สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ระดับการประเมินคุณภาพ
☐ ดีเยี่ยม ☐ ดีมาก
☑ ดี ☐ ปานกลาง

ผลของการเสริมขมิ้นชันในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต และองค์ประกอบของเลือดสุกร

พัชรี ราตรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

ชื่อเรื่อง

ผลของการเสริมขมิ้นชันในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต
และองค์ประกอบของเลือดสุกร

โดย

พัชรี ราดรี

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชัย เมฆบังวัน)
วันที่ 28 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2553

กรรมการที่ปรึกษา .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์ ศิริ)
วันที่ 28 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2553

กรรมการที่ปรึกษา .....
(อาจารย์ ดร.บัวเรียม มณีวรรณ์)
วันที่ 28 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2553

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมปอง สรวมศิริ)
วันที่ 28 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2553

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จำเนียร ยศราช)
ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
วันที่ 28 เดือน ก.ค. พ.ศ. 53

ชื่อเรื่อง	ผลของการเสริมขมิ้นชันในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและองค์ประกอบของเลือดสุกร
ชื่อผู้เขียน	นางสาวพัชรี ราตรี
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์
ประธานกรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชัย เมฆบังวัน

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการเสริมขมิ้นชันระดับ 0, 0.05, 0.10 และ 0.20% ในอาหารที่มีต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและองค์ประกอบเลือดสุกรในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ใช้สุกรลูกผสมสามสายเลือด (ลาร์จไวท์ × แลนด์เรซ × ดูรอค) จำนวน 32 ตัว (เป็นเพศผู้ตอน 16 ตัว และเพศเมีย 16 ตัว) แบ่งออกเป็น 3 ระยะคือ ระยะสุกรเล็ก (piglet) สุกรรุ่น (grower) และสุกรขุน (finisher) ที่น้ำหนักตัว 15 – 30 30 – 60 และ 60 – 90 กิโลกรัม ตามลำดับ และศึกษาองค์ประกอบเลือดสุกรรุ่นและขุนจากตัวอย่างเลือดสุกรเพศผู้ตอน ผลต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกร พบว่า สุกรเล็กที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.05% มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ระยะสุกรรุ่นกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.05 และ 0.10% มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ระยะสุกรขุนกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน มีแนวโน้มทำให้อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการแลกน้ำหนักดีกว่ากลุ่มควบคุม และตลอดการทดลองกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันมีแนวโน้มทำให้สมรรถภาพการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มควบคุม ผลต่อองค์ประกอบของเลือดสุกรพบว่า ในสุกรรุ่นกลุ่มที่เสริมขมิ้นชัน 0.20% มีค่า Hematocrit สูงกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.10% มีปริมาณเม็ดเลือดขาวรวมสูงสุด โดยส่วนใหญ่เป็นเม็ดเลือดขาวชนิด Monocytes และ Neutrophils กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.10% ทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ส่วนระดับคอเลสเตอรอลในเลือดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในสุกรขุน กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันที่ระดับ 0.10% มีค่า Hematocrit ลดลง ($P<0.01$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.10 และ 0.20% มีปริมาณเม็ดเลือดขาวรวมเพิ่มขึ้นแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophils Eosinophils Basophils Monocytes และ Lymphocytes เพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เทียบกับกลุ่มควบคุม และพบว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.05% ทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์เพิ่มขึ้น($P<0.05$) และกลุ่มที่เสริมขมิ้นชันที่ระดับ 0.10% มีระดับ

คอเลสเตอรอลเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการทดลองสรุปได้ว่า กลุ่มที่เสริมขมิ้นชันมีแนวโน้มทำให้สมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรดีขึ้น และการเสริมขมิ้นชันในอาหารมีผลทำให้ปริมาณของเม็ดเลือดขาวในเลือดเพิ่มขึ้น แสดงว่าขมิ้นชันในอาหารช่วยให้สุกรเติบโตเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกัน (เม็ดเลือดขาว) ในสุกรได้ดี และระดับที่เหมาะสมในการใช้เสริมในอาหารอยู่ที่ระดับ 0.10%

Title Effects of Turmeric (*Curcuma longa* Linn.) Supplementation in Diets on Growth Performance and Blood Composition of Swine

Author Miss Phatcharee Ratri

Degree of Master of Science in Animal Science

Advisory Committee Chairperson Assistant Professor Dr. Aphichai Mekbungwan

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effect of dietary turmeric supplementation level at 0, 0.05, 0.10 and 0.20%, on growth performance and blood composition of growing – finishing pigs. In Completely Randomized Design (CRD) study, 32 crossbred pigs (Large White × Landrace × Duroc) consisting of 16 barrows and 16 gilts were used and divided into 3 stages: weaning (15-30 kg Bw), growing (30-60 kg Bw) and finishing (60-90 kg Bw). The study on blood composition involved evaluation of barrows at growing and finishing stages. Results showed that body weight gain of weaners supplemented with turmeric at 0.05% in diets was higher ($P<0.05$) than that of control group. Average daily gain (ADG) of the growers supplemented with turmeric in diet (0.05 and 0.10%) was higher ($P>0.05$) than that of control group, but with no significant difference in statistics. Finishing pigs fed diets supplemented with turmeric tended to have higher ADG and feed conversion ratio (F:G) than that of control group. During the intensive study, growth performance of all experimental groups supplemented with turmeric in diets, was higher ($P>0.05$) than that of control group. Results of blood composition study showed that percentage of hematocrit of growing pigs supplemented with turmeric at 0.20% in diet, was higher ($P>0.05$) than that of control group. On the other hand, total white blood cells count of groups supplemented with turmeric at 0.10% in diet, was especially higher for monocytes and neutrophils types. Triglyceride plasma tended to increase in pigs supplemented with turmeric at 0.10% in diet while cholesterol level was not significantly different in finishing pigs. Percentage of hematocrit in finishing pigs supplemented with turmeric at 0.10% in diet, was lower ($P<0.01$) than that of control group. Total white blood cells of pigs supplemented with turmeric at 0.10 and 0.20% in diet, were significantly higher ($P<0.01$) than that of control group,

especially neutrophils, eosinophils, basophils, monocytes and lymphocyte types were found to be significantly higher ($P<0.01$) than that of control group. Triglyceride plasma of groups supplemented with turmeric at 0.05% in diet was increased ($P<0.05$) but cholesterol plasma of pigs supplemented with turmeric at higher level (0.10%) in diet, was increased ($P>0.05$). It was concluded that growth performance of pigs supplemented with turmeric in diet tended to be higher than that of control group including increase in blood cell counts, indicating that turmeric supplement could assist in the slight improvement of growth performance but significant increase in immunity (white blood cells) with the most appropriate level of supplementation at 0.10%

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเป็นรูปเล่มสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาในการให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชัย เมฆบังวัน ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์ ศิริ และ ดร.บัวเรียม มณีวรรณ์ กรรมการที่ปรึกษา และรองผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัญชัย จตุรสิทธา ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณเผ่าพงษ์ ปูรณะพงษ์ คุณประเสริฐ แสงเพชร และบุคลากรเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สาขาอาหารสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์นี้ ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำสาขาการผลิตสุกรที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ดำเนินงานเลี้ยงสัตว์ทดลอง ตลอดจนเอื้อเฟื้อสนับสนุนเครื่องมืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์นี้ ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ที่ทำงานร่วมกันทุกท่าน ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา

เหนือสิ่งอื่นใดยิ่ง ผู้วิจัยขอกราบบูชารำลึกถึงพระคุณบิดามารดา ที่ได้ให้การอบรมสั่งสอนให้เป็นคนดี มีความอดทน ขยันหมั่นเพียร ตลอดจนให้การสนับสนุนทางด้านการเรียนและให้กำลังใจที่ดีตลอดเวลาที่ศึกษาอยู่จนสำเร็จการศึกษา

พัชรี ราตรี

กรกฎาคม 2553

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(11)
สารบัญตารางภาคผนวก	(12)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ขอบเขตการวิจัย	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
การเจริญเติบโตและการพัฒนาทางร่างกายของสุกร	4
ลิปิด	5
เลือด	11
ขมิ้นชัน	17
ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของขมิ้นชัน	22
การใช้สมุนไพรในสัตว์	23
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	25
สถานที่ดำเนินการวิจัย	25
อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย	25
วิธีการดำเนินการวิจัย	26
การวิเคราะห์ผลการทดลอง	30
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	31
ผลการทดลอง	31

หน้า

วิจารณ์ผลการทดลอง 40

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 42

สรุปผลการทดลอง 42

ข้อเสนอแนะ 42

บรรณานุกรม 44

ภาคผนวก 48

ภาคผนวก ก ตารางภาคผนวก 49

ภาคผนวก ข ประวัติผู้วิจัย 114

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	องค์ประกอบของเลือด	15
2	ส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยในขมิ้นชัน	20
3	ปริมาณสารประกอบน้ำมันหอมระเหยของขมิ้นชันโดยการกลั่นด้วยการต้มด้วยน้ำ	21
4	คุณค่าทางโภชนาการของขมิ้น	21
5	ส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองสุกร (สูตรพื้นฐาน)	28
6	ปริมาณน้ำมันหอมระเหยและสารเคอร์คูมินในขมิ้นชัน	31
7	สมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะเล็ก รุ่น ขุน และตลอดระยะการทดลองที่มีการเสริมขมิ้นชันที่ระดับ 0 0.05 0.10 และ 0.20%	34
8	การเสริมขมิ้นชันที่ระดับ 0 0.05 0.1 และ 0.2% ต่อค่า Hematocrit องค์ประกอบของเลือดระดับไตรกลีเซอไรด์และระดับคอเลสเตอรอลในสุกรรุ่น	38
9	การเสริมขมิ้นชันที่ระดับ 0 0.05 0.1 และ 0.2% ต่อค่า Hematocrit องค์ประกอบของเลือดระดับไตรกลีเซอไรด์และระดับคอเลสเตอรอลในสุกรขุน	39

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	การสังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์ (TG) ในตับ เนื้อเยื่อไขมัน และเซลล์เยื่อบุลำไส้ โดยใช้ glycerol-3-P	7
2	สูตรโครงสร้างทางเคมีของคอเลสเตอรอล	8
3	ขั้นตอนของปฏิกิริยาการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล โดยใช้ Acetyl CoA	9
4	สูตรโครงสร้างของเคอร์คูมินอยด์ที่มี 2 แบบคือ คีโต และ อินอล	19

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวก		หน้า
1	ส่วนประกอบทางเคมีของขมิ้นชันจากการศึกษา	50
2	ส่วนประกอบทางเคมีของสูตรอาหารสุกรเล็กในการทดลอง (สุกรน้ำหนัก15 – 30 กิโลกรัม) จากการวิเคราะห์	51
3	ส่วนประกอบทางเคมีของสูตรอาหารสุกรรุ่นในการทดลอง (สุกรน้ำหนัก 30 – 60 กิโลกรัม) จากการวิเคราะห์	52
4	ส่วนประกอบทางเคมีของสูตรอาหารสุกรขุนในการทดลอง (สุกรน้ำหนัก 60 – 90 กิโลกรัม) จากการวิเคราะห์	53
5	น้ำหนักตัวเฉลี่ยเมื่อเริ่มต้นการทดลองของสุกรทดลอง	54
6	น้ำหนักตัวเฉลี่ยสิ้นสุดการทดลองของสุกรทดลอง	54
7	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของสุกรเล็กและการวิเคราะห์ความแปรปรวน	55
8	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน	56
9	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน	57
10	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของสุกรตลอดการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวน	58
11	ระยะเวลาในการเลี้ยง (วัน) ของสุกรเล็กและการวิเคราะห์ความแปรปรวน	59
12	ระยะเวลาในการเลี้ยง (วัน) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน	60
13	ระยะเวลาในการเลี้ยง (วัน) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน	61
14	ระยะเวลาในการเลี้ยง (วัน) ของสุกรตลอดการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวน	62
15	ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัว (กิโลกรัม) ของสุกรเล็กและการวิเคราะห์ความ แปรปรวน	63
16	ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัว (กิโลกรัม) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน	64
17	ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัว (กิโลกรัม) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน	65
18	ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัว (กิโลกรัม) ของสุกรตลอดการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวน	66

ตารางผนวก หน้า

19 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (กิโลกรัม) ของสุกรเล็กและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 67

20 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (กิโลกรัม) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 68

21 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (กิโลกรัม) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 69

22 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (กิโลกรัม) ของสุกรตลอดการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 70

23 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กิโลกรัม) ของสุกรเล็กและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 71

24 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กิโลกรัม) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 72

25 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กิโลกรัม) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 73

26 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กิโลกรัม) ของสุกรตลอดการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 74

27 อัตราการแลกน้ำหนักของสุกรเล็กและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 75

28 อัตราการแลกน้ำหนักของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 76

29 อัตราการแลกน้ำหนักของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 77

30 อัตราการแลกน้ำหนักของสุกรตลอดการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 78

31 ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว (บาท/กิโลกรัม) ของสุกรเล็กและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 79

32 ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว (บาท/กิโลกรัม) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 80

33 ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว (บาท/กิโลกรัม) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 81

34 ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว (บาท/กิโลกรัม) ของสุกรตลอดการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 82

ตารางผนวก หน้า

35 ความหนาไขมันสันหลัง (มิลลิเมตร) ของสุกรที่มีน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 90 กิโลกรัมและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 83

36 ปริมาณฮีมาโตคริต (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 84

37 ปริมาณฮีมาโตคริต (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 85

38 ปริมาณเม็ดเลือดขาว ($\times 10^6$ เซลล์/มล.) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 86

39 ปริมาณเม็ดเลือดขาว ($\times 10^6$ เซลล์/มล.) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 87

40 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophils (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 88

41 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophils (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 89

42 ปริมาณเม็ตเลือดขาวชนิด Basophils (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 90

43 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Monocytes (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 91

44 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocytes (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 92

45 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophils (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 93

46 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophils (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 94

47 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Basophils (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 95

48 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Monocytes (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 96

49 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocytes (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 97

ตารางผนวก หน้า

50 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophils (× 10^6 เซลล์/มล.) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 98

51 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophils (× 10^6 เซลล์/มล.) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 99

52 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Basophils (× 10^6 เซลล์/มล.) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 100

53 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Monocytes (× 10^6 เซลล์/มล.) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 101

54 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocytes (× 10^6 เซลล์/มล.) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 102

55 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophils : Lymphocytes ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 103

56 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophils (× 10^6 เซลล์/มล.) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 104

57 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophils (× 10^6 เซลล์/มล.) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 105

58 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Basophils (× 10^6 เซลล์/มล.) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 106

59 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Monocytes (× 10^6 เซลล์/มล.) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 107

60 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocytes (× 10^6 เซลล์/มล.) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 108

61 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophils : Lymphocyte ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 109

62 ระดับไดรกลีเซอไรด์ (มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 110

63 ระดับไดรกลีเซอไรด์ (มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 111

ตารางผนวก หน้า

64 ระดับคอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 112

65 ระดับคอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน 113

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

การเลี้ยงสุกรในปัจจุบันมีพัฒนาการมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น โดยการพัฒนาสายพันธุ์ให้มีการเจริญเติบโตเร็วขึ้น ซึ่งมีการนำเทคโนโลยีทันสมัยมาใช้และมีการนำวิธีการเลี้ยงแบบเข้มข้น (Intensive system) มาใช้เพื่อให้ได้ผลผลิตรวมต่อหน่วยพื้นที่สูงสุด เมื่อมีการเลี้ยงหนาแน่นและสัตว์โตไวก็ส่งผลให้สุขภาพและความสามารถในการต่อต้านเชื้อโรคต่างๆ ลดลงเกิดการระบาดของโรคได้ง่ายขึ้น ในการควบคุมดูแลรักษาโรคนั้นส่วนใหญ่จะใช้ยาปฏิชีวนะ ซึ่งมักจะมีฤทธิ์ตกค้างหรือสะสมอยู่ตามอวัยวะต่างๆ ของร่างกายสัตว์อยู่ระยะเวลาหนึ่งแล้วจะขับออกจากร่างกายเอง และเนื่องจากวงจรชีวิตของสุกรนั้นสั้นคือ จะจับจำหน่ายเป็นสุกรขุนเมื่ออายุประมาณ 5 – 6 เดือน จึงอาจทำให้เกิดปัญหาสารเคมีหรือยาปฏิชีวนะตกค้างอยู่ในเนื้อสุกร ซึ่งสารเคมีและยาปฏิชีวนะเหล่านี้จะส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภคตามมา อาทิเช่น ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง ซึ่งปัจจุบันเป็นสาเหตุหนึ่งของการเสียชีวิตของประชากรของประเทศไทยและส่งผลเสียต่อเนื่องทั้งการจัดการด้านสาธารณสุข และสุขภาพของประชากรทั้งประเทศ เพราะฉะนั้นการนำสมุนไพรมาทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะจะนำไปสู่การลดการนำเข้าผลิตภัณฑ์ยาสำเร็จรูป สมุนไพรส่วนใหญ่ นอกจากใช้เป็นยารักษาโรคในมนุษย์แล้ว เกษตรกรบางรายนำมาใช้ในการป้องกันและรักษาโรคในสุกรและไก่อีกด้วย ผู้วิจัยเห็นว่าการใช้สมุนไพร เช่น ขมิ้นชัน ผสมในสูตรอาหารที่ระดับต่างๆ เพื่อตรวจสอบและเปรียบเทียบการกินอาหาร การเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และการเปลี่ยนแปลงของระดับคอเลสเตอรอล ไดรกลีเซอไรด์ เม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว นอกจากนี้ยังสามารถนำผลการทดลองมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการเลือกใช้ขมิ้นชันผสมในอาหารสัตว์ในระดับที่เหมาะสมกับตัวสัตว์ด้วย

วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ คือ

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้ขมิ้นชันผสมในสูตรอาหารระดับ 0, 0.05, 0.1 และ 0.2% ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ระดับคอเลสเตอรอลในพลาสม่า และการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของเลือด

2. เพื่อทดสอบหาผลออกฤทธิ์ที่เด่นชัดและระดับการใช้ที่เหมาะสมของขมิ้นชันในสูตรอาหารสุกรที่จะทำให้ได้ผลการผลิตสูงสุด

3. เพื่อใช้เป็นแนวทางและข้อพิจารณาในการพัฒนาการใช้ขมิ้นชันในการเลี้ยงสัตว์เพื่อการค้าและการส่งออก

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากการวิจัยคาดว่าจะเกิดประโยชน์ดังนี้ คือ

1. ทำให้ทราบถึงผลของการใช้ขมิ้นชันผสมในอาหารในระดับ 0, 0.05, 0.1 และ 0.2% ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ระดับคอเลสเตอรอลในพลาสม่า และการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบเลือด

2. ทำให้ทราบถึงผลของการออกฤทธิ์ที่เด่นชัดและระดับการใช้ที่เหมาะสมของขมิ้นชันในสูตรอาหารสุกรที่จะทำให้ได้ผลสูงสุดในการผลิตสุกร

3. ทำให้สามารถนำผลการวิจัยที่ได้มาใช้เป็นแนวทางเพื่อพิจารณากำหนดปริมาณการใช้ขมิ้นชันผสมในสูตรอาหารให้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการในการเลี้ยงสุกรเพื่อการค้าและการส่งออกได้

4. เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรในการลดต้นทุนการผลิตและสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลผลิตได้

5. เป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคที่จะได้รับประทานเนื้อสัตว์ที่ปราศจากสารเคมีและสารปฏิชีวนะตกค้างอันจะส่งผลดีต่อการจัดการด้านสาธารณสุขของประเทศ

ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาผลของการเสริมขมิ้นชันในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรที่มีน้ำหนัก 15 – 30 กิโลกรัม, น้ำหนัก 30 – 60 กิโลกรัม และ น้ำหนัก 60 – 90 กิโลกรัม

2. ศึกษาผลของการเสริมขมิ้นชันในสูตรอาหารต่อระดับคอเลสเตอรอลของสุกรที่มีน้ำหนัก 40 กิโลกรัม และ น้ำหนัก 80 กิโลกรัม

3. ศึกษาผลของการเสริมขมิ้นชันในสูตรอาหารต่อระดับไตรกลีเซอไรด์ของสุกรที่มีน้ำหนัก 40 กิโลกรัม และ น้ำหนัก 80 กิโลกรัม

4. ศึกษาผลของการเสริมขมิ้นชันในสูตรอาหารต่อปริมาณเม็ดเลือดขาวของสุกรที่มีน้ำหนัก 40 กิโลกรัม และ น้ำหนัก 80 กิโลกรัม

นิยามศัพท์เฉพาะ

สมรรถภาพการผลิต (Production Performance) ได้แก่ อัตราการแลกน้ำหนัก (Feed Conversion Ratio; FCR) น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Gain; ADG) และปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Feed Intake; ADFI)

ความหนาไขมันสันหลัง (Backfat Thickness; BF) การวัดความหนาไขมันสันหลังของสุกร เป็นปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพซากของสุกรตัวใดมีไขมันที่สันหลังหนา สุกรตัวนั้นมีแนวโน้มที่จะให้เนื้อแดงน้อยลงและมีไขมันสะสมในร่างกายสูงขึ้น

ขมิ้นชัน (Tumeric) เป็นพืชที่อยู่วงศ์เดียวกับขิง เนื้อในเหง้ามีสีเหลืองส้มมีกลิ่นเฉพาะ เหง้าของขมิ้นชันประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหย และสารประกอบพวกฟีนอลิก เรียกว่าเคอร์คูมิน

คอเลสเตอรอล (Cholesterol) เป็นทั้งสารสเตอรอยด์ (steroid) ลิปิด (lipid) และแอลกอฮอล์ พบในผนังเซลล์ของทุกเนื้อเยื่อในร่างกาย และถูกส่งในกระแสเลือดของสัตว์ คอลเลสเตอรอลส่วนใหญ่ไม่ได้มากับอาหารแต่จะถูกสังเคราะห์ขึ้นภายในร่างกาย สะสมอยู่มากในเนื้อเยื่อของอวัยวะที่สร้างขึ้นมา เช่น ตับ ไขสันหลัง (spinal cord) สมอง และผนังหลอดเลือดแดง (atheroma)

ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) คือ สารอาหารประเภทไขมันได้จากอาหารที่เรารับประทานเข้าไปและจากการสร้างขึ้นเองในร่างกายโดยตับและลำไส้เล็กเป็นตัวสร้าง ไตรกลีเซอไรด์ 1 กรัม ให้พลังงาน 9 แคลอรี่ ไตรกลีเซอไรด์ ละลายอยู่ในเลือดได้โดยรวมตัวกับโปรตีนดูดซึมเข้าสู่เนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกาย บางส่วนถูกสะสมไว้ที่เนื้อเยื่อไขมัน

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การเจริญเติบโตและการพัฒนาทางร่างกายของสุกร

การเจริญเติบโต (Growth) หมายถึง กระบวนการปกติที่สัตว์ขยายขนาดของร่างกาย โดยการขยายขนาดของเนื้อเยื่อที่มีอยู่เดิมตามธรรมชาติให้มีขนาดใหญ่มากขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงนั้น วันดี (2546) และ Devies (1982) มีการรายงานที่ตรงกันว่า การเจริญเติบโตมี 3 ประเภท คือ

1. ไฮเปอโทรฟี (Hypertrophy) เป็นการขยายขนาดของเซลล์ที่มีอยู่แล้วนั้น ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ภายในตัวของเซลล์เอง

2. ไฮเปอร์พลาเซีย (Hyperplasia) เป็นการเพิ่มจำนวนเซลล์ใหม่เข้าไปในเนื้อเยื่อ เป็นการเพิ่มแบบทวีคูณ

3. การเติบโตแบบอะครีชันนารี (Accretionary Growth) เป็นการขยายตัวที่เนื่องมาจากการเพิ่มขนาดโดยพวกสารที่มีโครงสร้างที่ไม่ใช่เซลล์ (non-cellular structural material)

การพัฒนา (development) มีความหมายว่า เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ดำเนินไปข้างหน้าอย่างช้าๆ จากชั้น (stage) ที่ต่ำกว่าไปสู่ขั้นที่สูงกว่าที่ยุ่งยากและสลับซับซ้อนมากขึ้น รวมทั้งเป็นการขยายขนาดร่างกายอย่างช้าๆ ไปด้วย (วันดี, 2546) ซึ่ง Devendra and Fuller (1979) ได้รายงานว่า สุกรที่เติบโตนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงตามสัดส่วนของร่างกาย ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณเนื้อแดง ไขมัน และกระดูกเป็นส่วนมาก การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เป็นการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมี โดยการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดนี้มีความสำคัญต่อการผลิตสุกร ซึ่งสุกรแรกเกิดจะมีไขมันเท่ากับ 1% ของน้ำหนักตัว โดยสัดส่วนนี้จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึง 10% ที่อายุของการหย่านม และจนกระทั่งสุกรมีน้ำหนัก 60 ถึง 120 กิโลกรัม โดยจะมีไขมันอยู่ระหว่าง 20 และ 30% ยกเว้นมีการให้อาหารแบบจำกัด เพราะฉะนั้นการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวจะสัมพันธ์กับปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้นด้วย

ความหนาไขมันสันหลัง (Backfat Thickness)

การวัดความหนาไขมันสันหลังของสุกร เป็นปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพซาก (Krider and Carroll, 1971) วันดี (2546) ได้รายงานว่าในฟาร์มผลิตสุกรพันธุ์จะต้องทำการวัดเพื่อ

ประกอบการพิจารณาคัดเลือกสุกรไว้ทำพันธุ์ ส่วนในฟาร์มผลิตสุกรขุนทำการวัดเพื่อประเมินคุณภาพซาก การวัดความหนาไขมันสันหลังสามารถกระทำได้ทั้งในขณะสุกรมีชีวิตและตายแล้ว การวัดในขณะสุกรตายแล้วแม่นยำและไม่ยุ่งยากมากนัก แต่การวัดในขณะที่สุกรมีชีวิตอยู่ยุ่งยากมากขึ้น และค่าที่ได้จะแม่นยำหรือไม่แม่นยำขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้วัดและประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้วัดด้วย

ขนาดของสุกรที่ทำการวัด สุกรมีชีวิตที่จะใช้ทำพันธุ์ จะต้องมีน้ำหนักมากกว่า 70 กิโลกรัม (วันดี, 2546) ส่วนสุกรขุนที่จะส่งตลาดหรือส่งโรงฆ่าจะทำการวัดสุกรมีชีวิตที่มีน้ำหนัก 90 – 100 กิโลกรัม (Beeson *et al.*, 1970) การวัดความหนาไขมันสันหลัง (backfat thickness) ของสุกรมีชีวิตตำแหน่งที่ทำการวัดมี 3 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งที่ 1 วัดจากบริเวณด้านหลังขาหน้าของหัวไหล่หรือกระดูกซี่โครงซี่แรก ตำแหน่งที่ 2 วัดจากบริเวณกลางหลังตรงกับกระดูกซี่โครงสุดท้าย และตำแหน่งที่ 3 วัดจากบริเวณโคนสะโพกปลายกระดูกเชิงกราน ทั้ง 3 ตำแหน่งจะต้องวัดระยะห่างออกจากแนวกลางหลังประมาณ 2 นิ้ว หรือ 6 เซนติเมตร (Beeson *et al.*, 1970 ; Krider and Carroll, 1971 ; Baker and Juergenson, 1979)

ลิปิด (Lipid)

คำว่า Lipid อรนาถ และ คณะ (2546) ได้รายงานว่า มาจากคำในภาษากรีกที่เขียนว่า Lipos แปลว่า ไขมัน ลิปิดจึงเป็นคำที่มีความหมายกว้างๆ กล่าวถึงสารที่ไม่มีขั้ว (Nonpolar) ซึ่งเกือบจะไม่ละลายน้ำเลย แต่ละลายในตัวทำละลายไม่มีขั้ว เช่น เฮกเซน คลอโรฟอร์ม คาร์บอนเตรทตระคลอไรด์ อีเทอร์ และแอลกอฮอล์ ลิปิดมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตทุกๆ ชนิด ไม่ยิ่งหย่อนกว่าชีวโมเลกุลอื่นๆ หน้าที่สำคัญๆ ของลิปิดได้แก่

1. เป็นองค์ประกอบของเมมเบรนทุกชนิดของสิ่งมีชีวิต เช่น พลาสมาเมมเบรน และเมมเบรน ของออร์กาเนลต่างๆ ภายในเซลล์

2. เป็นโมเลกุลสะสมธาตุคาร์บอนและพลังงาน

3. เป็นสารตั้งต้น (Precursors) ที่สำคัญในการสังเคราะห์โมเลกุลอื่นๆ

4. เป็นฉนวนกันความร้อนให้ร่างกาย และ

5. เป็นสารห่อหุ้มร่างกายไม่ให้ได้รับและเสียน้ำมากเกินความต้องการ และยังป้องกันการติดเชื้ออีกด้วยในด้านการเป็นโมเลกุลสะสมพลังงานนั้น ลิปิดทำหน้าที่ได้ดีเยี่ยม เพราะลิปิดจะให้พลังงานแก่เซลล์ได้ประมาณ 2 เท่าของพลังงานจะได้จากโปรตีน หรือคาร์โบไฮเดรท

ทั้งนี้เป็นเพราะโมเลกุลของลิปิดอยู่ในสภาพที่รีดิวซ์มากกว่านั่นเองจึงสะสมพลังงานได้ดีกว่า ซึ่งสามารถแบ่งลิปิดออกได้เป็น 3 ประเภทด้วยกันคือ

1. ไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งประกอบด้วยโมเลกุลของกลีเซอรอลเป็นแกนกลางและมีกรดไขมันมาเชื่อมติดอยู่ด้วยพันธะเอสเตอร์

2. ลิปิดเชิงซ้อน (Compound lipid) อันได้แก่ฟอสโฟลิปิดชนิดต่างๆ และ

3. สเตอรอยด์ซึ่งประกอบด้วย โคเลสเตรอล และสเตอรอยด์ฮอร์โมน

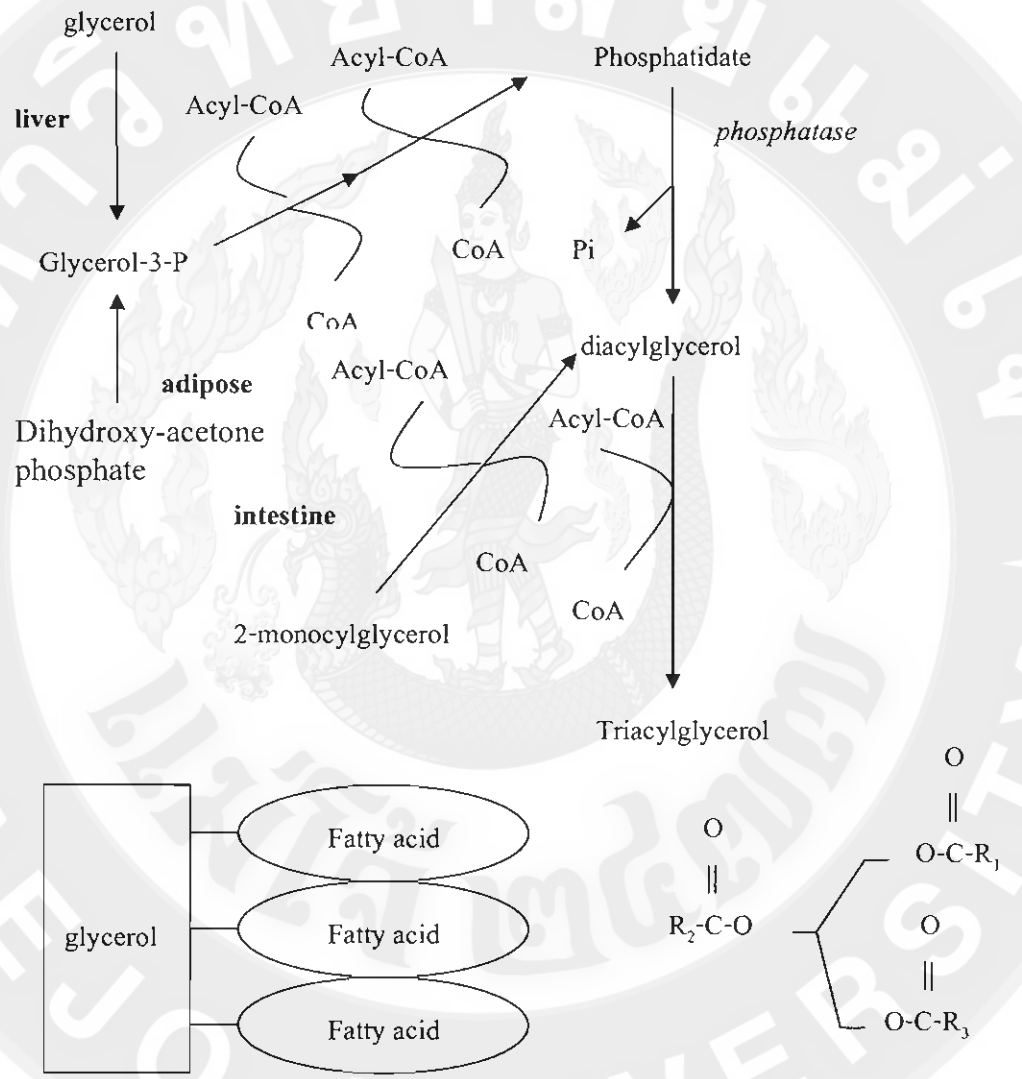
ไตรกลีเซอไรด์เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญของ VLDL และ chylomicron ซึ่งมีบทบาทที่สำคัญในการใช้เป็นแหล่งของพลังงานและขนส่งสารอาหารที่เป็นไขมันให้พลังงานเป็น 2 เท่าของคาร์โบไฮเดรท และโปรตีน ไตรกลีเซอไรด์ในลำไส้จะแตกตัวออกเป็นกลีเซอรอลและกรดไขมัน (กระบวนการนี้เรียกว่า lipolysis) โดยอาศัยการหลั่งเอนไซม์ lipases และ bile ให้เคลื่อนที่ผ่านเข้าไปยังหลอดเลือด ซึ่งไตรกลีเซอไรด์ถูกสร้างขึ้นในเลือดโดยการแตกตัวของไขมันและยังเป็นองค์ประกอบของ lipoprotein เป็นตัวนำส่งกรดไขมันและทำหน้าที่ในรูปของเซลล์ไขมัน เนื้อเยื่อต่างๆ สามารถปลดปล่อยกรดไขมันและถูกนำไปใช้เพิ่มเพื่อเป็นแหล่งของพลังงานโดยการสังเคราะห์เซลล์ไขมันและไตรกลีเซอไรด์ที่ถูกเก็บไว้ใช้ (อรนาถ, 2546)

