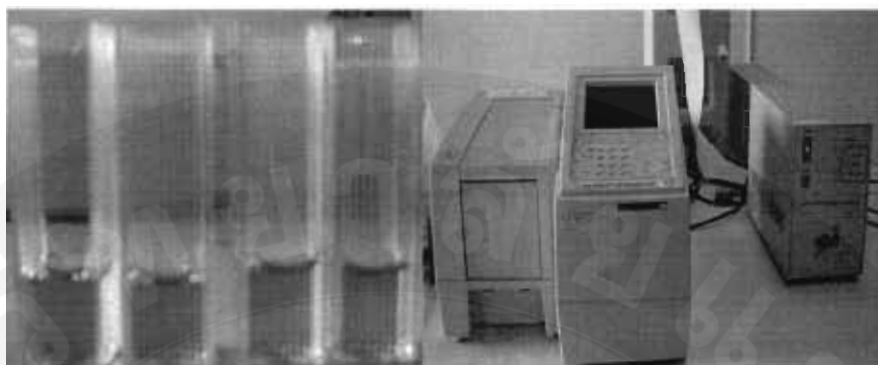
ขั้นตอนการหาปริมาณคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์



ภาพผนวก 15 การปั่นแยกเม็ดเลือดแดงกับพลาสมา



ภาพผนวก 16 การแยกพลาสมาออกจากเม็ดเลือดแดง



ภาพผนวก 17 เครื่อง Spectrophotometer และอุปกรณ์วัดค่าปริมาณคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์



ภาคผนวก ข

ข้อมูลและผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

ตารางผนวก 1 ส่วนประกอบทางเคมีโดยการวิเคราะห์ของสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลอง ที่ระบะน้ำหนัก 40-60 กิโลกรัม

รายการ	สูตรอาหารอาหารทดลองเสริมไบโหม่อน (%)				
	0	0.5	1.0	1.5	2.0
วัตถุแห้ง (%)	91.96	92.20	92.19	92.05	91.91
โปรตีน (%DM)	15.41	15.42	15.35	15.54	15.38
ไขมัน (%DM)	5.95	6.03	5.85	6.04	5.98
เชื้อไข (%DM)	4.14	4.22	4.21	4.21	4.23
ถั่ว (%DM) (%DM)	4.72	4.63	4.94	4.83	4.93
ถั่วที่ละลายในกรด (%DM)	4.21	4.19	4.38	4.25	4.39
ถั่วที่ไม่ละลายในกรด (%DM)	0.46	0.46	0.47	0.47	0.46
พลังงาน (kcal GE/kg)	4,242.00	4,148.00	4,139.50	4,162.50	4,166.00
แคลเซียม (%DM)	0.63	0.62	0.62	0.63	0.63
ฟอสฟอรัส (%DM)	1.52	1.48	1.47	1.48	1.47
ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก (%DM)	61.75	61.81	61.84	61.43	61.41

ตารางผนวก 2 ส่วนประกอบทางเคมีโดยการวิเคราะห์ของสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลอง ที่ระบะน้ำหนัก 60-90 กิโลกรัม

รายการ	สูตรอาหารอาหารทดลองเสริมไบหม่อน (%)				
	0	0.5	1.0	1.5	2.0
วัตถุดิบ (%)	90.00	90.97	91.06	90.00	90.95
โปรตีน (%DM)	13.81	14.08	13.89	13.90	14.07
ไขมัน(%DM)	4.03	3.92	4.04	3.96	4.02
เยื่อใย (%DM)	3.62	3.78	3.68	3.69	3.97
เถ้า (%DM)	4.54	4.50	4.51	4.54	4.52
เถ้าที่ละลายในกรด (%DM)	3.93	3.82	3.85	4.04	4.09
เถ้าที่ไม่ละลายในกรด(%DM)	0.43	0.42	0.43	0.43	0.43
พลังงาน (kcal GE/kg)	3,978.50	4,005.00	4,009.50	4,005.50	4,002.50
แคลเซียม (%DM)	0.71	0.71	0.69	0.69	0.69
ฟอสฟอรัส (%DM)	1.28	1.26	1.26	1.27	1.26
ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก (%DM)	64.99	64.69	64.93	64.90	64.65

ตารางผนวก 3 น้ำหนักสุกรรุ่นเริ่มต้นที่ 40 กิโลกรัม (กก.)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบหม่อน (%)					เฉลี่ย รวม
		0	0.5	1.0	1.5	2.0	
ซ้ำ	1	36.75	36.25	35.90	39.50	39.25	
	2	40.50	41.00	36.75	43.25	34.75	
	3	38.50	43.25	48.50	36.75	39.50	
	4	39.50	41.25	36.00	35.25	41.50	
	รวม	155.25	161.75	157.15	154.75	155	
เฉลี่ย		38.81	40.43	39.28	38.68	38.75	39.19

ตารางผนวก 4 น้ำหนักสุกรรุ่นเริ่มต้นที่ 60 กิโลกรัม (กก.)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบหม่อน (%)					เฉลี่ย รวม
		0	0.5	1.0	1.5	2.0	
ซ้ำ	1	57.75	59.75	59.25	63.00	58.25	
	2	62.50	60.75	59.50	59.25	58.75	
	3	63.25	63.00	59.00	57.75	60.00	
	4	59.00	62.75	59.25	59.00	62.25	
	รวม	242.50	246.25	237.00	239.00	239.25	
เฉลี่ย		60.63	61.56	59.25	59.75	59.81	60.20

ตารางผนวก 5 น้ำหนักสุกร สิ้นสุดการทดลองที่ 90 กิโลกรัม (กก.)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบหม่อน (%)					เฉลี่ย
		0	0.5	1.0	1.5	2.0	รวม
ชำ	1	92.00	91.00	90.25	92.25	88.75	
	2	91.95	86.85	89.90	91.50	88.80	
	3	89.80	90.50	91.50	89.00	90.75	
	4	90.15	93.20	89.85	88.75	90.25	
	รวม	363.90	361.55	361.50	362.75	358.55	
เฉลี่ย		90.98	90.39	90.38	90.69	89.64	90.42

ตารางผนวก 6 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-60 กิโลกรัม (กก.)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบหม่อน (%)					เฉลี่ย
		0	0.5	1.0	1.5	2.0	รวม
ชำ	1	21.00	23.50	23.35	23.50	19.00	
	2	22.00	19.75	22.75	16.00	24.00	
	3	24.75	19.75	10.50	21.00	20.50	
	4	19.30	21.50	23.25	23.75	20.75	
	รวม	87.05	84.50	79.85	84.25	84.25	
เฉลี่ย		21.76	21.12	19.96	21.06	21.06	20.99

ตารางผนวก 7 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ในการเลี้ยงที่ระยะ 60-90 กิโลกรัม (กก.)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบโหม่อน (%)					เฉลี่ย
		0	0.5	1.0	1.5	2.0	รวม
ซ้า	1	34.25	31.25	31.00	29.25	30.50	
	2	29.45	29.30	28.20	32.25	30.05	
	3	26.55	27.50	32.50	31.25	30.75	
	4	31.15	30.45	30.60	29.75	28.00	
	รวม	121.40	118.50	122.30	122.50	119.30	
เฉลี่ย		30.35	29.63	30.58	30.63	29.83	30.20