คอเลสเตอรอลอิสระที่มีขั้วเพราะมีหมู่ –OH ซึ่งถ้าจับกับเอสเตอร์กับกรดไขมันจะได้คอเลสเตอรอลเอสเตอร์ ทั้งในรูปอิสระและเอสเตอร์ พบเป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อเซลล์เมมเบรน คอเลสเตอรอลเอสเตอร์เป็นรูปสะสมของคอเลสเตอรอลที่พบในเนื้อเยื่อทั่วไป คอเลสเตอรอลจะถูกขนส่งในเลือดในรูปไลโปโปรตีนชนิด LDL ซึ่งจะส่งคอเลสเตอรอลไปให้เนื้อเยื่อต่างๆ ส่วนไลโปโปรตีนชนิด HDL จะทำหน้าที่รับคอเลสเตอรอลจากเนื้อเยื่อเซลล์ต่างๆ เพื่อส่งไปให้ตับไปสร้างกรดน้ำดี นอกจากนี้ คอเลสเตอรอลเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์สารประกอบที่สำคัญได้แก่ สารสเตอรอล ฮอร์โมนเพศ และวิตามิน ดี ร่างกายได้คอเลสเตอรอลจากการสังเคราะห์ในร่างกายและได้จากอาหาร (นัยนา, 2546)

การสังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์

การสังเคราะห์ TG ที่เยื่อบุลำไส้เล็กโดยขบวนการ re-esterification ในร่างกายการสังเคราะห์ TG ยังเกิดได้ที่ตับและเนื้อเยื่อไขมัน และเกิดขึ้นโดยกรดไขมันจะทำปฏิกิริยากับ glycerol-3-P ที่ได้จากการสลาย glucose ซึ่งจะเกิดเป็นสารตัวกลางคือ phosphatidic acid และ 1, 2 diacylglycerol ได้เป็น triglyceride นอกจากนี้ glycerol-3-P สามารถสร้างจาก glycerol ได้ภายใน

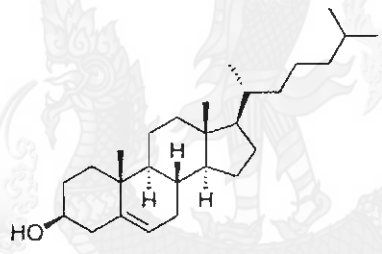
เซลล์ตับ แต่จะไม่พบในเซลล์ไขมันเนื่องจากเนื้อเยื่อไขมันไม่มี glycerokinase ที่จะเปลี่ยน glycerol ไปเป็น glycerol-3-P (วรรณรัตน์, 2551) ดังแสดงในภาพ 1



ภาพ 1 การสังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์ (TG) ในตับ เนื้อเยื่อไขมัน และเซลล์เยื่อบุลำไส้ โดยใช้ glycerol-3-P
ที่มา : วรรณรัตน์ (2551)

คอเลสเตอรอล (Cholesterol)

เป็นทั้งสเตอรอยด์ (steroid) ลิปิด (lipid) และแอลกอฮอล์ (alcohol) จะพบในผนังเซลล์ของเนื้อเยื่อร่างกาย และทำหน้าที่ขนส่งน้ำเลือดของสัตว์ทุกชนิด คอเลสเตอรอลนั้นจะมีปริมาณที่น้อยมากที่จะพบในส่วนของผนังเซลล์ของพืช คอเลสเตอรอล ส่วนใหญ่ไม่ได้มากับอาหารแต่จะถูกสังเคราะห์ขึ้นภายในร่างกาย และสะสมอยู่มากในเนื้อเยื่อของอวัยวะที่สร้างคอเลสเตอรอล เช่นตับ ไขมันสันหลัง สมอง และผนังหลอดเลือดแดง คอเลสเตอรอลมีบทบาทในกระบวนการทางเคมีมากมาย เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคหัวใจและระบบหลอดเลือดและภาวะคอเลสเอดอรอลในเลือดสูง ซึ่งแสดงโครงสร้างทางเคมีของคอเลสเตอรอลดังในภาพ 2



Cholesterol

ภาพ 2 สูตรโครงสร้างทางเคมีของคอเลสเตอรอล
ที่มา : Cholesterol (2550)

คอเลสเตอรอลสามารถสังเคราะห์ในร่างกายได้และจะถูกลำเลียงในกระแสโลหิตในรูปของ lipoproteins นำไปใช้สร้างเป็นองค์ประกอบของโครงสร้างผนังเซลล์หรือนำไปเปลี่ยนเป็นกรดน้ำดี ไวตามินดี และสเตียรอยด์ ฮอร์โมน คอเลสเตอรอลในร่างกายอาจได้มาจากอาหารหรือจากการสังเคราะห์ตั้งต้นคือ acetyl CoA ซึ่งอาจได้มาจาก glucose, fatty acids หรือ amino acid ซึ่งพบมากที่ตับและลำไส้เล็ก ปฏิกิริยาแรกในการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลเกิดจาก acetyl CoA 2 โมเลกุลมารวมตัวกันได้เป็น Acetoacetyl CoA ซึ่งจะรวมกับ acetyl CoA อีกโมเลกุลหนึ่งเป็น 3-hydroxy-3-methyglutaryl CoA (HMG CoA) และ HMG CoA จะเปลี่ยนเป็น mevalonate โดยเอ็นไซม์ HMG CoA reductase ปฏิกิริยาทั้งหมดนี้เป็นจุดควบคุมอัตราเร็วของ

กระบวนการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลและเกิดการเปลี่ยนแปลงในรูป isoprene จนกระทั่งสุดท้ายได้เป็นคอเลสเตอรอลที่มีคาร์บอน 27 อะตอม (วรรณรัตน์, 2551) ดังแสดงในภาพ 3

Stage 1. Condensation

3-acetyl-CoA ⟶ Mevalonate + 3CoA

Stage 2. Formation of isoprene unit of polymerization

5Mevalonate ⟶ Squalene + $5CO_2$

Stage 3. Cyclization & Transformation

Squalene ⟶ Lanosterol

Lanosterol ⟶ Cholesterol + $2CO_2$ + HCOO

ภาพ 3 ขั้นตอนของปฏิกิริยาการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล โดยใช้ Acetyl CoA
ที่มา : วรรณรัตน์ (2551)

การตรวจหาระดับไตรกลีเซอไรด์

ไตรกลีเซอไรด์ในพลาสมา ส่วนใหญ่จะได้จากอาหารที่กินเข้าไป และสามารถถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิต เรียกว่า exogenous triglycerides และที่มีการสร้างขึ้นที่ตับจะเรียกว่า endogenous triglycerides ทั้งหมดนี้จะอยู่ในพลาสมาโดยเกิดการรวมตัวกับโปรตีนและไขมันอื่นๆ เป็นสารประกอบ (นันทยา, 2532)

ในพลาสมาจะมีระดับไตรกลีเซอไรด์สูงกว่าในเซลล์เล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจับเอาสารไขมันพวกนี้ไปในระหว่างการแข็งตัวของเลือด หรือมีการสลายตัวของไขมันระหว่าง

นั้น ระดับของไตรกลีเซอไรด์จะสูงสุดเมื่อกินอาหารเข้าไปแล้วประมาณ 4 – 6 ชั่วโมง แล้วจะค่อยๆ ลดลงอย่างช้าๆ ถ้าการหาปริมาณเพื่อต้องการวินิจฉัยโรค ควรมีการเจาะเลือดหลังจากการกินอาหารเข้าไปแล้วประมาณ 12 ชั่วโมง จากการรายงานของ นันทยา (2532) ได้กล่าวไว้ว่า การหาปริมาณไตรกลีเซอไรด์ คือ การหาในรูปของไตรกลีเซอไรด์ หรือ กลีเซอรอล และการหาทางอ้อม คือ การหาค่าไขมันทั้งหมดหักออกด้วยค่าคอเลสเตอรอล คอเลสเตอรอลเอสเทอร์ ฟอสโฟลิปิด และกรดไขมันอิสระต่างๆ แต่วิธีหลังนี้ไม่นิยม เพราะยุ่งยากและผิดพลาดได้ง่าย เนื่องจากไตรกลีเซอไรด์ในพลาสมาอยู่ในรูปของสารประกอบเชิงซ้อน และมีสารหลายตัวที่สามารถเข้ามาปะปนในวิธีการหาไตรกลีเซอไรด์ได้ เพราะส่วนใหญ่จะมีการย่อยโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ให้เป็นกลีเซอรอล ซึ่งสารฟอสโฟลิปิดหรือคาร์โบไฮเดรตบางตัวสามารถถูกย่อยให้กลีเซอไรด์ได้เช่นเดียวกัน นอกจากนั้นโปรตีนและกรดอะมิโนบางชนิดสามารถเข้ามาปะปนให้เกิดปฏิกิริยาผิดพลาดหรือเกิดความขุ่นได้ ดังนั้นจึงต้องมีวิธีการกำจัดสารเหล่านี้ออก

การตรวจหาไตรกลีเซอไรด์ มีวิธีการหลายวิธีด้วยกันดังนี้

1. ใช้ปฏิกิริยาของเอ็นไซม์ โดยทั่วไปนิยมทำ 2 แบบ คือ

1.1 ใช้เอ็นไซม์กลีเซอรอลไคเนส (glycerol kinase, GK) อาศัยหลักการเปลี่ยนกลีเซอรอลด้วย GK โดยมี ATP อยู่ให้เป็นกลีเซอรอลฟอสเฟต ขณะเดียวกัน ATP จะถูกเปลี่ยนเป็น ADP และไปช่วยในปฏิกิริยาการเปลี่ยน phosphoenopyruvate โดย pyruvate kinase (PK) ไปเป็น pyruvate และเมื่อมีเอ็นไซม์ lactate dehydrogenase (LD) และ NADH ที่ทราบปริมาณจะทำให้ไพรูเวทเปลี่ยนเป็น lactate และ Co - enzyme NADH ถูกเปลี่ยนเป็น NAD^+ และสามารถวัดปริมาณ NADH ที่ลดลงโดยการวัดการดูดกลืนแสงที่ลดลงที่ 340 นาโนเมตรซึ่งยังเป็นสัดส่วนกับปริมาณกลีเซอรอลที่เกิดขึ้น

1.2ใช้เอ็นไซม์ glycerol phosphate dehydrogenase (GPD) โดย glycrol phosphate ต่อไปให้ dihydroxy acetoncphosphate ซึ่งจะมี Co – enzyme NAD^+ ถูกเปลี่ยนเป็น NADH ดังนั้นจึงวัดปริมาณกลีเซอรอลที่เกิดขึ้น โดยเทียบปริมาณ NADH ที่เพิ่มขึ้น หรือ absorbance ที่เพิ่มขึ้นที่ 340 นาโนเมตร

2. ใช้ปฏิกิริยาเทียบสี โดยทำให้ออกซิไดซ์กลีเซอรอลให้เป็นฟอร์มาดีไฮด์เสียก่อนด้วย periodic acid แล้วหาปริมาณฟอร์มาดีไฮด์ที่เกิดขึ้น แต่วิธีที่นิยมนั้น นันทยา (2532) ได้รายงานว่ามีวิธีการ ดัง ต่อไปนี้

2.1 โดยการใช้ฟอร์มาดีไฮด์ทำปฏิกิริยากับ chromotropic acid หรือ 4,5 – dihydroxy – 2,7 – haphthalene disulfonic acid โดยมีกรดกำมะถันอยู่ด้วย จะได้สารละลายสีชมพูซึ่งไม่ทราบโครงสร้างแล้ววัดสีที่เกิดขึ้นเทียบกับสารละลายมาตรฐาน

2.2 โดยใช้ฟอร์มาดีไฮด์คอนเดนส์กับ acetylacetone หรือ 2,4 – pentanedione โดยมี ammonium ion อยู่ด้วยใน pH ที่เหมาะสมจะได้สาร lutidine มีสีเหลืองจาง วัดสีเทียบสีกับสารมาตรฐาน

การตรวจหาระดับคอเลสเตอรอล

การหาระดับคอเลสเตอรอลสามารถทำได้หลายวิธีซึ่ง นันทยา (2532) และ ยุวฉัตร (2543) ได้กล่าวถึงวิธีการดังรายละเอียดดังนี้

การทำให้เกิดสี (colorimetry) มีหลักการโดยทั่วไปคือ ให้คลอเลสเตอรอลซึ่งเป็นแอลกอฮอล์ทำปฏิกิริยากับกรดแก่เข้มข้นจะได้สารที่มีสีเกิดขึ้น ปฏิกิริยาที่นิยมใช้มี 2 แบบคือ (1) Liebermann – Burchard (L-B) reaction และ (2) Zak – Zlakis reaction

1. Liebermann – Burchard (L-B) reaction คลอเลสเตรอลทำปฏิกิริยากับอะซิติคแอนไฮไดรด์ (acetic anhydride) โดยมีกรดกำมะถันและกรดอะซิติคอยู่ด้วย จะได้สารสีเขียว วัดการดูดกลืนแสงได้ที่ 620 นาโนเมตร ปฏิกิริยานี้มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นได้จากการมีบิลิรูบินอยู่ในสารตัวอย่าง พบว่า บิลิรูบิน 1 มิลลิกรัม จะเกิดสีได้เท่ากับ 5 – 6 มิลลิกรัม นอกจากนั้นปฏิกิริยายังเปลี่ยนไปได้มากขึ้นกับความเข้มข้นของกรดกำมะถัน กรดอะซิติค อะซิติคแอนไฮไดรด์ อุณหภูมิ แสงสว่าง และเวลา สีที่เกิดขึ้นก็ไม่คงตัว คอเลสเตอรอลรูปอิสระและเอสเตอร์จะให้สีได้ไม่เท่ากันในปฏิกิริยานี้

2. Zak – Zlakis reaction หรือ $FeCl_3 – H_2SO_4$ reaction คอเลสเตอรอลทำปฏิกิริยากับกำมะถัน เฟอริคคอลไรด์ และกรดอะซิติคเข้มข้น ให้สารสุดท้ายมีสีม่วง ซึ่งคงตัววัดสีได้ที่ 560 นาโนเมตร ปฏิกิริยานี้มีความไวกว่า L – B reaction 4 – 5 เท่า คอเลสเตอรอลอิสระและเอสเตอร์ให้สีได้เท่าๆ กัน การเกิดสีสมบูรณ์นั้นขึ้นกับอุณหภูมิและความเข้มข้นของกรดกำมะถัน ส่วนบิลิรูบินจะสามารถรบกวนได้ Zak – Zlakis reaction

เลือด (Blood)

เลือดเป็นส่วนของของเหลวที่สำคัญในร่างกาย เลือดประกอบด้วยส่วนที่เป็นของเหลวเรียกว่า น้ำเลือด หรือ พลาสมา (มหาวิทยาลัยมหิดล, 2545) มีอยู่ประมาณ 45 – 65% ที่เหลือคือส่วนของเม็ดเลือด (corpuscles) ชนิดต่างๆ เช่น เม็ดเลือดแดง (Erythrocytes) เม็ดเลือดขาว (Leukocytes) และเกล็ดเลือด (Platelet) ส่วนของน้ำเลือดประกอบด้วยน้ำประมาณ 90% ส่วนที่