ตารางผนวก 8 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-90 กิโลกรัม (กก.)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบโหม่อน (%)					เฉลี่ย
		0	0.5	1.0	1.5	2.0	รวม
ซ้า	1	55.25	54.75	54.35	52.75	49.50	
	2	51.45	49.05	50.95	48.25	54.05	
	3	51.30	47.25	43.00	52.25	51.25	
	4	50.45	51.95	53.85	53.50	48.75	
	รวม	208.45	203.00	202.15	206.75	203.55	
เฉลี่ย		52.11	50.75	50.54	51.69	50.89	51.20

ตารางผนวก 9 ระยะเวลาในการเลี้ยงที่ระยะ 40-60 กิโลกรัม (วัน)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบโหม่อน (%)					เฉลี่ย
		0	0.5	1.0	1.5	2.0	
ซ้า	1	28.00	35.00	28.00	35.00	21.00	
	2	28.00	28.00	28.00	21.00	28.00	
	3	28.00	21.00	14.00	28.00	28.00	
	4	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	
	รวม	112.00	112.00	98.00	112.00	105.00	
เฉลี่ย		28.00	28.00	24.50	28.00	26.25	26.95

ตารางผนวก 10 ระยะเวลาในการเลี้ยงที่ระยะ 60-90 กิโลกรัม (วัน)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบโหม่อน (%)					เฉลี่ย
		0	0.5	1.0	1.5	2.0	
ซ้า	1	42.00	42.00	35.00	35.00	42.00	
	2	35.00	38.00	42.00	46.00	35.00	
	3	35.00	35.00	35.00	32.00	35.00	
	4	35.00	35.00	42.00	35.00	35.00	
	รวม	147.00	150.00	154.00	148.00	147.00	
เฉลี่ย		36.75	37.50	38.50	37.00	36.75	37.30

ตารางผนวก 11 ระยะเวลาในการเลี้ยงที่ระยะ 40-90 กิโลกรัม (วัน)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบโหม่อน (%)					เฉลี่ย รวม
		0	0.5	1.0	1.5	2.0	
ซ้ำ	1	70.00	77.00	63.00	70.00	63.00	
	2	63.00	66.00	70.00	67.00	63.00	
	3	63.00	56.00	49.00	60.00	63.00	
	4	63.00	63.00	70.00	63.00	63.00	
	รวม	259.00	262.00	252.00	260.00	252.00	
เฉลี่ย		64.75	65.50	63.00	65.00	63.00	64.25

ตารางผนวก 12 ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-60 กิโลกรัม (กก.)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบโหม่อน (%)					เฉลี่ย รวม
		0	0.5	1.0	1.5	2.0	
ซ้ำ	1	54.50	66.50	54.00	69.50	46.00	
	2	59.55	54.50	56.50	42.50	51.50	
	3	54.50	41.50	26.50	52.00	53.00	
	4	58.35	55.00	57.00	56.50	57.50	
	รวม	226.90	217.50	194.00	220.50	208.00	
เฉลี่ย		56.73	54.38	48.50	55.13	52.00	53.25

ตารางผนวก 13 ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด ในการเลี้ยงที่ระยะ 60-90 กิโลกรัม (กก.)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบโหม่อน (%)					เฉลี่ย รวม
		0	0.5	1.0	1.5	2.0	
ซ้ำ	1	113.90	100.70	96.45	89.20	104.05	
	2	91.30	93.35	95.15	104.55	84.50	
	3	88.80	87.45	87.85	73.05	88.95	
	4	92.10	92.10	106.05	89.95	87.55	
รวม		386.10	373.60	385.50	356.75	365.05	
เฉลี่ย		96.53	93.40	96.38	89.19	91.26	93.35

ตารางผนวก 14 ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-90 กิโลกรัม (กก.)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบโหม่อน (%)					เฉลี่ย รวม
		0	0.5	1.0	1.5	2.0	
ซ้ำ	1	168.40	167.20	150.45	158.70	150.05	
	2	150.85	147.85	151.65	147.05	136.00	
	3	143.30	128.95	114.35	125.05	141.95	
	4	150.45	147.10	163.05	146.45	145.05	
รวม		613.00	591.10	579.50	577.25	573.05	
เฉลี่ย		153.25	147.78	144.88	144.31	143.26	146.70

ตารางผนวก 15 อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-60 กิโลกรัม (ก./ตัว)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบโหม่อน (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
ซ้า	1	75.00	67.14	83.39	67.14	90.48
	2	78.57	70.54	81.25	76.19	85.71
	3	88.39	94.05	75.00	75.00	73.24
	4	68.93	76.79	83.04	84.82	74.11
รวม		310.89	308.52	323.04	306.15	323.54
เฉลี่ย		77.72	77.13	80.76	76.54	80.89

ตารางผนวก 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-60 กิโลกรัม (ก./ตัว)

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	P-value
Treatment	4	80.870	20.218	0.288 ^{ns}	0.881
Error	15	1051.203	70.080		
Total	19	1132.074			

หมายเหตุ

SEM = 1.726

CV = 10.672%

^{ns} = มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 17 อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 60-90 กิโลกรัม (ก./ตัว)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบโหม่อน (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
ซ้ำ	1	81.55	74.40	88.57	83.57	72.62
	2	84.14	77.11	67.14	70.11	85.86
	3	75.86	78.57	97.66	97.66	87.86
	4	89.00	87.00	85.00	85.00	80.04
รวม		330.55	317.05	321.43	336.34	326.34
เฉลี่ย		82.64	79.27	80.34	84.09	81.58

ตารางผนวก 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 60-90 กิโลกรัม (ก./ตัว)

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	P-value
Treatment	4	56.895	14.224	0.185 ^{ns}	0.943
Error	15	1154.372	76.958		
Total	19	1211.267			

หมายเหตุ SEM = 1.785
 CV = 10.752%
^{ns} = มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 19 อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-90 กิโลกรัม (ก./ตัว)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบโหม่อน (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
ฆ่า	1	78.93	71.10	86.27	75.34	78.57
	2	81.67	74.32	72.99	72.01	85.79
	3	81.43	84.34	87.76	87.03	81.35
	4	80.08	82.46	76.93	84.92	77.38
รวม		322.11	312.22	323.75	319.30	323.09
เฉลี่ย		80.53	78.06	80.94	79.83	80.77

ตารางผนวก 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-90 กิโลกรัม (ก./ตัว)

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	P-value
Treatment	4	22.259	5.565	0.172 ^{ns}	0.949
Error	15	484.453	32.297		
Total	19	506.712			

หมายเหตุ

SEM = 1.155

CV = 7.102%

^{ns} = มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 21 ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-60 กิโลกรัม (กก.)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบหม่อน (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
ซ้ำ	1	1.95	1.90	1.93	1.99	2.19
	2	2.13	1.95	2.02	2.02	1.84
	3	1.95	1.98	1.89	1.86	1.89
	4	2.08	1.96	2.04	2.02	2.05
รวม		8.11	7.79	7.88	7.89	7.97
เฉลี่ย		2.03	1.95	1.97	1.97	1.99

ตารางผนวก 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-60 กิโลกรัม (กก.)

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	P-value
Treatment	4	0.014	0.004	0.393 ^{ns}	0.811
Error	15	0.138	0.009		
Total	19	0.152			

หมายเหตุ SEM = 0.020
 CV = 4.786%
^{ns} = มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 23 ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 60-90 กิโลกรัม (กก.)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบหม่อน (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
ข้า	1	2.71	2.40	2.76	2.55	2.48
	2	2.61	2.46	2.27	2.27	2.41
	3	2.54	2.50	2.51	2.28	2.54
	4	2.63	2.63	2.53	2.57	2.50
รวม		10.49	9.99	10.07	9.67	9.91
เฉลี่ย		2.62	2.50	2.52	2.42	2.48

ตารางผนวก 24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 60-90 กิโลกรัม (กก.)

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	P-value
Treatment	4	0.089	0.022	1.309 ^{ns}	0.311
Error	15	0.254	0.017		
Total	19	0.342			

หมายเหตุ SEM = 0.030
 CV = 5.199%
^{ns} = มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 25 ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-90 กิโลกรัม (กก.)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบหม่อน (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
ซ้ำ	1	2.41	2.17	2.39	2.27	2.38
	2	2.39	2.24	2.17	2.19	2.16
	3	2.27	2.30	2.33	2.08	2.25
	4	2.39	2.33	2.33	2.32	2.30
รวม		9.46	9.04	9.22	8.86	9.09
เฉลี่ย		2.37	2.26	2.31	2.22	2.27

ตารางผนวก 26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-90 กิโลกรัม (กก.)

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	P-value
Treatment	4	0.050	0.012	1.665 ^{ns}	0.210
Error	15	0.112	0.007		
Total	19	0.162			

หมายเหตุ SEM = 0.021
 CV = 3.663%
^{ns} = มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 27 อัตราการแลกน้ำหนัก (F:G) ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-60 กิโลกรัม

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบโหม่อน (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
ซ้ำ	1	2.60	2.83	2.31	2.96	2.42
	2	2.71	2.76	2.48	2.67	2.15
	3	2.20	2.10	2.52	2.48	2.59
	4	3.02	2.56	2.45	2.38	2.77
รวม		10.53	10.24	9.76	10.49	9.93
เฉลี่ย		2.63	2.56	2.44	2.62	2.48

ตารางผนวก 28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการแลกน้ำหนั (F:G) ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-60 กิโลกรัม

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	P-value
Treatment	4	0.115	0.029	0.394 ^{ns}	0.810
Error	15	1.098	0.073		
Total	19	1.213			

หมายเหตุ SEM = 0.057
 CV = 10.604%
^{ns} = มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 29 อัตราการแลกน้ำหนัก (F:G) ในการเลี้ยงที่ระยะ 60-90 กิโลกรัม

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบโหม่อน (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
ซ้า	1	3.33	3.22	3.11	3.05	3.41
	2	3.10	3.19	3.37	3.24	2.81
	3	3.34	3.18	2.70	2.34	2.89
	4	2.96	3.02	3.47	3.02	3.13
รวม		12.73	12.61	12.65	11.65	12.24
เฉลี่ย		3.18	3.16	3.16	2.91	3.06

ตารางผนวก 30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการแลกน้ำหน้ก (F:G) ในการเลี้ยงที่ระยะ 60-90 กิโลกรัม

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	P-value
Treatment	4	0.200	0.050	0.644 ^{ns}	0.640
Error	15	1.166	0.078		
Total	19	1.366			

หมายเหตุ SEM = 0.060
 CV = 9.027%
^{ns} = มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 31 อัตราการแลกน้ำหนัก (F:G) ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-90 กิโลกรัม

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบโหม่อน (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
ซ้ำ	1	3.05	3.05	2.77	3.01	3.03
	2	2.93	2.98	2.98	3.05	2.52
	3	2.79	2.73	2.66	2.39	2.77
	4	2.98	2.83	3.03	2.74	2.98
รวม		11.75	11.60	11.44	11.19	11.30
เฉลี่ย		2.94	2.90	2.86	2.80	2.83

ตารางผนวก 32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการแลกน้ำหนั (F:G) ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-90 กิโลกรัม

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	P-value
Treatment	4	0.050	0.012	0.297 ^{ns}	0.875
Error	15	0.631	0.042		
Total	19	0.681			

หมายเหตุ SEM = 0.042
 CV = 7.156%
^{ns} = มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 33 ความหนาไขมันสันหลังของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม (มม.)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบโหม่อน (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
ซ้ำ	1	17.50	19.00	20.33	17.33	18.17
	2	18.17	18.17	17.33	16.50	17.17
	3	18.00	15.67	15.17	17.50	16.67
	4	17.83	18.33	17.67	18.50	17.83
รวม		71.50	71.17	70.50	69.83	69.84
เฉลี่ย		17.88	17.79	17.63	17.46	17.46

ตารางผนวก 34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความหนาไขมันสันหลังของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม (มม.)

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	P-value
Treatment	4	0.578	0.144	0.092 ^{ns}	0.983
Error	15	23.444	1.563		
Total	19	24.021			

หมายเหตุ SEM = 0.251
 CV = 7.097%
^{ns} = มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 35 ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-60 กิโลกรัม

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบโหม่อน (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
ซ้ำ	1	29.12	31.90	26.22	31.33	27.83
	2	28.07	28.82	28.15	30.50	24.73
	3	24.64	23.68	28.60	28.33	29.79
	4	31.35	28.86	27.81	27.19	31.86
รวม		113.20	113.28	110.78	117.36	114.21
เฉลี่ย		28.30	28.32	27.70	29.34	28.55

ตารางผนวก 36 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-60 กิโลกรัม

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	P-value
Treatment	4	5.639	1.410	0.211 ^{ns}	0.928
Error	15	100.078	6.672		
Total	19	105.718			

หมายเหตุ SEM = 0.527
 CV = 9.082%
^{ns} = มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 37 ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ในการเลี้ยงที่ระยะ 60-90 กิโลกรัม

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบโหม่อน (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
ซ้ำ	1	32.47	31.64	30.79	30.42	34.27
	2	30.23	31.34	33.26	32.32	28.24
	3	32.57	31.24	26.73	23.34	29.04
	4	28.86	29.67	34.35	30.12	31.46
รวม		124.13	123.89	125.12	116.20	123.01
เฉลี่ย		31.03	30.97	31.28	29.05	30.75

ตารางผนวก 38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ในการเลี้ยงที่ระยะ 60-90 กิโลกรัม

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	P-value
Treatment	4	12.863	3.216	0.420 ^{ns}	0.792
Error	15	114.868	7.658		
Total	19	127.731			

หมายเหตุ SEM = 0.580
 CV = 9.036%
^{ns} = มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 39 ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-90 กิโลกรัม

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบโหม่อน (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
ชำ	1	30.80	31.77	28.51	30.88	31.05
	2	29.15	30.08	30.76	31.41	26.49
	3	28.61	27.46	27.67	25.84	29.42
	4	30.11	29.27	31.08	28.66	31.66
รวม		118.68	118.60	118.02	116.08	118.62
เฉลี่ย		29.67	29.65	29.51	29.20	29.66