เหลือเป็นโปรตีนชนิดต่างๆ สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์เช่น ฮอร์โมน Fe^{++} และ Ca^{++} เป็นต้น (กนกธร, 2537) ดังแสดงในตาราง 1 เซลล์เม็ดเลือดแดง จะเป็นส่วนหนึ่งของเม็ดเลือดที่ลอยอยู่ในเส้นเลือดและหัวใจ เม็ดเลือดแดงเคลื่อนที่เองไม่ได้ ส่วนเม็ดเลือดขาวบางส่วนสามารถจะแทรกตัวผ่านผนังเส้นเลือดออกมาทำลายเชื้อโรคที่อยู่ระหว่างเซลล์ในเนื้อเยื่อได้ โดยทั่วไปของเหลวในร่างกาย เช่น เลือดและน้ำเหลืองจะมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบตลอดเวลา แต่ร่างกายก็มีกลไกหรือระบบที่ใช้ควบคุมให้การเปลี่ยนแปลงของเลือดอยู่ในสภาวะสมดุลเสมอ เช่น การควบคุมโดยการหายใจ การขับถ่ายปัสสาวะ และการควบคุมความเป็นกรด – ด่างในร่างกาย (acid – base balance) ปริมาณเลือดทั้งหมดในร่างกายของสัตว์เลี้ยงแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป ในแกะจะมีเลือดประมาณ 8% ของน้ำหนักตัว ในโคมีเลือดประมาณ 7.7% และในม้ามีเลือดประมาณ 9.7% เป็นต้น ค่าความถ่วงจำเพาะของเลือดมีค่าประมาณ 1.042 – 1.060 มีค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH) ระหว่าง 7.20 – 7.68 และมีค่าความดันออสโมซีสเท่ากับ 0.85% ของความดันออสโมซีสของสารละลายเกลือแกง

องค์ประกอบของเลือด

ประเภทของเม็ดเลือด

ส่วนของเลือดที่ไม่ใช่ของเหลว หรือ น้ำเลือด ประกอบด้วยเซลล์เม็ดเลือดชนิดต่างๆ เช่นเม็ดเลือดแดง (red blood cell หรือ erythrocyte) เม็ดเลือดขาว (white blood cell หรือ leukocytes) และเศษเม็ดเลือด (blood platelets หรือ thrombocytes) (สุคนธ์ และ เกศินี, 2524)

เม็ดเลือดแดง (Erythrocytes หรือ red blood cell)

เม็ดเลือดแดงเป็นเซลล์เม็ดเลือดที่มีมากที่สุดในร่างกาย เม็ดเลือดแดงในสัตว์ที่โตเต็มที่แล้วประกอบด้วย น้ำประมาณ 62 – 72% มีส่วนที่เป็นของแข็ง (solid) ประมาณ 35% โดยส่วนของของแข็งเป็นฮีโมโกลบินประมาณ 95% ฮีโมโกลบินทำหน้าที่ในการพาออกซิเจนจากถุงลมปอดไปสู่เซลล์โดยผ่านทางระบบการไหลเวียนของเลือดในร่างกาย และนำคาร์บอนไดออกไซด์จากเซลล์ไปที่ปอด เพื่อขับออกจากร่างกาย ในขณะที่เป็นตัวอ่อนเม็ดเลือดแดงถูกสร้างที่ถุงไข่แดง ตับ ไต และต่อมน้ำเหลือง แต่ในระยะหลังคลอดเม็ดเลือดแดงจะถูกสร้างที่ไขกระดูก ส่วนของของแข็งในน้ำเลือดนอกจากฮีโมโกลบิน จะประกอบด้วยไขมันฟอสโฟไลปิด ไวตามิน กลูโคส เอ็นไซม์ และแร่ธาตุ ชนิดต่างๆ เป็นต้น ในสัตว์เลี้ยงแต่ละชนิดเม็ดเลือดแดงจะมีขนาด รูปร่างความหนาและเส้นผ่านศูนย์กลางที่แตกต่างกัน เม็ดเลือดแดงที่ยังเติบโตไม่เต็มที่ (immature erythrocyte)

ยังคงอยู่ในส่วนของไขกระดูก (bone marrow) พวกไขกระดูกแดง (red bone marrow) ขณะที่เซลล์เม็ดเลือดแดงยังไม่โตเต็มที่จะมีนิวเคลียสอยู่ แต่เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่นิวเคลียสจะหายไป โดยทั่วไปเม็ดเลือดแดงจะมีรูปร่างกลม (Circular discs) เว้าทั้ง 2 ด้าน (biconcave) เนื่องจากไม่มีนิวเคลียส จึงมองเห็นมีลักษณะบางมากโดยมีความหนาประมาณ 2.2 ไมครอน มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 7.5 ไมครอน (สุคนธ์ และ เกศินี, 2524)

เม็ดเลือดขาว (White blood cell หรือ Leukocyte)

ลักษณะรูปร่างและขนาดเม็ดเลือดขาวมีขนาดใหญ่กว่าเม็ดเลือดแดงมีนิวเคลียสแต่ไม่มีฮีโมโกลบิน ส่วนใหญ่เม็ดเลือดขาวสามารถจะเคลื่อนไหวจากที่หนึ่งไปสู่ที่หนึ่งด้วยตัวเอง (สุคนธ์และเกศินี, 2524) เม็ดเลือดขาวที่มีนิวเคลียสหลายอัน เรียกว่า multi – nucleated giant cell มีขนาด 12 -15 ไมครอน ปริมาณเม็ดเลือดขาวจะมีน้อยที่สุดในจำนวนเม็ดเลือดทั้งหมด โดยทั่วไปจะมีอายุเพียง 2 -3 ชั่วโมง หรืออาจมีอายุยาวถึง 200 วัน ขึ้นกับหน้าที่และสภาพร่างกาย ถ้าร่างกายติดเชื้อโรคและมีอายุสั้น ในระยะที่สัตว์สุขภาพดีเม็ดเลือดขาวจะมีอายุยาว แต่ถ้ากินยาปฏิชีวนะมากเซลล์เม็ดเลือดขาวจะมีอายุสั้นลง อย่างที่ได้กล่าวแล้วว่าเม็ดเลือดขาวเป็นเซลล์ที่เคลื่อนไหวได้เองอย่างอิสระในเลือด และยังสามารถซึมผ่านผนังเส้นเลือดแดงออกไปเพื่อทำลายเชื้อโรคที่อยู่ตามเนื้อเยื่อต่างๆ ได้ นอกจากไขกระดูกจะเป็นแหล่งสร้างเซลล์เม็ดเลือดขาวแล้ว ในส่วนของต่อมไทมัส ม้าม และต่อมน้ำเหลืองก็สามารถสร้างเม็ดเลือดขาวได้ (วิโรจน์, 2540)

เม็ดเลือดขาวสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ตามลักษณะ ขนาด รูปร่างของนิวเคลียสและการย้อมติดสีได้ จากการรายงานของ วิโรจน์ (2540) กล่าวไว้ดังนี้

1. Granular leukocyte คือ เม็ดเลือดขาวที่มีเม็ดสีกระจายอยู่ในไซโตพลาสซึม ทำหน้าที่ ทำลายเชื้อโรคโดยใช้ขบวนการ phagocytosis เช่น

1.1 Neutrophils เป็นเม็ดเลือดขาวที่ทำหน้าที่ทำลายเชื้อโรค ป้องกันการติดเชื้อ neutrophil สามารถที่จะเคลื่อนย้ายออกจากผนังเส้นเลือดฝอยเพื่อไปทำลายเชื้อแบคทีเรียหรือสิ่งแปลกปลอมตามบริเวณเนื้อเยื่อที่มีการติดเชื้อได้ neutrophil เป็นเม็ดเลือดขาวที่มีไซโตพลาสซึมติดสีชมพูอ่อน นิวเคลียสมีลักษะเป็นกลีบๆ 2 – 5 กลีบ (lobes) แต่ละกลีบเชื่อมกันด้วยเส้นโครมาติน (chromatin) บางๆ

1.2 Eosinophils เป็นเม็ดเลือดขาวที่มีเม็ดสีในไซโตพลาสซึมและย้อมติดสีแดง เม็ดสีมีขนาดใหญ่ใกล้เคียงกันเป็นรูปวงกลม กระจายอยู่ทั่วไปในไซโตพลาสซึม นิวเคลียสมี 2 – 3 กลีบ เม็ดเลือดขาวชนิดนี้พบในเลือดประมาณ 2 – 5% แต่จะมีปริมาณสูงขึ้นเมื่อสัตว์มีพยาธิภายในและพยาธิภายนอก สามารถเคลื่อนไหวได้เล็กน้อยและทำหน้าที่กินหรือทำลายเชื้อโรคและ

สิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกายทางระบบทางเดินอาหารและระบบทางเดินหายใจ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งของสาร plasminogen ที่มีความสำคัญในการละลายลิ่มเลือดเก่าๆ ได้ด้วย

1.3 Basophils เป็นเซลล์เม็ดเลือดที่มีจำนวนน้อยที่สุดในสัตว์เลี้ยงทุกชนิด มีประมาณ 1% เม็ดเลือดขาวชนิดนี้ นิวเคลียสมี 2 กลีบ และเม็ดสีที่อยู่ในไซโตพลาสซึมจะติดสีม่วงหรือสีน้ำเงินเข้ม เม็ดสีมีลักษณะหยาบมีขนาดไม่เท่ากัน เม็ดสีมักปิดบังนิวเคลียสจนไม่สามารถมองเห็นนิวเคลียสได้ สามารถเคลื่อนไหวได้เล็กน้อย ไม่มีหน้าที่ในการทำลายเชื้อโรคแต่ทำหน้าที่สร้างสารฮีสตามีน (histamine) ที่เกี่ยวข้องกับการทำให้ผนังของเส้นเลือดขยายตัว นอกจากนี้ยังสร้างสารเฮพพาริน (heparin) ที่ช่วยในการป้องกันการแข็งตัวของเลือด

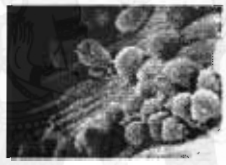
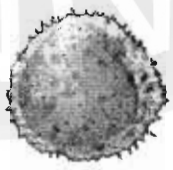
2. Non granular leukocytes คือเซลล์เม็ดเลือดขาวที่ไม่มีเม็ดสีในไซโตพลาสซึม ส่วนใหญ่มีคุณสมบัติในการสร้างสารแอนติบอดี้ (antibodies) เช่น

2.1 Monocytes เป็นเซลล์เม็ดเลือดขาวที่มีรูปร่างคล้ายเกือกม้ามีขนาดใหญ่ที่สุด มักพบตามบริเวณที่มีการติดเชื้อ ทำหน้าที่กินเชื้อโรคโดยใช้ขบวนการ phagocytosis เนื่องจากเป็นเซลล์ที่มีขนาดใหญ่จึงอาจเรียกว่า macrophage พบได้ในบริเวณที่มีการติดเชื้อรุนแรงและไม่รุนแรง

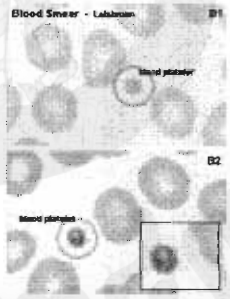
2.2 Lymphocytes เป็นเซลล์เม็ดเลือดขาวที่มีขนาดแตกต่างกันไป นอกจากจะพบได้ในเลือดแล้วยังพบได้ในต่อมน้ำเหลือง เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดนี้มีนิวเคลียสขนาดใกล้เคียงกับขนาดเซลล์ นิวเคลียสจะติดสีม่วงและอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเซลล์ มีไซโตพลาสซึมเล็กน้อยติดสีฟ้า โดยทั่วไปมีหน้าที่สำคัญในการกินเชื้อโรคโดยวิธี phagocytosis และสามารถสร้างแอนติบอดี้ได้

บุญเสริม และ บุญล้อม (2542) กล่าวว่า เชื้อโรคที่ผ่านด่านป้องกันด่านแรกของร่างกายได้ มักจะถูกทำลายหรือขจัดโดยด่านที่สอง ได้แก่ เซลล์และสารเคมีในกระแสเลือด เลือดประกอบด้วยเซลล์ที่สำคัญ 2 พวกคือ เซลล์เม็ดเลือดขาวและเซลล์เม็ดเลือดแดง ซึ่งเซลล์เม็ดเลือดแดงทำหน้าที่ขนส่งออกซิเจนไปให้เนื้อเยื่อต่างๆ และช่วยรับคาร์บอนไดออกไซด์จากเนื้อเยื่อกลับไปยังปอดเพื่อแลกเปลี่ยนกับออกซิเจนแล้วหมุนเวียนกลับมาสู่หัวใจเพื่อสูบฉีดไปเลี้ยงเนื้อเยื่อต่างๆ อีก เซลล์เม็ดเลือดขาวมีหน้าที่สำคัญคือ ช่วยทำลายเชื้อโรคหรือสารแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย

ตาราง 1 องค์ประกอบของเลือด

Plasma 55%		Formed element (cell) 45%		
Constituent	Major Function	Cell type	Number (per mm^3 of body)	Functions
water	Solvent for carrying other substance	Erythrocyte	5 – 6 million	Transport O_2 and help transport CO_2
Salt Sodium Potassium Calcium Magnesium Chloride Bicarbonate	Osmotic balance, pH buffering, regulation of membrance permeability	 Leukocyte (WBC) Basophil Eosinophill  Fig. 11 - Lymphocyte Lymphocyte	5000 - 10000	Defense and immunity

ตาราง 1 (ต่อ)

Plasma 55%		Formed element (cell) 45%		
Constituent	Major Function	Cell type	Number (per mm^3 of body)	Functions
		Monocyte		
		Neutrophill		
Plasma protein Albumin Fibrinogen Immunoglobulins	Osmotic balance and pH buffering Clotting Defense (antibody)	 Platelets		Blood Clotting
Substances transported by blood Nutrients (e.g. glucose, fatty acid) Waste products of metabolism Respiratory gases (O_2 and CO_2) Hormone				

ที่มา : กนกธร (2537) และที่มาของภาพ : White blood cell (2550)

การเก็บตัวอย่างเลือดในสุกร

วิธีการเก็บตัวอย่างเลือดในสุกรแบ่งเป็น 2 วิธีตาม วัตถุประสงค์ของการนำเลือดไปใช้ ดั้งนี้

1. การเก็บเลือดครั้งเดียว (Single collection)

2. การเก็บเลือดอย่างต่อเนื่อง (Continous collection หรือ Chronical collection)

การเก็บเลือดครั้งเดียวเป็นการเก็บเลือดเพื่อนำไปตรวจโรค ตรวจสุขภาพ หรือตรวจการตั้งท้อง โดยไม่จำเป็นต้องเก็บติดต่อกันหลายครั้ง หรือถ้าเก็บติดต่อกันหลายครั้งอาจจะห่างกันเป็นระยะเวลานานพอสมควรและการบังคับสัตว์ไม่มีผลต่อการตรวจ การเก็บโดยวิธีนี้มีเทคนิคการเก็บเลือดจากเส้นเลือดดำที่คอ มักจะเก็บจาการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำ 2 เส้นคือ เส้นเลือดดำที่คอ (external jugular vein) และเส้นเลือดดำไปสู่หัวใจ (vena cava) ซึ่งการเจาะเลือดจาก 2 เส้นนี้ อาจจะใช้ได้ทั้งแบบนอนหงายสำหรับสุกรขนาดเล็กและแบบยืนในสุกรขนาดใหญ่ การเก็บตัวอย่างเลือดโดยวิธีนี้อาจจะใช้เข็มและกระบอกฉีดยา และหลอดแก้วสุญญากาศได้ ใช้เข็มและหลอดแก้วสุญญากาศเจาะเส้นเลือดดำที่มาจากไหล่ (Cephalic vein) โดยการจับสุกรนอนลงเอาขาหน้าดึงให้ตึงไปด้านหลังและออกห่างจากตัวเล็กน้อยจะทำให้สังเกตเห็นเส้นเลือดดำเส้นนี้อยู่ใต้ผิวหนัง ใช้เข็มเบอร์ 20 หรือ 21 เจาะกับหลอดสุญญากาศได้ 10 มิลลิลิตร หรือมากกว่าแต่วิธีการนี้อาจเหมาะสมสำหรับสุกรที่มีน้ำหนัก 20 – 50 กิโลกรัม เท่านั้น เพราะถ้าโตมากกว่านี้การบังคับสุกรให้นอนนั้นทำได้ยาก อย่างไรก็ตามวิธีมาตรฐานที่ใช้ได้กับสุกรทุกขนาดคือ การเจาะในท่ายืน (อรรณพ, 2545)

ขมิ้นชัน (Turmeric)

ขมิ้นชันมีชื่อท้องถิ่นเรียกตามภาคต่างๆ ดังนี้ ขมิ้นแกง ขมิ้นชัน ขมิ้นหยอก ขมิ้นหัว ขี้มิ้นตายอ สะยอ หมิ้น มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Curcuma longa* Linn. เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์เดียวกับขิง ข่า คือ วงศ์ Zingiberaceae เป็นไม้ล้มลุกอายุหลายปี สูงประมาณ 30 – 90 ซม. เหง้าใต้ดินตรงกลางมีขนาดใหญ่รูปไข่มีแขนงรูปทรงกระบอกแตกออกด้านข้างสองด้านตรงข้ามกันคล้ายนิ้วมือ เนื้อในเหง้ามีสีเหลืองส้ม มีกลิ่นเฉพาะ ใบเดี่ยวแทงออกจากเหง้าเรียงเป็นวงซ้อนทับกัน ใบเป็นรูปใบหอกกว้างประมาณ 12 – 15 ซม. ยาวประมาณ 30 – 40 ซม. ดอกเป็นดอกช่อแทงออกจากเหง้าแทรกขึ้นมาระหว่างก้านใบ รูปทรงกระบอก กลีบดอกสีเหลืองอ่อน ใบประดับสีเขียวอ่อนหรือสีนวล

บานครั้งละ 3 – 4 ดอก ผลเป็นผลแห้งรูปกลมมี 3 พู ในฤดูร้อนแล้งขมิ้นจะลงหัวส่วนของต้นและใบบนดินจะแห้งตาย (รุ่งระวี และคณะ, 2545 ; ลัดดา, 2548)

ขมิ้นชันมีปลูกกันอย่างกว้างขวางในทวีปเอเชียเพื่อนำมาประกอบอาหารโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นสารให้สีเหลืองและสารแต่งกลิ่นในอาหาร นอกจากจะมีประโยชน์ในการประกอบอาหารดังกล่าวแล้วขมิ้นชันยังสามารถใช้ในการป้องกันและรักษาโรคบางอย่างได้ เช่น โรคท้องอืดท้องเฟ้อ แผลในกระเพาะอาหาร ลดการเกิดก๊าซในระบบทางเดินอาหาร ช่วยให้การย่อยอาหารดีขึ้นและเพิ่มการขับหลั่งน้ำดี

สารสำคัญในขมิ้นชัน

ในขมิ้นชันมีน้ำมันหอมระเหยอยู่ 3 – 4% (รุ่งระวี และคณะ, 2545; มนตรี, 2548) ส่วน Jayaprakasha *et al.* (2002) รายงานว่า ขมิ้นชันมีสารประกอบพวกฟีนอลิก (phenolic compounds) เรียกว่า เคอร์คูมินอยด์ (curcuminoids) นอกจากนี้แล้วก็มีสารต่างๆ อีกหลายชนิดด้วยกันเช่น Turmerone, Zingiberene, Borned เป็นต้น ภาณุทรรศน์ (2544) รายงานว่า เมื่อสกัดขมิ้นชันจะให้สารพวก diaylheptanoid 3 ชนิดคือ สารเคอร์คูมิน (curcumin ; diferuloylmethane) สารบิสดีเมทธ็อกซีเคอร์คูมิน (bisdemethoxycurcumin ; di - ρ - hydroxycinnamoylmethane) ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าในขมิ้นชันมีปริมาณสารประกอบดังกล่าวดังนี้

- สารเคอร์คูมิน (curcumin ; diferuloylmethane) 1.06 ± 0.061 ถึง 5.65 ± 0.040%
- สารดีเมทธ็อกซีเคอร์คูมิน (demethoxycurcumin) 0.83 ± 0.047 ถึง 3.36 ± 0.040%
- สารบิสดีเมทธ็อกซีเคอร์คูมิน (bisdemethoxycurcumin) 0.42 ± 0.036 ถึง 2.16 ± 0.060%

นอกจากนี้พบว่ามีสารพวกเคอร์คูมินอยด์ (curcuminoid) เป็นส่วนประกอบในขมิ้นชันทั้งหมด 2.34 ± 0.171 ถึง 9.18 ± 0.232% ซึ่งเคอร์คูมินอยด์เป็นสารพวก โพลีฟีนอล (polyphenol) ที่มีลักษณะเป็นสีเหลืองในรูปแบบของ tautomerie อยู่ 2 แบบได้แก่ คีโต (keto) และอินอล (enol) (ภาพ 4) โดยโครงสร้างแบบอินอลจะอยู่ในรูปของพลังที่เสถียรเมื่ออยู่ในทั้งของแข็งและสารละลาย (Turmeric, 2550)

แบบคีโต (keto form) แบบอินอล (enol form)

ภาพ 4 สูตรโครงสร้างของเคอร์คูมินอยด์ที่มี 2 แบบคือ คีโต และ อินอล
ที่มา : Turmeric (2550)

Park and Kim (2002) รายงานว่า ในขมิ้นชันมีสารประกอบและคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้คือ

1. 1" – (3"' – Methoxy – 4"' – hydroxphenyl) – 2" – oxo – ene – butanyl – 3 – (3' – methoxy – 4' hydroxyphenyl) propenoate (calebin – A) มีลักษณะเป็นผงสีเหลือง มีค่า mp 138 – 139 °ซ ($C_{21}H_{20}O_7$)

2. 1,7 – Bis(4 – hydroxy – 3 – methoxyphenyl) – 1,6 – heptatrien – 3 – one มีลักษณะเป็นผงสีเหลือง มีค่า mp 128 – 129 °ซ ($C_{21}H_{20}O_5$)

3. 1,7 – Bis(4 – hydroxy – 3 – methoxyphenyl) – 1,6 – heptadiene – 3,5 – dione (curcumin) มีลักษณะเป็นแท่งเล็กๆ (yellow needles) มีค่า mp 183 – 184 °ซ

4. 1 – (4 – hydroxy – 3 – methoxyphenyl) – 7 – (4 – hydroxyphenyl) – 1,6 – heptadiene – 3,5 – dione (demethoxycurcumin) มีลักษณะเป็นแท่งเล็กๆ (yellow needles) มีค่า mp 180 – 181 °ซ

5. 1,7 – Bis(4 – hydroxyphenyl) – 1,6 – heptadiene – 3,5 – dione (bis – demethoxycurcumin) มีลักษณะเป็นแท่งเล็กๆ (yellow needles) มีค่า mp 232 – 233 °ซ

6. 1 – hydroxy – 1,7 – bis(4 – hydroxy – 3 – methoxyphenyl) – 6 – heptene – 3,5 – dione มีลักษณะเป็นผงสีเหลือง มีค่า mp 92 – 94 °ซ

7. 1,7 – Bis(4 – hydroxyphenyl) – 1 – heptene – 3,5 – one มีลักษณะเป็นแท่งเล็กๆ (yellow needles) มีค่า mp 145 – 146 °ซ

8. 1,7 – Bis(4 – hydroxyphenyl) – 1,4 – pentadien – 3 – one มีลักษณะเป็นผงสีเหลือง มีค่า mp 145 – 146 °ซ

9. 1,5 – Bis(4 – hydroxy – 3 – methoxyphenyl) – 1,4 – prtadien – 3 – one มีลักษณะเป็นผงสีเหลือง มีค่า mp 82 – 83 °ซ

Chatterjee *et al.* (2000) รายงานว่า สารประกอบที่อยู่ในน้ำมันหอมระเหย (essential oil) ของขมิ้นชันมีอยู่ 1.71% แต่ ภาณุทรรศน์ (2544) และ ลัดดา (2548) รายงานตรงกันว่า ในเหง้าของขมิ้นมีน้ำมันหอมระเหย (essential oil) ประมาณ 2 – 6% และเมื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยนี้โดยใช้เครื่อง GC/MS พบว่า ประกอบด้วยสารประกอบหลักๆ แสดงในตาราง 2 ดังนี้

ตาราง 2 ส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยในขมิ้นชัน

ส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหย	เปอร์เซ็นต์
α - phellandrene	1.81 ± 0.5
ρ - Cymene	1.30 ± 0.3
1 : 8 Cineol	1.30 ± 1.3
β - Caryophyllene	0.36 ± 0.3
ar – Curcumene	1.43 ± 0.3
Zingiberene + β - sesquiphellandrene	3.31 ± 0.3
Nerolidol	0.96 ± 0.7
ar – Turmerone + turmerone	68.0 ± 1.4
Curlone	15.0 ± 2.8
Dehydrozingerone	3.80 ± 0.3

ที่มา : Chatterjee *et al.* (2000)

ส่วน Singh *et al.* (2002) ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบที่อยู่ในน้ำมันหอมระเหยของขมิ้นชันโดยการกลั่นด้วยการต้มด้วยน้ำ ได้ผลแสดงตาราง 3

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารที่ประกอบอยู่ในน้ำมันหอมระเหยของขมิ้นชันที่กล่าวมาแล้ว พบว่ารายงานค่อนข้างจะแตกต่างกันมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวิธีการสกัดที่แตกต่างกันซึ่ง Chatterjee *et al.* (2000) ใช้วิธีการสกัดด้วยสารทำละลาย (solvent) แต่ Singh *et al.* (2002) สกัดโดยการต้มกลั่นด้วยน้ำ ส่วนภาณุทรรศน์ (2544) รายงานการวิเคราะห์ตัวอย่างของขมิ้นที่ปรากฏในเหง้าของขมิ้นชัน ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการอยู่ในปริมาณ 100 กรัม ดังแสดงตาราง 4

ตาราง 3 ปริมาณสารประกอบน้ำมันหอมระเหยของขมิ้นชันโดยการกลั่นด้วยการต้มด้วยน้ำ

สารประกอบน้ำมันหอมระเหย	เปอร์เซ็นต์
ar – Turmerone	51.7%
β - bisbolene	10.7%
ar – turmerol	11.9%
zingiberene	10.2%
β - caryophyllene	5.6%
ar – curcumene	3.8%
β - farnesene	3.7%

ที่มา : Singh *et al.* (2002)

ตาราง 4 คุณค่าทางโภชนาการของขมิ้น

คุณค่าทางโภชนาการ	หน่วย/ปริมาณ 100 กรัม	
พลังงาน	65.00	แคลอรี่
ความชื้น	83.80	กรัม
โปรตีน	1.70	กรัม
ไขมัน	1.40	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	11.40	กรัม
เส้นใยอาหาร	0.70	กรัม
แคลเซียม	9.00	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	41.00	มิลลิกรัม
เหล็ก	2.30	มิลลิกรัม
วิตามิน เอ	187.00	หน่วย
ธัยอะมีน	0.02	มิลลิกรัม
ไรโบฟลาวิน	0.03	มิลลิกรัม
ไนอาซีน	1.30	มิลลิกรัม
วิตามิน ซี	12.00	มิลลิกรัม

ที่มา : ภาณุทรรศน์ (2544)

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของขมิ้นชัน

ขมิ้นมีประสิทธิภาพต่อจุลินทรีย์ ได้ทั้งแบคทีเรียและรา สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย ที่ทำให้เกิดโรคโบทูลิซึม (*Clostridium botulism*) และเชื้อโรคในระบบทางเดินอาหาร เช่น *Salmonella* spp. นอกจากนี้ยังยับยั้งการเจริญของราที่ทำให้อาหารเน่าเสีย เช่น *Rhizopus*, *Penicillium*, *Aspergillua* ได้อีกด้วย ขมิ้นสามารถกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์ได้อีกด้วย โดยการกระตุ้นการเจริญของแลคโตบาซิลไลสเตรพโตคอคไค และ อี.โคไล ได้ดี (ลัดดา, 2548) ลดการอักเสบได้ อีกทั้งแก้อาการแน่น อาการจุกเสียดได้ดี น้ำมันหอมระเหยฤทธิ์ของขมิ้นสามารถขับน้ำดีให้ออกมาทำหน้าที่อย่างปกติ (ภาณุทรรศน์, 2544) ในทางยาใช้ขมิ้นเป็นยาบำรุงธาตุ ฟอกโลหิต น้ำคั้นจากหัวขมิ้นสดใช้ทาแก้ผิวหนัง แผลถลอก การทำสารสกัดจาก Petroleum ether จากเหง้าขมิ้นโดยมีฤทธิ์แก้อาการอักเสบ (Anti-inflammatory) (มนตรี, 2548) และ Busquet *et al.* (2001) รายงานว่าสารเคอร์คูมินมีแนวโน้มลดการอักเสบ

Shankar and Murthy (1979) รายงานว่า น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากขมิ้นชันมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในลำไส้ (intestinal) แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค (phathogenic) และแบคทีเรียที่ทำให้เกิดพิษ (toxigenic bacteria) สารเคอร์คูมินที่เป็นสารสีเหลืองไม่มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียข้างต้นยกเว้น *Staphylcoccus aureus และ Bacillus cereus* นอกจากนี้สารสกัดโดยใช้แอลกอฮอล์และน้ำมันจากขมิ้นชันสามารถกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายวิภาคของเชื้อ *Streptococci, Lactobacilli* และ *Staphylcocci* ได้

Apisariyakul *et al.* (1995) รายงานว่า น้ำมันและสารเคอร์คูมินที่สกัดจากขมิ้นชันนั้น พบว่า น้ำมันมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราที่เป็นปรสิตบนผิวหนัง (dematophytes) 15 ชนิด ถึงแม้ว่าจะเจือจางถึง 1 : 40 -- 1 : 320 เท่าก็ตาม ส่วนสารเคอร์คูมินไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราดังกล่าวแต่อย่างใด น้ำมันที่สกัดจากขมิ้นชันยังมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราที่ทำให้เกิดโรค (pathogenic fungi) ที่ระดับความเจือจาง 1 : 40 – 1 : 80 เท่าแต่สารเคอร์คูมินไม่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราที่ทำให้เกิดโรคแต่อย่างใด

Singh *et al.* (2002) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชันต่อเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรค (pathogenic fungi) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชันสามารถยับยั้งการเจริญเติบโต (mycelial growth) ของเชื้อ *Colletotrichum falcatum, Fusarium moniliforme* ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm. และเชื้อ *Curvalaria pallescens, Aspergillus niger* และ *Fusarium oxysporium* ที่ระดับความเข้มข้น 2000 ppm. นอกจากนี้ Chatterjee *et al.* (2000) ทำการทดลองพบว่าสารนี้มีฤทธิ์ป้องกันการออกซิเดชัน (antioxidation) ของกรดไขมันในขมิ้นชันคือสารเคอร์คูมินอยด์ (curcuminoid) โดยมีสารเคอร์คูมิน (curcumin) มีฤทธิ์ในการป้องกันมากที่สุด

การใช้สมุนไพรขมิ้นชันในสัตว์

สารสำคัญในการออกฤทธิ์นี้ คือ Curcumin และ ρ - tolyl - methylcarbinol ซึ่งสามารถขับน้ำดีและกระตุ้นการสร้างน้ำดี Sodium curcuminate เมื่อฉีดเข้าหลอดเลือดขนาด 25 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีฤทธิ์เพิ่มน้ำดีเกือบ 100% โดยไม่มีผลต่อความดันโลหิตและการหายใจ เมื่อฉีด Sodium curcuminate เข้าหลอดเลือดขนาด 5, 10, 25 มก./กก. พบว่า เพิ่มปริมาณน้ำดี แต่ลดปริมาณของแข็งเพิ่มการขับ bile salt, billirubin และ cholesterol นอกจากนี้ Cineole ที่พบในน้ำมันหอมระเหยยังมีฤทธิ์กระตุ้นการขับน้ำดีด้วยจึงทำให้การย่อยได้ดีขึ้น (มหาวิทยาลัยมหิดล, 2550)

สาโรช และ คณะ (2547) อ้างโดย จินตนา (2550) รายงานว่า ได้ทดลองใช้สมุนไพรผง กระเทียม ฟ้าทะลายโจร ขมิ้นชัน ทั้งเดี่ยวและผสมกัน ทดแทนสารปฏิชีวนะเร่งการเจริญเติบโตในอาหารไก่เนื้อ ไก่ไข่ และสุกร พบว่าการใช้สมุนไพรเดี่ยวและผสมระดับต่างๆ มีแนวโน้มเพิ่มสมรรถนะการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มเติมยาปฏิชีวนะ

ประภากร และ คณะ (2551) รายงานว่า การเสริมสารสกัดหยาบขมิ้นชันในอาหารระดับ 0.25 และ 0.50% (คิดเป็นสารเคอร์คูมิน 150 และ 300 ppm. ตามลำดับ) เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุม ในไก่เนื้อสายพันธุ์การค้าคละเพศ อายุ 1 – 40 วัน ผลปรากฏว่า การเสริมสารสกัดหยาบขมิ้นชันมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักตัว และปริมาณอาหารที่กินตลอดการทดลองเพิ่มขึ้น อัตราการแลกน้ำหนักดีขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลทางด้านโลหิตวิทยา (Heterophil, Lymphocte และค่า H:L ratio) ปรากฏว่า ที่ไก่อายุ 21 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยค่า Lymphocyte และค่า H:L ratio ลดลงเมื่อเสริมสารสกัดหยาบขมิ้นชันที่ระดับ 0.25% แต่เมื่อไก่อายุ 40 วัน กลับไม่มีผลแตกต่างกัน ระดับคอเลสเตอรอลในพลาสม่า และ Hematocrit ของไก่เนื้อ อายุ 40 วัน กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดหยาบขมิ้นชัน 0.50% มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ส่วนในสุกร Ilsley *et al.* (2005) รายงานว่า สารเคอร์คูมินในขมิ้นชันไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและภาวะภูมิคุ้มกันของสุกร