ตารางผนวก 40 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ในการเลี้ยงที่ระยะ 40-90 กิโลกรัม

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	P-value
Treatment	4	0.635	0.159	0.042 ^{ns}	0.996
Error	15	56.223	3.748		
Total	19	58.859			

หมายเหตุ

SEM = 0.387

CV = 6.556%

^{ns} = มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 41 ค่าฮีมาโตคริตของเลือดสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม (%)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบหม่อน (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
ซ้ำ	1	23.50	28.00	40.50	27.50	32.50
	2	29.00	33.00	41.00	27.50	30.50
	3	30.00	30.00	39.50	32.50	29.50
	4	32.00	34.00	35.50	34.00	36.50
รวม		114.50	125.00	156.52	121.50	129.00
เฉลี่ย		28.63	31.25	39.13	30.38	32.25

ตารางผนวก 42 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าฮีมาโตคริตของเลือดสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม (%)

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	P-value
Treatment	4	259.575	64.894	6.757**	0.003
Error	15	144.063	9.604		
Total	19	403.638			

หมายเหตุ SEM = 1.031
 CV = 9.586%
 ** = มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

Duncan's New Multiple Range Test					
Trit	1	4	2	5	3
$\bar{X}$	28.63	30.38	31.25	32.25	39.13
P<0.05	a	a	a	a	b
P<0.01	c	c	c	c	d

ตารางผนวก 43 ระดับคอเลสเตอรอลในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม (mg/dl)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบโหม่อน (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
ซ้า	1	113.43	117.03	116.64	111.43	108.36
	2	108.37	116.35	116.15	102.48	105.41
	3	113.52	114.84	97.84	109.88	106.37
	4	101.28	100.74	120.39	107.22	129.43
รวม		436.60	448.96	451.02	431.01	449.57
เฉลี่ย		109.15	112.24	112.76	107.75	112.39

ตารางผนวก 44 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนระดับคอเลสเตอรอลในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม (mg/dl)

S.O.V.	Df	SS	MS	F-ratio	P-value
Treatment	4	81.698	20.425	0.299 ^{ns}	0.874
Error	15	1023.873	68.258		
Total	19	1105.571			

หมายเหตุ SEM = 1.705
 CV = 7.453%
^{ns} = มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 45 ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม (mg/dl)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบโหม่อน (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
ซ้ำ	1	102.77	116.97	105.85	118.94	112.90
	2	115.60	105.77	120.58	109.95	122.04
	3	136.81	104.80	109.75	106.53	115.52
	4	100.66	103.50	97.54	117.71	104.06
รวม		455.84	431.04	433.72	453.13	454.52
เฉลี่ย		113.96	107.76	108.43	113.28	113.63

ตารางผนวก 46 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม (mg/dl)

S.O.V.	Df	SS	MS	F-ratio	P-value
Treatment	4	148.560	37.140	0.373 ^{ns}	0.824
Error	15	1491.955	97.464		
Total	19	1640.515			

หมายเหตุ SEM = 2.080
 CV = 8.861%
^{ns} = มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 47 ผลรวมเม็ดเลือดขาวทั้งหมดในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม ($\times 10^6$ cell/ml.)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบหม่อน (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
ซ้ำ	1	15.02	20.16	27.44	36.58	34.44
	2	13.93	20.18	29.75	35.98	36.27
	3	14.89	20.63	28.27	37.57	37.07
	4	15.96	21.47	28.57	36.40	35.19
รวม		59.80	82.44	113.99	146.53	142.97
เฉลี่ย		14.95	20.61	28.50	36.63	35.74

ตารางผนวก 48 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนผลรวมเม็ดเลือดขาวทั้งหมดในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม ($\times 10^6$ cell/ml.)

S.O.V.	Df	SS	MS	F-ratio	P-value
Treatment	4	1428.332	357.083	472.331**	0.000
Error	15	11.340	0.756		
Total	19	1439.672			

หมายเหตุ SEM = 1.946
 CV = 0.638%
 ** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ ($P < 0.01$)

Duncan's New Multiple Range Test					
Trt	1	2	3	5	4
$\bar{X}$	14.95	20.61	28.50	35.74	36.63
$P < 0.05$	a	b	c	d	d
$P < 0.01$	e	f	g	h	h

ตารางผนวก 49 จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophils ในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม
($\times 10^6$ cell/ml.)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบหม่อน (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
ซ้ำ	1	4.16	6.42	8.17	11.87	10.32
	2	4.23	6.45	9.26	11.32	11.29
	3	4.25	6.93	8.47	12.16	11.32
	4	4.19	7.04	9.12	11.47	10.32
รวม		16.83	26.84	35.02	46.82	44.25
เฉลี่ย		4.21	6.71	8.76	11.71	11.06

ตารางผนวก 50 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophils ในเลือดของ
สุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม ($\times 10^6$ cell/ml.)

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	P-value
Treatment	4	154.130	38.532	134.448**	0.000
Error	15	4.299	0.287		
Total	19	158.429			

หมายเหตุ SEM = 0.646
CV = 1.262%
** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

Duncan's New Multiple Range Test					
Trt	1	2	3	5	4
X	4.21	6.71	8.76	11.06	11.71
P<0.05	a	b	c	d	d
P<0.01	e	f	g	h	h

ตารางผนวก 51 จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophils ในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม
($\times 10^6$ cell/ml.)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบหม่อน (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
ซ้ำ	1	0.52	0.56	1.13	1.80	1.78
	2	0.57	0.57	1.23	1.85	1.77
	3	0.40	0.55	1.19	1.81	1.79
	4	0.47	0.53	1.16	1.83	1.80
รวม		1.96	2.07	4.71	7.29	7.14
เฉลี่ย		0.49	0.52	1.18	1.82	1.79

ตารางผนวก 52 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophils ในเลือดของ
สุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม ($\times 10^6$ cell/ml.)

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	P-value
Treatment	4	6.766	1.692	859.373**	0.000
Error	15	0.030	0.002		
Total	19	6.796			

หมายเหตุ SEM = 0.134
CV = 0.772%
** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

Duncan's New Multiple Range Test					
Trt	1	2	3	5	4
$\bar{X}$	0.49	0.52	1.18	1.79	1.82
$P < 0.05$	a	a	b	c	c
$P < 0.01$	e	e	f	g	g

ตารางผนวก 53 จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Basophils ในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม
($\times 10^6$ cell/ml.)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบหม่อน (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
ซ้ำ	1	0.54	0.56	0.64	0.79	0.99
	2	0.52	0.57	0.57	0.82	1.01
	3	0.57	0.55	0.61	0.78	0.97
	4	0.55	0.53	0.59	0.81	1.00
รวม		2.18	2.21	2.41	3.20	3.97
เฉลี่ย		0.55	0.55	0.60	0.80	0.99

ตารางผนวก 54 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Basophils ในเลือดของ
สุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม ($\times 10^6$ cell/ml.)

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	P-value
Treatment	4	0.603	0.151	336.429**	0.000
Error	15	0.007	0.000		
Total	19	0.610			

หมายเหตุ SEM = 0.401
CV = 0%
** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

Duncan's New Multiple Range Test					
Trt	1	2	3	4	5
$\bar{X}$	0.55	0.55	0.60	0.80	0.99
$P < 0.05$	a	a	b	c	d
$P < 0.01$	e	e	f	g	h

ตารางผนวก 55 จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Monocyte ในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม
($\times 10^6$ cell/ml.)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบหม่อน (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
ซ้ำ	1	1.14	1.52	1.80	4.21	3.43
	2	1.26	1.57	2.32	4.16	3.87
	3	1.34	1.43	2.17	4.47	3.42
	4	1.33	1.49	2.23	4.13	3.53
รวม		5.07	6.01	8.52	16.97	14.25
เฉลี่ย		1.27	1.50	2.13	4.24	3.56

ตารางผนวก 56 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Monocyte ในเลือดของ
สุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม ($\times 10^6$ cell/ml.)

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	P-value
Treatment	4	27.231	6.808	256.510**	0.000
Error	15	0.398	0.027		
Total	19	27.629			

หมายเหตุ SEM = 0.270
CV = 1.209%
** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

Duncan's New Multiple Range Test					
Trt	1	2	3	5	4
X	1.27	1.50	2.13	3.56	4.24
P<0.05	a	a	b	c	d
P<0.01	e	e	f	g	h

ตารางผนวก 57 จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocyte ในเลือดของสุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม
($\times 10^6$ cell/ml.)

กลุ่มทดลอง		สูตรอาหารเสริมไบโหม่อน (%)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
ซ้ำ	1	8.66	11.09	15.70	17.91	17.92
	2	7.35	11.12	16.37	17.83	18.33
	3	8.33	11.23	15.83	18.35	18.57
	4	9.42	11.87	15.47	18.16	18.54
รวม		33.76	45.31	63.37	72.25	73.36
เฉลี่ย		8.44	11.33	15.84	18.06	18.34

ตารางผนวก 58 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocyte ในเลือดของ
สุกรที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม ($\times 10^6$ cell/ml.)

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	P-value
Treatment	4	303.921	75.980	326.691**	0.000
Error	15	3.489	0.233		
Total	19	307.409			

หมายเหตุ SEM = 0.899
CV = 0.670%
** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

Duncan's New Multiple Range Test					
Trt	1	2	3	4	5
$\bar{X}$	8.44	11.33	15.84	18.06	18.34
$P < 0.05$	a	b	c	d	d
$P < 0.01$	e	f	g	h	h



ภาคผนวก ค

ประวัติผู้วิจัยและผลงานทางวิชาการที่น่าสนใจ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวจันทร์จิรา ยุ่งยั้ง	
เกิดเมื่อ	15 กุมภาพันธ์ 2528	
สถานที่เกิด	จังหวัดตรัง	
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2546	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนกันตังพิทยากร จังหวัดตรัง
	พ.ศ. 2550	ระดับปริญญาตรี จากคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช
ประวัติการฝึกอบรม	พ.ศ. 2545	เข้ารับการฝึกอบรมค่ายคุณธรรม-จริยธรรม
	พ.ศ. 2546-2549	เข้ารับการฝึกอบรมการใช้ยาตัวค่ายปศุสัตว์
	พ.ศ. 2551	เข้ารับการฝึกอบรมการประยุกต์ใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด สำหรับงานวิจัยขั้นพื้นฐานและขั้นสูงทางด้านชีววิทยา
ประวัติการนำเสนอผลงานวิชาการ	พ.ศ. 2553	นำเสนอผลงานวิชาการระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 16 ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่

ผลของการเสริมชาใบหม่อนในอาหารที่มีต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต และองค์ประกอบของเลือดสุกรระยะเจริญเติบโต-ขุน

EFFECTS OF MULBERRY LEAVES (*Morus alba* Linn.) SUPPLEMENTED IN DIETS ON GROWTH PERFORMANCE AND BLOOD COMPOSITION OF GROWING - FINISHING SWINE

จันทร์จิรา ยุ่งยั้ง¹, อภิชัย เมฆบงวัน², สุธัทสน์ ศิริ², และบัวเรียม มณีวรรณ²

Janjira Yungyoung, Apichai Mekbungwan, Suthut Siri, and Buaream Maneewan

บทคัดย่อ

การศึกษากการเสริมชาใบหม่อนในอาหารที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตและองค์ประกอบเลือดสุกรรุ่น-ขุนใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) ประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 5 กลุ่ม คือ สุกรที่กินอาหารเสริมชาใบหม่อนระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ แต่ละกลุ่มกระทำ 4 ซ้ำ ใช้สุกรทดลองลูกผสมสามสายเลือด (ลาร์จไวท์ – แลนด์เรซ × ดูรอค) น้ำหนักตัวเริ่มต้น 40 กิโลกรัม จำนวน 40 ตัว เลี้ยงจนสิ้นสุดการทดลองที่น้ำหนัก 90 กิโลกรัม พบว่าการเสริมชาใบหม่อนในอาหารไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตและความหนาไขมันสันหลัง ($P>0.05$) ผลต่อองค์ประกอบเลือดของสุกรที่น้ำหนักตัว 80 กิโลกรัม พบว่ากลุ่มที่เสริมชาใบหม่อนมีแนวโน้มว่าค่าฮีมาโตคริตเพิ่มขึ้น แต่ระดับคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างกลุ่มทดลอง

คำสำคัญ: ชาใบหม่อน, สมรรถภาพการเจริญเติบโต, ไตรกลีเซอไรด์, เลือด, สุกร

Abstract

The study of mulberry (*Morus alba* Linn.) leaves supplemented in diets on productive performance and blood composition of growing – finishing pigs, conducted in Completely Randomized Design (CRD), comprised of 5 groups for supplemented mulberry leaves 0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 % in diets respectively, each group was done in 4 replications. The total 40 pigs (hybrid: Large white – Landrace × Duroc) were used at 40 kgs initial BW until 90 kgs of finished BW. The results found that not significant different ($P>0.05$) improved productive performance in pigs fed diets with supplemented mulberry leaves. The compositions blood of experimental pigs at 80 kgs BW, showed that % hematocrit tendency increasing in mulberry leaves supplemented groups, but plasma cholesterol and triglyceride were not significantly different ($P>0.05$) among groups.

Keyword: Mulberry leaves (*Morus alba* Linn.), growth performance, triglyceride, blood, pig.