Busquet *et al.* (2001) รายงานว่า การทดลองใช้เคอร์คูมิน (1,7 – bis (4 – hydroxyl – 3 methoxyphenil) 1,6 – heptadienen – 3,5 – dione) (20 μg/kg น้ำหนักตัว) โดยให้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 6 วันในหนู Yoshida AH – 130 accites hepatom ผลที่ได้นั้นมีความสำคัญในการยับยั้งการเจริญเติบโตที่มากกว่า (31% ของเซลล์ทั้งหมด) สารเคอร์คูมินลดลงได้ถึง 4% ในเซลล์ที่มีการเจริญในตัวสัตว์ทดลองซึ่งมีปริมาณความเข้มข้นที่ต่ำกว่า 0.5 μM ผลที่ได้ของเคอร์คูมินมีแนวโน้มต่อการใช้ที่ส่งผลต่อการต้านลดการอักเสบ โดยการศึกษานี้มีความเป็นไปได้เพียงเล็กน้อยต่อการนำมาเป็นแบบของยารักษาเฉพาะโรค

Ilsley *et al.* (2005) รายงานว่า ได้ทดลองใช้ quillaja sapomin และ curcumin ผสมลงในอาหาร เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาวการณ์ภูมิคุ้มกันลูกสุกรและสมรรถนะของการเกิดอย่างฉับพลันหลังการหย่านมในจำนวนลูกสุกรหย่านมที่มีอายุเฉลี่ย 29 วัน ผลพบว่าทรีตเมนต์ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตในลูกสุกร ส่วนอัตราการกินอาหารและอัตราการแลกน้ำหนักตัวลดลงเมื่อใช้ quillaja ในลูกสุกร ส่วนอาหารที่ผสม curcumin ไม่มีผลด้านสภาวการณ์ภูมิคุ้มกันหรือสมรรถภาพของลูกสุกร

Rayavara and Krishnapura (2006) รายงานอิทธิพลจากการใช้ curcumin (0.2%), capsaicin (0.015%), และ garlic (2.0%) ผสมในอาหารที่มีไขมันอยู่สูงที่มีผลต่อสภาวการณ์ของเม็ดเลือดแดง โดยคอเลสเตอรอลในพลาสมาไม่มีผลกระทบจากการได้รับอาหารนั้น แต่ปริมาณไตรกลีเซอไรด์ ในตับจะมีมากกว่า อย่างมีนัยสำคัญ

Limtrakul *et al.* (1997) รายงานว่า เคอร์คูมินซึ่งเป็นสารที่มีสีเหลืองในส่วนที่เป็นรากพืช ปัจจุบันได้มีการศึกษาจนได้พบเคมีทางยาที่ใช้ป้องกัน คือ เคอร์คูมิน ของ 7,12 – dimethylbenz [*a*] anthracene (DMBA) และ 12 - O – tetradecanoyl – phorbol – 1,3 – acetate (TPA) ที่สนับสนุนการสร้างเนื้องอกที่ผิวหนังในหนูเพศผู้พันธ์ Swiss albino ที่อายุ 6 สัปดาห์ กลุ่มที่ให้อาหารมาตรฐาน (AIN – 76 A) หรือ อาหารที่เสริม curcumin 1% ที่อายุ 8 สัปดาห์ ทุกกลุ่มยกเว้นกลุ่มที่รักษาด้วยสารตัวอื่น (acetone) จะได้รับ DMBA 100 μg ละลายใน acetone 100 μl โดยนำไปใช้ที่ผิวหนังด้านหลัง หลังจาก 1 สัปดาห์ ตำแหน่งตรงเนื้อที่งอก (TPA 2.5 μg ละลายใน acetone 100 μl) โดยการใช้ในพื้นที่เสมือนจริงของผิวหนัง 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ของสัปดาห์ที่ 26 ซึ่งทุกกลุ่มได้ดำเนินการต่อในอาหารแต่ละชนิดเป็นจำนวนมากกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ผลลัพธ์ที่ได้นั้นจะเป็นตัวชี้วัดการให้อาหารที่มีสารเคอร์คูมินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการยับยั้งของจำนวนเนื้องอกต่อตัว ($P<0.05$) และปริมาณเนื้องอก ($P<0.01$) เปอร์เซ็นต์ของลักษณะเนื้องอกของหนูมีแนวโน้มที่ลดลงจากการได้รับอาหารที่เสริมเคอร์คูมินดีกว่าอาหารมาตรฐาน ส่วนการเจริญเติบโต ไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่มีการให้อาหารมาตรฐานและอาหารที่เสริม curcumin 1% ซึ่งผลที่ได้นี้ จะเป็นตัวชี้วัดความปลอดภัยและผลของการต้านสารที่ทำให้เกิดมะเร็งของเคอร์คูมินในตัวหนู เช่นเดียวกันกับ Rayavara and Krishnapura (2006) ที่มีรายงานสอดคล้องกันว่า สารเคอร์คูมินในขมิ้นชันสามารถยับยั้งการเจริญของเนื้องอก

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

ระยะเวลาที่ทำการวิจัยครั้งนี้ เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2551

เริ่มดำเนินการทดลอง วันที่ 24 สิงหาคม พ.ศ. 2550

เสร็จสิ้นการทดลอง วันที่ 15 มกราคม พ.ศ. 2551

ทำการวิเคราะห์ ผลการทดลองและสรุปผล ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2552

สถานที่ดำเนินการวิจัย

1. ทำการเลี้ยงสุกรทดลอง ณ ฟาร์มสุกร สาขาการผลิตสุกร คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

2. ทำการตรวจวิเคราะห์ทางเคมี ณ ห้องวิเคราะห์ทางเคมี คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์การทดลอง

1. สุกรทดลอง ใช้สุกรลูกผสมสามสายเลือด (ลาร์จไวท์ × แลนด์เรซ × ดูรอค) ที่มีช่วงอายุเริ่มต้นประมาณ 2 เดือน น้ำหนักตัวเริ่มต้นประมาณ 15 กิโลกรัม จำนวน 32 ตัว (เป็นเพศผู้ตอน 16 ตัว และเพศเมีย 16 ตัว) ทำการเลี้ยงด้วยอาหารทดลองสูตรต่างๆ ไปจนน้ำหนักตัวสุดท้ายที่ 90 กิโลกรัม เพื่อทำการวัดผลการทดลองในลักษณะต่างๆ ที่ศึกษา

2. อาหารทดลองผสมขมิ้นชันระดับต่างๆ 4 สูตร ประกอบด้วยสูตร (treatment) ต่างๆ ดังนี้

- สูตรที่ 1 อาหารสูตรควบคุม (ไม่เสริมขมิ้นชันและยาปฏิชีวนะ)
- สูตรที่ 2 อาหารสูตรควบคุม เสริมขมิ้นชัน 0.05%
- สูตรที่ 3 อาหารสูตรควบคุม เสริมขมิ้นชัน 0.1%

- สูตรที่ 4 อาหารสูตรควบคุม เสริมขมิ้นชัน 0.2%

อาหารทุกสูตรมีส่วนประกอบของโภชนะต่างๆ ครบตามความต้องการโดยอ้างอิงจากข้อมูลของ NRC (1998) (ตาราง 5)

3. การเตรียมขมิ้นชัน นำเหง้าขมิ้นชันที่ปลูกในเขตจังหวัดเชียงใหม่มาล้างให้สะอาด ผึ่งให้แห้งและฝานเป็นแผ่นบาง หลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำขมิ้นชันที่อบแห้งไปบดได้มาเป็นขมิ้นผง แล้วเก็บใส่ในภาชนะที่แห้งและปิดให้สนิทเพื่อรอการใช้เสริมในอาหารทดลอง และเมื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารเคอร์คูมิน พบว่าขมิ้นชันมีปริมาณเคอร์คูมิน 7 % และน้ำมันหอมระเหย 6%

4. คอกเลี้ยงสุกร เป็นคอกพื้นสแลต ค.ส.ล. ขนาด 1.5 × 2.0 ตารางเมตร ผนังคอกเป็นลูกกรงเหล็ก จำนวน 16 คอก ทุกคอกได้รับผลของการจัดการแสงสว่าง การระบายอากาศและสภาพแวดล้อมอื่นๆ เหมือนกันหมด

5. อุปกรณ์การให้น้ำและอาหาร อุปกรณ์ให้น้ำเป็นแบบจุ๊บน้ำอัตโนมัติ และอุปกรณ์ที่ให้อาหารเป็นกล่องให้อาหารอัตโนมัติ

6. กล้องจุลทรรศน์ชนิดสองตา (Light Microscope) และซอฟแวร์สำหรับวิเคราะห์เซลล์

7. เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge)

8. สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่างเพื่อสังเกตในกล้องจุลทรรศน์ และตรวจสอบเลือด

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาทดลองครั้งนี้ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองย่อย คือ

ก) ศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกร

การทดลองศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรตั้งแต่น้ำหนัก 15 ถึง 90 กิโลกรัม ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอดสมบูรณ์ (Completely Randimized Design ; CRD) ประกอบด้วย 4 กลุ่มทดลอง (treatment) ๆ ละ 4 ซ้ำ ถ้าผลวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จะทำการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองโดยใช้วิธี Duncan' s New Multiple Range Test หน่วยทดลองคือ สุกรเพศผู้ตอน 1 ตัว และเพศ

เมีย 1 ตัวที่เลี้ยงในคอกเดียวกันขนาดพื้นที่คอก 1.5 × 2.0 ตารางเมตร โดยอาหารทดลองแต่ละสูตร (Treatment) ทำการทดลองจำนวน 4 ซ้ำ (Replication)

1. การเตรียมสุกรทดลอง โดยสุ่มลูกสุกรสามสายเลือด (ลาร์จไวท์ × แลนด์เรซ × ดูรอค) ที่แข็งแรงสมบูรณ์ น้ำหนักเริ่มต้น 15 กิโลกรัม เพศผู้ตอน 16 ตัว และเพศเมีย 16 ตัว ทำการสุ่มสุกรเพศผู้ตอน 1 ตัว และเพศเมีย 1 ตัว ใส่ในคอกทดลองเดียวกันขนาดพื้นที่คอก 1.5 × 2.0 ตารางเมตร จำนวน 16 คอก เพื่อสุ่มให้กับอาหารทดลองแต่ละสูตร

2. อาหารทดลอง แบ่งเป็น 4 สูตร (ทรีตเมนต์) ในแต่ละระยะการทดลอง โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะสุกรเล็ก (piglet) น้ำหนักตัว 15 – 30 กิโลกรัม ระยะสุกรรุ่น (grower) น้ำหนักตัว 30 – 60 กิโลกรัม และระยะสุกรขุน (finisher) น้ำหนักตัว 60 – 90 กิโลกรัม อาหารที่ใช้เลี้ยงแต่ละระยะมีคุณค่าทางโภชนาการไม่ต่ำกว่าที่แนะนำโดย NRC. (1998) โดยมีสูตรอาหารทดลอง ดังแสดงในตาราง 5 ดังนี้

- สูตรที่ 1 สูตรอาหารควบคุม (ไม่ผสมขมิ้นชันและยาปฏิชีวนะ)
- สูตรที่ 2 สูตรอาหารควบคุม ผสมขมิ้นชัน 0.05%
- สูตรที่ 3 สูตรอาหารควบคุม ผสมขมิ้นชัน 0.1%
- สูตรที่ 4 สูตรอาหารควบคุม ผสมขมิ้นชัน 0.2%

3. การเตรียมคอกทดลองและอุปกรณ์การเลี้ยง ทำการล้างคอกทดลองพ่นยาฆ่าเชื้อโรค แล้วทิ้งคอกและอุปกรณ์ให้แห้งก่อนนำสุกรทดลองเข้าเลี้ยงประมาณ 5 วัน

4. การบันทึกปริมาณอาหารและน้ำหนักตัว ตามขั้นตอนคือ

- การบันทึกน้ำหนักอาหาร ทำการชั่งและจดบันทึกน้ำหนักอาหารที่เตรียมให้และที่เหลือในภาชนะให้อาหารทุกสัปดาห์ เพื่อคำนวณค่าปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ย/ตัว/สัปดาห์ และ เฉลี่ย/ตัว/วัน

- การชั่งน้ำหนักตัวสุกร โดยการชั่งน้ำหนักทุกสัปดาห์ ในช่วงบ่ายก่อนให้อาหารช่วงบ่าย เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณค่าน้ำหนักตัวเฉลี่ย/ตัว อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย/ตัว/วัน อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย/ตัว/สัปดาห์ และประสิทธิภาพการใช้อาหาร และใช้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวในการปรับเปลี่ยนอาหารในแต่ระยะการทดลอง

5. การวัดความหนาไขมันสันหลังด้วยเครื่อง Renco Lean Meater (บริษัทอะกรีฟาร์ม เซอร์วิส จำกัด เรียกว่า LM Test cylinder)โดยมีการวัดความหนาไขมันสันหลัง (backfat thickness) ของสุกรมีชีวิตตำแหน่งที่ทำการวัดมี 3 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งที่ 1 วัดจากบริเวณด้านหลังขาหน้าของหัวไล่หรือกระดูกซี่โครงซี่แรก ตำแหน่งที่ 2 วัดจากบริเวณกลางหลังตรงกับกระดูกซี่โครงสุดท้าย และตำแหน่งที่ 3 วัดจากบริเวณโคนสะโพกปลายกระดูกเชิงกราน ทั้ง 3 ตำแหน่ง

จะต้องวัดระยะห่างออกจากแนวกลางหลังประมาณ 2 นิ้ว หรือ 6 เซนติเมตร (Beeson *et al.*, 1970 ; Krider and Carroll, 1971 ; Baker and Juergenson, 1979)

ตาราง 5 ส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองสุกร (สูตรพื้นฐาน)

ส่วนประกอบ (%)	ระยะสุกร			ราคา (บาท/กก.)
	สุกรเล็ก (15 – 30 กก.)	สุกรรุ่น (30 – 60 กก.)	สุกรขุน (60 – 90 กก.)	
ข้าวโพด	60.60	69.10	84.20	7.80
รำละเอียด	5.00	5.00	0.00	6.20
กากถั่วเหลือง (44%)	24.20	18.20	10.20	11.60
ปลาป่น (60%)	3.00	3.00	3.00	34.80
น้ำมันปาล์ม	3.70	2.00	0.00	36.00
กระดูกป่น	1.00	1.00	1.00	5.70
ไตแคลเซียมฟอสเฟต (P-18)	1.80	1.00	1.00	12.50
เกลือ	0.35	0.35	0.35	3.50
พรีมิกซ์	0.35	0.35	0.35	40.00
รวม	100	100	100	
โภชนะจากการวิเคราะห์ (%)[1/]				
โปรตีน	19.29	16.00	11.55	
ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก	53.12	69.05	74.25	
ไขมัน	5.23	2.85	1.20	
เยื่อใย	4.09	1.51	3.89	
เถ้า	6.65	3.60	3.20	
วัตถุแห้ง	88.36	93.02	94.09	
พลังงาน (ME ; kcal/kg)	3844	3795	3795	
ราคา (บาท/กก.)	10.65	9.91	9.12	

ที่มา : [1/]ทำการวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่

ข) ศึกษาองค์ประกอบของเลือดสุกรรุ่นและขุน

การทดลองนี้ใช้สุกรทดลองจากการทดลองเพื่อศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโต จากข้อ ก) ซึ่งเป็นผลการทดลองต่อเนื่องโดยใช้หน่วยทดลองหน่วยเดียวกัน แต่การศึกษาองค์ประกอบของเลือดสุกรนั้นจะใช้สุกรที่เป็นเพศผู้ตอน 16 ตัว ทำการเก็บตัวอย่างเลือดช่วงสุกรรุ่นและสุกรขุน (เมื่อสุกรมีน้ำหนักตัว 40 และ 80 กิโลกรัม ตามลำดับ)

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจหาค่าเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (PCV) และองค์ประกอบอื่นๆ ทำการเก็บตัวอย่างเลือดเมื่อสุกรอยู่ในช่วงสุกรรุ่นและสุกรขุน โดยจะเก็บเลือดเฉพาะสุกรเพศผู้ตอนเท่านั้น เพื่อเปรียบเทียบหาความแตกต่างระหว่างทรีทเมนต์ทดลอง โดยเก็บจากเส้นเลือดแดงบริเวณคอ (jugular vein) ตัวอย่างละ 10 มิลลิลิตร และส่งตัวอย่างเลือดเข้าตรวจสอบในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งสิ้นเป็น 32 ตัวอย่าง

ก. ดำเนินการเก็บเลือด

ทำการเก็บตัวอย่างเลือด ตามวิธีของ อรรณพ (2545) ที่มีขั้นตอนดังนี้

1. บังคับให้สุกรยืนนิ่ง โดยการผูกมัดปาก พยายามดึงให้สุกรแหงนหน้าขึ้นทำมุมกับแนวระนาบประมาณ 20 – 30 องศา