¹ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

² สาขาสัตวศาสตร์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญกับอาหารที่ปลอดจากสารตกค้างของสารเคมี ยาปฏิชีวนะ และฮอร์โมน ตลอดจนการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของอาหารเป็นพิษ ทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์หันมาให้ความสนใจกระบวนการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์มากขึ้น โดยยึดหลักทำการเกษตรตามวิถีทางธรรมชาติ เพื่อให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพและปลอดสารตกค้าง แนวคิดการนำพืชสมุนไพรที่มีผลทางยามาใช้ในอาหารสัตว์จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้ปราศจากผลตกค้างของสารเคมีในผลิตภัณฑ์สัตว์ หรืออาจจะช่วยให้ผลตกค้างน้อยลงและยังเป็นการเพิ่มอาชีพและรายได้ให้กับเกษตรกรผู้ปลูกพืชสมุนไพรภายในประเทศ

หม่อนเป็นพืชชนิดหนึ่งในตระกูลของ Moraceae และจำพวก Morus มีถิ่นที่เพาะปลูกกว้างขวางเพื่อใช้เป็นอาหารตัวไหมสำหรับการผลิตผ้าไหม (Andreoni, 2005) ใบและรากของหม่อน (*M. alba*) ถูกใช้เป็นยาระบาย ยาบรรเทาปวด แก้ปัสสาวะมากผิดปกติ บรรเทาการไอ ความดันโลหิตต่ำ และยาต้านหรือป้องกันการอักเสบ หม่อนประกอบด้วยสารหลายชนิด อาทิเช่น flavonoids, tannins, triterpenes, coumarine และ stilbene อีกทั้งยังประกอบด้วย hepatoprotective cardioprotective neuroprotective และ free radical scavenging activity นอกจากนี้ยังใช้หม่อนเป็นตัวยับยั้งภาวะ hypoglycemia ส่วนผลหม่อนยังถูกใช้เป็นยาเกี่ยวกับการบำรุงเลือด, อาการเหนื่อยล้า และภาวะโลหิตจาง (Yadav et al., 2008) ในประเทศจีน เกาหลี และญี่ปุ่น มีการนำใบหม่อนมาใช้ในการประกอบอาหารเสริมสุขภาพ และใช้เป็นพืชสมุนไพรตั้งแต่โบราณ การศึกษาวิจัยในระยะต่อมาได้ศึกษาถึงคุณค่าของสารประกอบสำคัญในใบหม่อนที่มีประโยชน์ในการป้องกัน และรักษาโรคต่างๆ ที่เกิดในผู้สูงอายุ (ประทีป และคณะ, 2528) แต่เนื่องจากการนำใบหม่อนมาเป็นวัตถุดิบอาหารสุกรในประเทศไทย และต่างประเทศยังมีการศึกษาน้อย การทดลองนี้จึงทำการศึกษาความเป็นไปได้ ที่จะนำใบหม่อนมาเสริมลงในอาหารสุกรระยะเจริญเติบโต-ขุน โดยพิจารณาจากสมรรถภาพการผลิต ค่าฮีมาโตคริต ปริมาณคลอเลสเทอรอล และไตรกลีเซอไรด์ในเลือด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรที่ได้รับอาหารเสริมใบหม่อนที่ระดับต่าง ๆ
2. ศึกษาระดับของคลอเลสเทอรอลและองค์ประกอบอื่นๆ ในเลือดสุกรที่กินอาหารเสริมด้วยใบหม่อนที่ระดับต่าง ๆ

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์การทดลอง

1. สุกรทดลอง ใช้ลูกสุกรมผสมสามสายเลือด (ลาร์จไวท์ – แลนด์เรซ × ดูรอด) น้ำหนักตัวเริ่มต้นประมาณ 40 กิโลกรัม จำนวน 40 ตัว (เพศผู้ตอน 20 ตัว และ เพศเมีย 20 ตัว) ไปจนน้ำหนักตัวสุดท้ายที่ 90 กิโลกรัม เพื่อทำการวัดผลการทดลองในลักษณะต่างๆ ที่ศึกษา

2. อาหารทดลองอาหารทดลอง อาหารทดลองแบ่งเป็น 5 สูตร (treatment) ในระยะเจริญเติบโต-ระยะขุน น้ำหนักตัว 40-90 กิโลกรัม โดยมีสูตรอาหารทดลองดังนี้

- สูตรที่ 1 อาหารสูตรควบคุม (ไม่ผสมไบโหม่อนและยาปฏิชีวนะ)
- สูตรที่ 2 อาหารสูตรควบคุม เสริมไบโหม่อนที่ระดับ 0.5%
- สูตรที่ 3 อาหารสูตรควบคุม เสริมไบโหม่อนที่ระดับ 1.0%
- สูตรที่ 4 อาหารสูตรควบคุม เสริมไบโหม่อนที่ระดับ 1.5%
- สูตรที่ 5 อาหารสูตรควบคุม เสริมไบโหม่อนที่ระดับ 2.0%

3. การเตรียมไบโหม่อน เก็บไบโหม่อนนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไบโหม่อนที่อบแห้งไปบดเป็นผง แล้วเก็บใส่ภาชนะที่แห้ง

วิธีการทดลอง

การทดลองนี้วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยการเปรียบเทียบสูตรอาหาร 5 สูตร แต่ละสูตรมี 4 ข้ำ ใช้สุกรข้างละ 2 ตัว (เพศผู้ตอน 1 ตัว และเพศเมีย 1 ตัว) ทำการศึกษาในสุกรน้ำหนักตัว 40-90 กิโลกรัม 2 ด้านคือ

1) ศึกษาสมรรถภาพการผลิตของสุกร

สุกรได้รับอาหารทดลองเมื่อมีน้ำหนักตัวเริ่มต้นประมาณ 40 กิโลกรัม เลี้ยงจนถึงน้ำหนักสุดท้ายที่ 90 กิโลกรัม ทำการชั่งและจดบันทึกน้ำหนักอาหารที่กินทุกสัปดาห์ เพื่อหาค่าปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการกินอาหารเฉลี่ย/ตัว/วัน ทำการชั่งน้ำหนักสุกรเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณค่าน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น/ตัว อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย/ตัว/วัน อัตราการแลกเนื้อและทำการวัดความหนาไขมันสันหลังที่จุด P₂ เมื่อสุกรมีน้ำหนักเฉลี่ย 90 กิโลกรัม

2) ศึกษาค่าฮีมาโตคริต ปริมาณคลอเลสเทอรอล และไตรกลีเซอไรด์ในเลือด

การทดลองนี้ใช้สุกรทดลองจากการทดลองเพื่อศึกษาสมรรถภาพการผลิตจากข้อ 1) โดยเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจหาค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดแดงอัดแน่น (hematocrit) ปริมาณคลอเลสเทอรอล และไตรกลีเซอไรด์ ทำการเก็บตัวอย่างเลือด เมื่อสุกรมีน้ำหนัก 80 กิโลกรัมเฉพาะสุกรเพศผู้ตอนเท่านั้น โดยเก็บจากเส้นเลือดแดงบริเวณคอ (jugular vein) ตัวอย่างละ 10 มิลลิลิตร ทำการตรวจสอบในห้องปฏิบัติการ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ทรีทเมนต์ทดลอง

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) ถ้าความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ จะทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและวิจารณ์ผล

ผลการศึกษาสมรรถภาพการผลิต

จากการศึกษาผลของการเสริมไบโหม่อนในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรระยะ

เจริญเติบโต-ขุน แบ่งเป็น 2 ช่วงระยะการทดลองคือระยะสุกรรุ่น (น้ำหนักตัว 40 - 60 กิโลกรัม) และระยะสุกรขุน (น้ำหนักตัว 60 - 90 กิโลกรัม) ใช้อาหารทดลอง 5 สูตรที่เสริมซาไบหม่อน 5 ระดับคือ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร พบว่า สุกรมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 39.19 กิโลกรัม สิ้นสุดสุกรรุ่นที่น้ำหนักเฉลี่ย 60.20 กิโลกรัม และสิ้นสุดการทดลองสุกรขุน ที่น้ำหนักเฉลี่ย 90.42 กิโลกรัม ใช้เวลาเลี้ยงเฉลี่ย 64.25 วัน ใช้อาหารในระยะสุกรรุ่นเฉลี่ย 53.25 กิโลกรัม/ตัว และระยะสุกรขุนเฉลี่ย 93.35 กิโลกรัม/ตัว โดยมีรายละเอียดของผลที่มีต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตดังนี้

อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมซาไบหม่อนที่ระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 0.777, 0.771, 0.807 0.758 และ 0.809 กิโลกรัมต่อตัว ตามลำดับ ในสุกรรุ่น และมีค่าเท่ากับ 0.826, 0.793, 0.811, 0.841 และ 0.816 กิโลกรัมต่อตัว ตามลำดับ ในสุกรขุน (Table 1 และ 2) ทั้งสองระยะทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างกลุ่มทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับ วิสุทธิ์ (2547) ที่รายงานว่า ไก่กระທงที่ได้รับอาหารเสริมไบหม่อนที่ระดับ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร พบว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมไบหม่อนที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่ม น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง และอัตราการเจริญเติบโต ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างกลุ่มทดลอง แสดงให้เห็นว่าซาไบหม่อนในอาหารไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของสุกรตลอดการทดลอง (Table 3)

ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน พบว่ากลุ่มที่กินอาหารเสริมซาไบหม่อนที่ระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 2.03, 1.95, 1.97, 1.97 และ 1.99 กิโลกรัม ตามลำดับ ในสุกรรุ่น และมีค่าเท่ากับ 2.62, 2.50, 2.52, 2.42 และ 2.48 กิโลกรัม ตามลำดับ ในสุกรขุน (Table 1 และ 2) ทั้งสองระยะทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างกลุ่มทดลอง โดยมีแนวโน้มว่าสูตรอาหารที่มีการเสริมซาไบหม่อนมีปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวันลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ ไพโชค (2547,ก) ที่รายงานว่าปริมาณอาหารที่กินของไก่ที่ได้รับอาหารเสริมซาไบหม่อนที่ระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ลดลง แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากอาหารทุกสูตรมีโปรตีนและพลังงานที่ไม่แตกต่างกัน การเสริมซาไบหม่อนสูงสุดเพียง 2.0 เปอร์เซ็นต์ไม่ทำให้โปรตีนและพลังงานแตกต่างกัน จึงทำให้ปริมาณอาหารที่กินได้ไม่แตกต่างกัน สรุปตลอดระยะเวลาในการเลี้ยงมีปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างกลุ่มทดลอง (Table 3)

อัตราการแลกเนื้อ (F/G) พบว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมซาไบหม่อนที่ระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 2.63, 2.72, 2.44, 2.62 และ 2.48 ตามลำดับ ในสุกรรุ่น และมีค่าเท่ากับ 3.18, 3.16, 3.16, 2.91 และ 3.06 ตามลำดับ ในสุกรขุน (Table 1 และ 2) ทั้งสองระยะทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างกลุ่มทดลอง มีแนวโน้มว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมซาไบหม่อนที่ระดับ 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการแลกเนื้อดีที่สุดตลอดระยะเวลาการทดลอง แต่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (Table 3) ระหว่างกลุ่มทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับ วิสุทธิ์ และคณะ (2546) ที่รายงานผลของการทดลองว่า ประสิทธิภาพการผลิตของไก่กระທง เมื่อใช้ซาไบหม่อนเสริมในอาหารที่ระดับ 0, 2.0, 5.0 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีขึ้น ซึ่งผลที่ได้ตรงข้ามกับไพโชค (2547,ข) ที่รายงานว่า ไก่กระທง ที่ได้รับซาไบหม่อนเสริมในอาหารที่ระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มทำให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารลดลงกว่าที่ไม่มีการเสริม

ความหนาไขมันสันหลังของสุกรที่น้ำหนัก 90 กิโลกรัม โดยการหาค่าเฉลี่ยจากการวัดโดยใช้ prob วัด 3 จุดบริเวณสันหลัง (P_2) พบว่า กลุ่มที่มีการเสริมซาไบหม่อนที่ระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีความหนาไขมันสันหลังเท่ากับ 17.88, 17.79, 17.63, 17.46 และ 17.46 มิลลิเมตร ตามลำดับ มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างกลุ่มทดลอง (Table 3) แสดงให้เห็นว่าซาไบหม่อนในอาหารไม่มีผลต่อความหนาไขมันสันหลังของสุกรแต่อย่างใด

ผลต่อค่าฮีมาโตคริต ระดับคลอเลสเทอรอล และไตรกลีเซอไรด์ ในเลือดของสุกร

จากการเก็บตัวอย่างเลือดสุกรทดลองเพศผู้ตอนเมื่อน้ำหนักตัว 80 กิโลกรัม โดยเก็บจากเส้นเลือดบริเวณลำคอ (jugular vein) ปริมาณ 10 มล./ตัว เพื่อทำการตรวจหาค่าฮีมาโตคริต คลอเลสเทอรอล และไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ค่าฮีมาโตคริต พบว่าในเลือดของสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมซาไบหม่อนที่ระดับ 1.0 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่าฮีมาโตคริตที่สุดของการเลี้ยงคือ 36.25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมซาไบหม่อนที่ระดับ 0.5, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 28.63, 31.25, 30.38 และ 32.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างกลุ่มทดลอง (Table 4) แสดงให้เห็นว่าซาไบหม่อนน่าจะเพิ่มปริมาณเม็ดเลือดแดงในเลือดอันเนื่องมาจากธาตุเหล็กที่มีอยู่ในใบชา 50.00 มก./100ก. (Abdonnaser et al., 2007) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง

ระดับคลอเลสเทอรอล พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมซาไบหม่อนที่ระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 109.15, 112.24, 112.76, 107.75 และ 112.39 มิลลิกรัม/เลือด 100 มิลลิลิตร (mg/dl) ตามลำดับ มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างกลุ่มทดลอง (Table 4) แตกต่างกับไพโซค (2547,ก) ที่รายงานว่า คลอเลสเทอรอลของไก่ที่ได้รับการเสริมซาไบหม่อนที่ระดับ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ปริมาณคลอเลสเทอรอลลดลง

ระดับไตรกลีเซอไรด์ พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมซาไบหม่อนที่ระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 113.96, 107.76, 108.43, 113.28 และ 113.63 มิลลิกรัม/เลือด 100 มิลลิลิตร (mg/dl) ตามลำดับ แต่มีแนวโน้มลดลงเมื่อสุกรได้รับซาไบหม่อนที่ระดับ 0.5-1.0 เปอร์เซ็นต์ในอาหารเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) (Table 4) สอดคล้องกับกับไพโซค (2547,ก) ที่รายงานว่าไตรกลีเซอไรด์ของไก่ที่ได้รับอาหารเสริมซาไบหม่อนทำให้ปริมาณไตรกลีเซอไรด์ลดลง เพราะในใบหม่อนมีสาร sitosterol ซึ่งเป็น phytosterol ชนิดหนึ่ง สารตัวนี้เป็น sterol ชนิดหนึ่งที่พบในพืชมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณคลอเลสเทอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือด ระหว่างกลุ่มทดลอง สอดคล้องกับ Andallu et al. (2003) ที่รายงานว่า หนูที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เสริมใบหม่อนจะทำให้ปริมาณไตรกลีเซอไรด์ลดลง และสอดคล้องกับ Abdonnaser et al. (2007) ที่รายงานว่า ไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีการเสริมสารสกัดใบหม่อน 0.075 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในเลือดลดลง หลังจากได้รับสารสกัดใบหม่อนที่เวลา 12, 24 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ แสดงว่าการเสริมซาไบหม่อนในอาหารเพื่อลดระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดไม่ควรเกิน 1.0 เปอร์เซ็นต์

สรุป

จากการทดลองเสริมซาไบหม่อนในสูตรอาหารที่เลี้ยงสุกรระยะเจริญเติบโต-ขุน พบว่าสมรรถภาพการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน ซึ่งการเสริมซาไบหม่อนที่ระดับ 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการแลกเนื้อ ความหนาไขมันสันหลังดีที่สุด เนื่องจากซาไบหม่อนมีลักษณะฟามการเสริมในอาหารสุกรในระดับ 1.5 หรือ 2.0 เปอร์เซ็นต์จะมีแนวโน้มทำให้สุกรกินอาหารลดลง นอกจากนี้การเสริมซาไบหม่อนทำให้ค่าฮีมาโตคริตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในสุกรเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ส่วนระดับไตรกลีเซอไรด์จะลดลงมากเมื่อเสริมซาไบหม่อน 0.5-1.0 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร แต่ไม่มีผลต่อระดับของคลอเลสเทอรอลในเลือด แสดงว่าระดับที่เหมาะสมในการเสริมซาไบหม่อนในอาหารสุกรไม่ควรเกิน 1.0 เปอร์เซ็นต์

เอกสารอ้างอิง

- ประทีป มีศิลป์, ไพสิน เหล็กดง, บุญมา ภางาม, จันท ภางาม และ ณรงค์ ขบา. 2528. การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของใบหม่อนพันธุ์ต่าง ๆ. น. 23-29. ใน รายงานค้นคว้าวิจัยปี 2528. สถาบันวิจัยหม่อนไหม. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ไพโชค ปัญจะ. 2547ก. ผลของการเสริมซาไบหม่อนลงในอาหารไก่ไข่ต่อผลผลิต คุณภาพและปริมาณคลอเลสเทอรอลของไข่. น. 11-18. ใน การประชุมวิชาการ ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42. กรุงเทพฯ: สาขาสัตว สาขาสัตวแพทยศาสตร์.
- ไพโชค ปัญจะ. 2547ข. ผลของการเสริมซาไบหม่อนลงในสูตรอาหารต่อความสามารถในการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของไก่กระທ. น. 19-27. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42. กรุงเทพฯ: สาขาสัตว สาขาสัตวแพทยศาสตร์.
- วิสุทธิ นวลชื่น, วรณวิภา สุทธิไกร, กิตติยา ศรีศักดิ์วัฒนะ, สรเพชญ โสภณ,ทองสุข เจตนา, สังวร อยู่สว่าง และ สุพิชญา เขษรสิงห์. 2546. การศึกษาการใช้ใบหม่อนเพื่อการผลิตไก่กระທ. เวชสารสัตวแพทย์ [ระบบออนไลน์] 34,2: 128-129. แหล่งที่มา http://lib.vet.chula.ac.th/Data_files/ebook/Research/CD_Research/121.pdf (2 กรกฎาคม 2551)
- วิสุทธิ นวลชื่น. 2547. ผลการเสริมสารคล้ายเอสโตรเจนในใบหม่อนต่อสมรรถภาพการเจริญการผลิดของไก่กระທ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สถาบันราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. 152 น.
- Abdonnaser M., Zohre K., Farzad A., Malihe P. and Mehrdad M. 2007. Effect of mulberry (*Morus alba* L.) Leaves extract on the secretion and content of triglyceride in the chicken hepatocytes primary culture. Inter. J. Pharmacology. 3(1): 116-119.
- Andallu, B. B. Radhika. and V. Suryakantham. 2003. Effect of aswagandha, ginger and mulberry on hyperglycemia and hyperlipidemia. Plant Foods for Hum. Nutr. 58: 1-7.

Andreoni, N. 2005. Extraction of Mulberry Flavonoids for Industrial and Pharmaceutical Uses.

[Online]. Available http://www.pgrforum.org/Ducments/Conference_posters/Andreoni.pdf (2 July 2008).

Yadav, A. V., L. A. Kawale. and V. S. Nade. 2008. Effect of *Morus alba* L. (Mulberry) leaves on anxiety in mice. *Indian. J. Pharmacol.* 40(1): 32-36.

Table 1 Effect of mulberry leaves supplemented in diets on productive performance of growing pigs

Item	mulberry leaves supplemented (%)					SEM
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	
Number of pig	8	8	8	8	8	
Average daly gain : ADG	0.777	0.771	0.807	0.758	0.809	0.017
Average daly feed intake : ADFI	2.03	1.95	1.97	1.97	1.99	0.020
Feed conversion ratio : FCR	2.63	2.72	2.44	2.62	2.48	0.069

Table 2 Effect of mulberry leaves supplemented in diets on productive performance of finishing pigs

Item	mulberry leaves supplemented (%)					SEM
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	
Number of pig	8	8	8	8	8	
Average daly gain : ADG	0.826	0.793	0.811	0.841	0.816	0.017
Average daly feed intake : ADFI	2.62	2.50	2.52	2.42	2.48	0.030
Feed conversion ratio : FCR	3.18	3.16	3.16	2.91	3.06	0.060

Table 3 Effect of mulberry leaves supplemented in diets on productive performance of pigs (40-90 kg.)

Item	mulberry leaves supplemented (%)					SEM
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	
Number of pig	8	8	8	8	8	
Average daly gain : ADG	0.805	0.781	0.810	0.799	0.808	0.012
Average daly feed intake : ADFI	2.37	2.26	2.31	2.22	2.27	0.021
Feed conversion ratio : FCR	2.94	2.91	2.86	2.80	2.83	0.043
Backfat thickeness, (mm.)	17.88	17.79	17.63	17.46	17.46	0.251

หมายเหตุ: * ความหนาไขมันสันหลังที่จุด P₂ วัดเมื่อสุกรมีน้ำหนักตัว 80 กิโลกรัม

Table 4 Effect of mulberry leaves supplemented in diets on blood composition of pigs (80 kg.)

Item	mulberry leaves supplemented (%)					SEM
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	
Number of pig	8	8	8	8	8	
Hematocrit, %	28.63	31.25	36.25	30.38	32.25	0.980
Cholesterol (mg/dl.)	109.15	112.24	112.76	107.75	112.39	1.705
Triglyceride (mg/dl.)	113.96	107.76	108.43	113.28	113.63	2.080