2. ทำความสะอาดบริเวณคอด้านที่จะเจาะด้วยสำลีชุบแอลกอฮอล์ และกำหนดจุดที่ลึกที่สุดในแนวของร่องคอ

3. ใช้เข็มเบอร์ 18 หรือ 19 ขนาดยาว 1.5 นิ้ว ในสุกรขนาดเล็ก – กลาง และขนาดยาว 3 นิ้ว ในสุกรขนาดใหญ่เจาะเข้าในบริเวณที่ลึกที่สุดของร่องคอ โดยทำมุม 45 องศา กับแนวระนาบไปทางด้านหลังของสุกรและเอียงทำมุม 30 องศาไปทางด้านในของตัวสุกรแทงเข็มให้ผ่านหนังเข้าไปเล็กน้อยจึงเริ่มดึงก้านกระบอกฉีดยาไปเรื่อยๆ ถ้าถูกเส้นเลือดจะมีเลือดไหลเข้ามาให้หยุดแทงแล้วดูดเลือดมาจำนวน 6 มิลลิลิตร

4. ถอนเข็มออกและใช้สำลีกดตำแหน่งที่ชักเข็มออกชั่วขณะ เพื่อให้เลือดหยุด

5. ให้รีบนำเลือดที่เก็บใส่ในหลอดเก็บตัวอย่างเลือดที่บรรจุสาร anticoagulant เพื่อป้องกันการแข็งตัวของเลือด จากนั้นทำการปล่อยการบังคับสัตว์ และนำตัวอย่างเลือดไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการดังนี้

5.1 การหาสัดส่วนเม็ดเลือดขาว เลือดที่เจาะเก็บได้นำไปสเมียร์ (smear) บนแผ่นสไลด์แล้วย้อมด้วยสีไวต์ – จิมซา (Wright – Geimsa's Staining) จากนั้นทำการนับจำนวนเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิดและหาสัดส่วนตามวิธีที่อธิบายโดย Gross and Siegel (1983)

5.2 การหาค่าเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ตัวอย่างเลือดที่เจาะเก็บได้นำมาใส่ในหลอด Microcapilary tube แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นจึงนำมาวัดความยาวของส่วนที่เป็นเลือดแดงและน้ำเลือดทั้งหมด

5.3 การตรวจหาระดับโคเลสเตอรอลและระไตรกลีเซอไรด์ในพลาสม่า ตัวอย่างเลือดที่เจาะได้นำมาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นจึงแยกเก็บส่วนที่เป็นพลาสม่าลงในหลอดเก็บตัวอย่างแล้วนำไปวิเคราะห์หาระดับโคเลสเตอรอลด้วยวิธี CHOD – PAP และระดับไตรกลีเซอไรด์ด้วยวิธี ENZYME – COLORIMETRI ด้วยชุดตรวจสำเร็จรูป Biotech reagent®

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

การทดลองนี้ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randimized Design ; CRD) ประกอบด้วย 4 กลุ่มทดลอง (treatment) ๆ ละ 4 ซ้ำ ถ้าผลวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองโดยใช้วิธี Duncan' s New Multiple Range Test

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลอง

ปริมาณสารสำคัญในขมิ้นชัน

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญในขมิ้นชันผงจากตัวอย่างขมิ้นชันของจังหวัดเชียงใหม่ที่ใช้ทำการทดลอง ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์เชียงใหม่ พบว่า ขมิ้นชันประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยและสารเคอร์คูมิน ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารสารสำคัญในขมิ้นชันผงจะแสดงดังในตาราง 6

ตาราง 6 ปริมาณน้ำมันหอมระเหยและสารเคอร์คูมินในขมิ้นชัน

สารในขมิ้นชัน	ปริมาณ (%v/w)
น้ำมันหอมระเหย	6.5
สารเคอร์คูมิน	7.1

หมายเหตุ : วิเคราะห์ ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์เชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

การศึกษาผลของการเสริมขมิ้นชัน 0, 0.05, 0.10 และ 0.20% ในสูตรอาหารที่มีต่อสมรรถภาพการผลิต และองค์ประกอบของเลือดสุกรรุ่น – ขุน ที่มีน้ำหนักเริ่มต้น 15 กิโลกรัม ถึงน้ำหนัก 90 กิโลกรัม โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะสุกรเล็ก (piglet) น้ำหนักตัว 15 – 30 กิโลกรัม ระยะสุกรรุ่น (grower) น้ำหนักตัว 30 – 60 กิโลกรัม และระยะสุกรขุน (finisher) น้ำหนักตัว 60 – 90 กิโลกรัมโดยใช้สูตรอาหารทดลองดังนี้ สูตรที่ 1 สูตรอาหารควบคุม (ไม่ผสมขมิ้นชันและยาปฏิชีวนะ) สูตรที่ 2, 3 และ 4 เป็นสูตรอาหารควบคุม ผสมขมิ้นชัน 0.05, 0.10 และ 0.20% ตามลำดับ ซึ่งแสดงไว้ในตาราง 2 ได้ผลการทดลองดังนี้

ก) ผลต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกร

สมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกร จากการทดลองเลี้ยงสุกรด้วยอาหารเสริมขมิ้นชันระดับ 0, 0.05, 0.1 และ 0.2% ได้ผลดังนี้ ระยะสุกรเล็ก กลุ่มที่กินอาหารเสริมขมิ้นชันมีปริมาณการกินอาหารตีกว่ากลุ่มควบคุม แต่ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ระยะสุกรรุ่น กลุ่ม

ที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.10% มีอัตราการเจริญเติบดีกว่ากลุ่มควบคุม (p>0.05) และระยะสุกรขุน กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันมีอัตราการเจริญเติบโต และอัตราการแลกน้ำหนักดีกว่ากลุ่มควบคุมแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลรวมที่ได้แสดงให้เห็นว่าสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกร กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันดีกว่ากลุ่มควบคุมเล็กน้อย โดยความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังผลที่ได้แสดงในตาราง 7 และรายละเอียดกล่าวได้ดังนี้

น้ำหนักตัวเพิ่ม ระยะสุกรเล็ก พบว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0, 0.05, 0.1 และ 0.2% มีน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยเท่ากับ 14.50, 17.25, 15.25 และ 16.94 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งการเสริมขมิ้นชันในอาหารระดับ 0.05 และ 0.20%ทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ระยะสุกรรุ่น พบว่า กลุ่มสุกรที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0, 0.05, 0.1 และ 0.2% มีน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยเท่ากับ 30.94, 29.44, 31.00 และ 28.38 กิโลกรัม ตามลำดับ แม้ว่าการเสริมขมิ้นชันในอาหารทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ระยะสุกรขุน พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมทุกระดับน้ำหนักตัวเพิ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ระหว่างกลุ่มทดลอง และตลอดระยะการทดลอง พบว่ากลุ่มสุกรที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มมากกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ระยะเวลาในการเลี้ยง ระยะสุกรเล็ก พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันในอาหารทำให้ระยะเวลาในการเลี้ยงไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ระยะสุกรรุ่น พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0, 0.05, 0.10 และ 0.20% มีระยะเวลาเลี้ยงเท่ากับ 47.25, 40.25, 43.75 และ 40.25 วัน ตามลำดับ ซึ่งการเสริมขมิ้นชันในอาหารระดับ 0.05 และ 0.20% ทำให้มีระยะเวลาเลี้ยงลดลงกว่ากลุ่มควบคุม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ระยะสุกรขุน พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันในอาหารมีระยะเวลาในการเลี้ยงไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม (P>0.05) ตลอดระยะการทดลอง พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันในอาหารทำให้มีระยะเวลาเลี้ยงไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ระหว่างกลุ่มทดลอง

ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัว ระยะสุกรเล็ก พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ระยะสุกรรุ่น พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันทำให้ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวไม่แตกต่างระหว่างกลุ่มทดลอง (P>0.05) ระยะสุกรขุน พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันมีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ระหว่างกลุ่มทดลอง ตลอดระยะการทดลอง พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันทำให้ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวมีแนวโน้มลดลง แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน ระยะสุกรเล็ก พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.05% มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวันมากกว่าทุกกลุ่ม แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ระยะสุกรรุ่น พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ระยะสุกรขุน พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันมีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวันไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ตลอดระยะการทดลอง พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันมีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวันไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

อัตราการเจริญเติบโต ระยะสุกรเล็ก พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันทำให้อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยระหว่างกลุ่มไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ระยะสุกรรุ่น ขุน และตลอดระยะการทดลอง พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

อัตราการแลกน้ำหนัก ระยะสุกรเล็ก พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันทำให้อัตราการแลกน้ำหนักไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ระยะสุกรรุ่น พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.10% มีอัตราการแลกน้ำหนักดีกว่าทุกกลุ่ม แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ระยะสุกรขุน พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันทำให้อัตราการแลกน้ำหนักกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ตลอดระยะการทดลอง พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันมีอัตราการแลกน้ำหนักดีกว่าแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

ความหนาไขมันสันหลัง พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.05% มีความหนาไขมันสันหลังมากที่สุดเมื่อเทียบกับทุกกลุ่ม ซึ่งการเสริมขมิ้นชันทำให้ความหนาไขมันสันหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว ระยะสุกรเล็ก พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันทำให้ ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ระยะสุกรรุ่น พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ระยะสุกรขุน พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันทำให้มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวไม่ต่างจากกลุ่มควบคุมแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ตลอดระยะการทดลอง พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน ทำให้ ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม (P>0.05)

ตาราง 7 สมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรระยะเล็ก รุ่น ขุน และตลอดระยะการทดลองที่กินอาหารเสริมขมิ้นชันที่ระดับ 0 0.05 0.10 และ 0.20%

รายการศึกษา	ระดับการเสริมขมิ้นชัน (%)				SEM	*P*-value
	0	0.05	0.10	0.20		
จำนวนสุกรทดลอง, ตัว	8	8	8	8	-	-
น้ำหนักตัวเฉลี่ยเมื่อเริ่มต้น, กก.	15.18	14.44	13.81	14.48	-	-
น้ำหนักตัวเฉลี่ยสิ้นสุดการทดลอง, กก.	91.06	91.81	92.13	91.31	-	-
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น, กก.						
ระยะสุกรเล็ก	14.50^{ข}	17.25^{ก}	15.25^{กข}	16.94^{ก}	0.42	0.04
ระยะสุกรรุ่น	30.94	29.44	31.00	28. 38	1.56	0.27
ระยะสุกรขุน	30.44	30.69	32.06	31.38	1.29	0.83
ตลอดการทดลอง	75.88	77. 38	78. 31	76.69	1.60	0.22
ระยะเวลาในการเลี้ยง, วัน						
ระยะสุกรเล็ก	28	33.25	33.25	33.25	3.55	0.07
ระยะสุกรรุ่น	47.25^{ก}	40.25^{ข}	43.75^{กข}	40.25^{ข}	3.27	0.04
ระยะสุกรขุน	45.50	38.50	43.75	42.00	0.95	0.42
ตลอดการทดลอง	120.75	112.00	120.75	115.50	2.67	0.39
ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัว, กก.						
ระยะสุกรเล็ก	29.20	37. 30	37.07	36.49	3.88	0.13
ระยะสุกรรุ่น	78.51	70.48	68.25	71.70	6.42	0.25
ระยะสุกรขุน	99.23	91.73	100.14	94.45	3.21	0.75
ตลอดการทดลอง	206.94	199.50	203.46	202.64	0.92	0.92
ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน, กก.						
ระยะสุกรเล็ก	1.05	1.11	1.06	1.09	0.02	0.63
ระยะสุกรรุ่น	1.66	1.75	1.56	1.78	0.03	0.05
ระยะสุกรขุน	2.31	2.40	2.30	2.29	0.05	0.92
ตลอดการทดลอง	1.71	1.78	1.69	1.76	0.02	0.57

ตาราง 7 (ต่อ)

รายการศึกษา	ระดับการเสริมขมิ้นชัน (%)				SEM	*P*-value
	0	0.05	0.10	0.20		
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน, กก.						
ระยะสุกรเล็ก	0.52	0.50	0.48	0.51	0.00	0.31
ระยะสุกรรุ่น	0.66	0.74	0.72	0.71	0.01	0.60
ระยะสุกรขุน	0.67	0.81	0.74	0.79	0.03	0.58
ตลอดการทดลอง	0.63	0.69	0.65	0.67	0.01	0.38
อัตราการแลกน้ำหนัก (F/G)						
ระยะสุกรเล็ก	2.03	2.15	2.30	2.16	0.06	0.53
ระยะสุกรรุ่น	2.54	2.39	2.22	2.53	0.06	0.29
ระยะสุกรขุน	3.26	2.99	3.15	3.02	0.88	0.72
ตลอดการทดลอง	2.73	2.58	2.60	2.64	0.44	0.66
ความหนาไขมันสันหลัง, มม.	16.24	20.13	17.96	17.96	0.57	0.69
ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว, บาท/กก.						
ระยะสุกรเล็ก	21.59	22.84	24.49	23.01	0.66	0.53
ระยะสุกรรุ่น	25.09	28.26	22.00	25.02	0.64	0.30
ระยะสุกรขุน	29.73	27.27	28.73	27.52	0.81	0.73
ตลอดการทดลอง	77.92	81.90	77.25	79.20	1. 32	0.66

หมายเหตุ: [n.s] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีอักษรกำกับต่างกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ (P<0.05)

ข) ผลต่อองค์ประกอบของเลือดสุกร

จากการศึกษาผลของการเสริมขมิ้นชันในอาหารที่มีต่อองค์ประกอบของเลือดสุกร โดยแบ่งการเก็บตัวอย่างเลือดสุกร 2 ช่วงคือ ช่วงระยะสุกรรุ่นและสุกรขุน (ที่น้ำหนักตัว 40 และ 80 กิโลกรัม ตามลำดับ) ได้ผลการตรวจวิเคราะห์ดังแสดงในตาราง 8 และ 9 ดังรายละเอียดดังนี้

ค่า Hematocrit ในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมขมิ้นที่ระดับ 0, 0.05, 0.1 และ 0.2% พบว่า ระยะสุกรรุ่น มีค่า Hematocrit เท่ากับ 38.04, 41.18, 43.48 และ 47.09% ตามลำดับ ซึ่งสุกรที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันมีค่า Hematocrit สูงกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ระยะสุกรขุน กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันมีค่า Hematocrit เท่ากับ

52.60, 48.37, 44.16 และ 52.08% ตามลำดับ ซึ่งสุกรที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันทำให้ค่า Hematocrit ลดลง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

ปริมาณเม็ดเลือดขาวรวม พบว่า ระยะสุกรรุ่น กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.10 และ 0.20% มีปริมาณเม็ดเลือดขาวไม่ต่างกัน แต่สุกรที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.10% ทำให้ปริมาณเม็ดเลือดขาวรวมสูงที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ระยะสุกรขุน กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.10 และ 0.20% มีปริมาณเม็ดเลือดขาวรวมเพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

ปริมาณเม็ดเลือดขาว Neutrophils พบว่า ระยะสุกรรุ่น กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.10 และ 0.20% มีปริมาณเม็ดเลือดขาว Neutrophils ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่การเสริมขมิ้นชันที่ระดับ 0.10% มีปริมาณเม็ดเลือดขาว Neutrophils มากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ระยะสุกรขุน กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.10 และ 0.20% มีปริมาณเม็ดเลือดขาว Neutrophils ไม่แตกต่างกัน แต่การเสริมขมิ้นชันที่ระดับที่ 0.10% มีปริมาณเม็ดเลือดขาว Neutrophils มากที่สุด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

ปริมาณเม็ดเลือดขาว Eosinophils พบว่า ระยะสุกรรุ่น กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันมีปริมาณเม็ดเลือดขาว Eosinophils มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ระยะสุกรขุน กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.20% มีปริมาณเม็ดเลือดขาว Eosinophils มากที่สุดและมีปริมาณเพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

ปริมาณเม็ดเลือดขาว Basophils พบว่า ระยะสุกรรุ่น กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันมีปริมาณเม็ดเลือดขาว Basophils เพิ่มขึ้นแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ระยะสุกรขุน กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.10 และ 0.20% มีปริมาณเม็ดเลือดขาว Basophils ไม่แตกต่างกัน แต่การเสริมขมิ้นชันที่ระดับ 0.10% มีปริมาณเม็ดเลือดขาว Basophils มากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เทียบกับกลุ่มควบคุม

ปริมาณเม็ดเลือดขาว Monocytes พบว่า ระยะสุกรรุ่น กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.10% มีปริมาณเม็ดเลือดขาว Monocytes มากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ระยะสุกรขุน กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.10 และ 0.20% มีปริมาณเม็ดเลือดขาว Monocytes ไม่แตกต่างกัน แต่การเสริมขมิ้นชันที่ระดับ 0.10% มีปริมาณเม็ดเลือดขาว Monocytes มากที่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

ปริมาณเม็ดเลือดขาว Lymphocytes พบว่า ระยะสุกรรุ่น กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.10 และ 0.20% มีปริมาณเม็ดเลือดขาว Lymphocytes มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีความ

แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ระยะสุกรขุน กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.20% มีปริมาณเม็ดเลือดขาว Lymphocytes มากที่สุดและมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

เปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือดขาว Neutrophils พบว่า ระยะสุกรรุ่น กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันมีเปอร์เซ็นต์ระดับ 0.05% มีเปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือด Neutrophils มากที่สุดและมีแนวโน้มลดลงแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ระยะสุกรขุน กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.05 และ 0.10% มีเปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือด Neutrophils ไม่ต่างกัน แต่มีแนวโน้มลดลงไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

เปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือดขาว Eosinophils พบว่า ระยะสุกรรุ่น กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.20% มีเปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือด Eosinophils มากที่สุดแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ระยะสุกรขุน กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.20% มีเปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือด Eosinophils มากที่สุดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

เปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือดขาว Basophils พบว่า ระยะสุกรรุ่น กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.05% มีเปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือด Basophils มากที่สุดและเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ระยะสุกรขุน กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.10%มีเปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือด Basophils มากที่สุดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

เปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือดขาว Monocytes พบว่า ระยะสุกรรุ่น กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.10% มีเปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือด Monocytes มากที่สุดแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ระยะสุกรขุน กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.10% มีเปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือด Monocytes มากที่สุดแต่ไม่ แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

เปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือดขาว Lymphocytes พบว่า ระยะสุกรรุ่น กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.20% มีเปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือด Lymphocytes มากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ระยะสุกรขุน กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.20% มีเปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือด Lymphocytes เพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

ค่าสัดส่วนของเม็ดเลือดขาว Neutrophils:Lymphocytes (N:L ratio) พบว่า ระยะสุกรรุ่น กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันมีค่าสัดส่วนของเม็ดเลือดขาว Neutrophils:Lymphocytes ลดลงแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ระยะสุกรขุน กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันมีค่าสัดส่วนของเม็ดเลือดขาว Neutrophils:Lymphocytes ลดลง แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ระดับไตรกลีเซอไรด์ พบว่า ระยะสุกรรุ่น กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.10% มีระดับไตรกลีเซอไรด์มากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ระยะสุกรขุน กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันที่ระดับ 0.05 0.10 และ 0.20% มีระดับไตรกลีเซอไรด์ไม่แตกต่างกัน แต่การเสริมขมิ้นชันที่ระดับ 0.05% มีระดับไตรกลีเซอไรด์มากที่สุด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

ระดับคอเลสเตอรอล พบว่า ระยะสุกรรุ่น กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.20% มีระดับคอเลสเตอรอลมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างระหว่างกลุ่ม (P>0.05) ระยะสุกรขุน กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.10% มีระดับคอเลสเตอรอลมากที่สุด และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตาราง 8 การเสริมขมิ้นชันที่ระดับ 0 0.05 0.1 และ 0.2% ต่อค่า Hematocrit องค์ประกอบของเลือด ระดับไตรกลีเซอไรด์ และระดับคอเลสเตอรอลในสุกรรุ่น

ลักษณะที่ศึกษา	ระดับการเสริมขมิ้นชัน, %				SEM	*P* - value
	0	0.05	0.10	0.20		
ค่า Hematocrit (%)	38.04	41.18	43.48	47.09	1.36	0.10
ปริมาณเม็ดเลือดขาวรวม ($\times 10^6$ cell/ml.)	9.79^{ก}	6.12^{ข}	11. 35^{ก}	9.06^{กข}	0.66	0.02
ปริมาณเม็ดเลือดขาว ชนิดต่างๆ ($\times 10^6$ cell/ml.)						
Neutrophils	5.51^{ก}	3.11^{ข}	5.68^{ก}	4.09^{กข}	0.39	0.04
Eosinophils	0.17	0.19	0.23	0. 34	0.03	0.29
Basophils	0.17	0.28	0.46	0. 37	0.04	0.11
Monocytes	0.86^{ข}	0.61^{ข}	1.48^{ก}	0.64^{ข}	0.12	0.02
Lymphoeytes	3.08	1.92	3.50	3.62	0.30	0.17
ปริมาณเม็ดเลือดขาว ชนิดต่างๆ (%)						
Neutrophils	57.00	51.50	49.00	45.50	7.48	0.54
Eosinophils	1.75	3.00	2.00	3.75	0.35	0.15
Basophils	1.75	4.50	4.00	4.00	0.44	0.09
Monocytes	8.50	10.25	13.75	7.00	4.38	0.26
Lymphocytes	31.00	30.75	31.25	39.75	2.14	0.40
N:L ratio	1.93	1.81	1.81	1.26	0.19	0.67
Triglyceride (mg/dl)	164	146	208	107	58.82	0.06
Cholesterol (mg/dl)	167	149	162	164	4.99	0.67

หมายเหตุ: ^{ก,ข} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ (P<0.05)

ตาราง 9 การเสริมขมิ้นชันที่ระดับ 0 0.05 0.1 และ 0.2% ต่อค่า Hematocrit องค์ประกอบของเลือด ระดับไตรกลีเซอไรด์ และระดับคอเลสเตอรอลในสุกรขุน

ลักษณะที่ศึกษา	ระดับการเสริมขมิ้นชัน, %				SEM	*P* - value
	0	0.05	0.10	0.20		
ค่า Hematocrit (%)	52.60^{ก}	48.37^{ก,ง}	44.16^{ง}	52.08^{ก}	1.08	0.00
ปริมาณเม็ดเลือดขาวรวม ($\times 10^6$ cell/ml.)	14.25^{ง}	18.00^{ง}	37.13^{ก}	42.63^{ก}	21.19	0.00
ปริมาณเม็ดเลือดขาว ชนิดต่างๆ ($\times 10^6$ cell/ml.)						
Neutrophils	7.35^{ง}	8.17^{ง}	16.92^{ก}	16. 37^{ก}	1.38	0.00
Eosinophils	0.50^{ข}	0.58^{ข}	1.31^{ง}	2.36^{ก}	0.21	0.00
Basophils	0.57^{ง}	0.56^{ง}	1.96^{ก}	1.90^{ก}	0.20	0.00
Monocytes	1.14^{ง}	1.58^{ง}	3.87^{ก}	3.43^{ก}	0.37	0.00
Lymphocytes	4.73^{ข}	7.12^{ข}	13.08^{ง}	18.57^{ก}	1.46	0.00
ปริมาณเม็ดเลือดขาว ชนิดต่างๆ (%)						
Neutrophils	49.25	45.50	45.50	38.25	2.04	0.29
Eosinophils	3.75	3.25	3.50	5.50	0.36	0.10
Basophils	4.25	3.00	5.25	4.50	0.37	0.19
Monocytes	8.00	8.25	10.25	8.00	0.69	0.64
Lymphocytes	35.00	40.00	35.50	43.75	1.88	0.33
N:L ratio	1.54	1.15	1.31	0.94	0.12	0.37
Triglyceride (mg/dl)	89^{ข}	177^{ก}	167^{ก}	167^{ก}	50.10	0.04
Cholesterol (mg/dl)	131	141	148	144.	12.64	0.11

หมายเหตุ: ^{ก,ข} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$)

^{ก,ง,ข} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.01$)

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาการเลี้ยงสุกรที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันระดับ 0.05, 0.10 และ 0.20% พบว่า มีผลต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นระยะสุกรเล็ก กลุ่มที่กินอาหารเสริมขมิ้นชันที่ระดับ 0.05 และ 0.20%มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ระยะสุกรรุ่นและระยะสุกรขุน กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นไม่ต่างกันกับกลุ่มควบคุม ซึ่งตลอดระยะการทดลอง กลุ่มที่กินอาหารเสริมขมิ้นชันทำให้การเพิ่มน้ำหนักตัวมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ปริมาณการกินอาหารระยะสุกรเล็ก กลุ่มที่กินอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.05% มีปริมาณการกินอาหารมากกว่ากลุ่มควบคุม และมีแนวโน้มการกินอาหารเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับประภากร และคณะ (2551) รายงานว่า การเสริมสารสกัดหยาบขมิ้นชันในอาหารไก่เนื้อระดับ 0.25 และ 0.50% ทำให้ปริมาณอาหารที่กินมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมสารสกัดหยาบขมิ้นชันในอาหารไก่เนื้อ ระยะสุกรรุ่นกลุ่มที่กินอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.20% มีปริมาณการกินอาหารมากกว่าทุกกลุ่ม แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ระยะสุกรขุนและตลอดระยะการทดลอง กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันมีปริมาณการกินอาหารไม่ต่างกัน ซึ่งมีความสอดคล้องกับ Limtrakul *et al.* (1997) ที่รายงานว่า การเสริมเคอร์คูมิน เป็นสารสีเหลืองในเหง้าของขมิ้นชันในอาหาร 1% ในหนู swiss albiho อายุ 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่มีการให้อาหารมาตรฐานและอาหารที่เสริมเคอร์คูมิน 1% ทำให้ปริมาณอาหารที่กินไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) อัตราการเจริญเติบโต กลุ่มที่กินอาหารเสริมขมิ้นชันมีอัตราการเจริญเติบโตไม่ต่างจากกลุ่มควบคุม ในระยะสุกรรุ่น พบว่ากลุ่มที่กินอาหารเสริมขมิ้นชันทำให้อัตราการเจริญเติบโตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่ต่างกันระหว่างกลุ่ม ระยะสุกรขุนและตลอดระยะการทดลอง กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันทุกระดับมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับ Limtrakul *et al.* (1997) ที่ได้รายงานว่า การเสริมเคอร์คูมิน 1% ในอาหาร ทดลองกับหนู swiss albiho ทำให้การเจริญเติบโต ไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่มีการให้อาหารมาตรฐานและอาหารที่เสริมเคอร์คูมิน 1% ในอาหาร แต่มีผลยับยั้งการเจริญของเนื้องอก ซึ่งผลที่ได้เป็นตัวชี้วัดการต้านสารที่ทำให้เกิดมะเร็งในตัวหนู

ผลต่อองค์ประกอบของเลือดสุกร จากการเสริมขมิ้นชันในอาหารที่ระดับ 0.05, 0.10 และ 0.20%ในระยะสุกรรุ่น พบว่า กลุ่มที่ไม่มีการเสริมขมิ้นชันมีค่า Hematocrit ต่ำที่สุดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มอื่น แต่ที่ระยะสุกรขุน พบว่า ค่า Hematocrit ลดลง ในกลุ่มสุกรที่กินอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.10% ($P<0.01$) ระยะสุกรรุ่น กลุ่มที่กินอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.10% มีปริมาณเม็ดเลือดขาวรวมสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P>0.05$) โดยพบว่าปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด neutrophil สูง

กว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่ monocyte สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และที่ระยะสุกรขุน กลุ่มที่กินอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.10 และ 0.20% มีปริมาณเม็ดเลือดขาวรวมสูงกว่ากลุ่มควบคุม (P<0.05) โดยพบว่าปริมาณเม็ดเลือดชนิด neutrophil, eosinophil, basophil, monocyte และ lymphocyte เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ซึ่งผลที่ได้จะสอดคล้องกับรายงานของ นรสุทธิ์ และคณะ (2550) ที่รายงานว่า ในกลุ่มที่ให้รับตำรับยาสมุนไพรทดลอง (ฟ้าทะลายโจร ขมิ้นชัน ไพล ลูกใต้ใบ และน้ำนมราชสีห์) ในแม่โคนมระยะใกล้คลอด คลอด และหลังคลอด พบว่า จะมีปริมาณเม็ดเลือดขาวรวม ปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด lymphocyte เม็ดเลือดขาวชนิด monocyte และ eosinophil สูงกว่ากลุ่มควบคุม ค่าสัดส่วนของ N:L ratio ระยะสุกรรุ่นและสุกรขุน พบว่า กลุ่มที่กินอาหารเสริมขมิ้นชันมีค่าสัดส่วนของ N:L ratio ลดลง แต่ความแตกต่างไม่มีมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) และแตกต่างกับ ประภากร และคณะ (2551) ซึ่งรายงานว่า การเสริมสารสกัดหยาบขมิ้นชันระดับ 0.25% ส่งผลให้ค่าสัดส่วนของเม็ดเลือดขาว N:L ratio ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งอาจเป็นผลจากความแตกต่างของชนิดสัตว์ทดลอง ผลต่อระดับของไตรกลีเซอไรด์ สุกรกลุ่มที่กินอาหารเสริมขมิ้นชันมีระดับไตรกลีเซอไรด์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่ที่ระยะสุกรขุน กลุ่มที่กินอาหารเสริมขมิ้นชันมีระดับไตรกลีเซอไรด์สูงกว่ากลุ่มควบคุม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) และระดับของคอเลสเตอรอลระยะสุกรรุ่นและขุน พบว่า กลุ่มที่กินอาหารเสริมขมิ้นชันทำให้ระดับคอเลสเตอรอลมีแนวโน้มที่เพิ่มแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับประภากร และคณะ (2551) ที่พบว่าในไก่เนื้อกลุ่มที่เสริมสารสกัดหยาบขมิ้นชันในอาหารที่ระดับ 0.50% ปริมาณคอเลสเตอรอลในพลาสมาเพิ่มขึ้น แต่ในไก่เนื้อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ส่วนผลต่อต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว พบว่า การเสริมขมิ้นชันที่ระดับต่างๆ ทำให้ต้นทุนค่าอาหารไม่ต่างกัน การเสริมขมิ้นชัน จากผลการทดลองเห็นได้ว่า การเสริมขมิ้นชันที่ระดับ 0.5% ไม่มีผลกระทบด้านสมรรถภาพการเจริญเติบโต แต่มีผลต่อองค์ประกอบของเลือดสุกรเมื่อเสริมขมิ้นชันที่ระดับ 0.10 และ 0.20% โดยทำให้มีปริมาณเม็ดเลือดขาวเพิ่มขึ้น สามารถช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันในตัวสัตว์ และไม่มีผลกระทบต่อระดับคอเลสเตอรอล แต่พบว่ามีผลทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์เพิ่มขึ้น ในช่วงระยะสุกรขุน ซึ่งในอาหารทดลองของระยะสุกรขุนไม่มีส่วนผสมของน้ำมัน หรือไขมันสัตว์ ดังนั้น กลุ่มที่กินอาหารเสริมขมิ้นชันทุกระดับมีระดับไตรกลีเซอไรด์เพิ่มขึ้นเนื่องมาจากน้ำมันในขมิ้นชัน เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม กล่าวได้ว่า การเสริมขมิ้นชัน ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต แต่ส่งผลด้านสุขภาพ โดยเพิ่มการสร้างภูมิคุ้มกัน

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเสริมขมิ้นชันในอาหารสุกรระยะเจริญเติบโต พบว่า สมรรถภาพการเจริญเติบโตโดยรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นระยะสุกรเล็ก กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชัน 0.05 และ 0.20% มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม อัตราการเจริญเติบโตต่อวันของกลุ่มที่กินอาหารเสริมขมิ้นชันสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งระยะสุกรเล็ก รุ่น และขุน และตลอดระยะการทดลอง ทำให้อัตราการแลกน้ำหนักไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมขมิ้นชันมีแนวโน้มให้ค่าอัตราการแลกน้ำหนักต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ในส่วนของต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่การเสริมขมิ้นชันในอาหารมีแนวโน้มทำให้ต้นทุนค่าอาหารเพิ่มขึ้น การเสริมขมิ้นชันมีแนวโน้มทำให้ค่าฮีมาโตคริตเพิ่มขึ้นในระยะสุกรรุ่น แต่ในสุกรขุนการเสริมขมิ้นชันที่ 0.10% ทำให้ค่าฮีมาโตคริตลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และการเสริมขมิ้นชันในอาหารยังช่วยกระตุ้นการสร้างเม็ดเลือดขาวที่เป็นภูมิคุ้มกัน แม้ว่าจะทำให้ระดับของไตรกลีเซอไรด์เพิ่มขึ้นในระยะสุกรขุน ส่วนระดับของคอเลสเตอรอล พบว่าไม่แตกต่าง ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า กลุ่มที่เสริมขมิ้นชันที่ระดับ 0.05 และ 0.20% ทำให้มีแนวโน้มด้านสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรดีกว่ากลุ่มควบคุม แต่ในระยะสุกรขุน พบว่าในกลุ่มที่เสริมขมิ้นชันระดับ 0.10 และ 0.20% มีผลต่อการเพิ่มจำนวนของเม็ดเลือดขาว จากการทดลองทำให้เห็นว่า กลุ่มที่เสริมขมิ้นชัน มีแนวโน้มทำให้สมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรดีขึ้น และการเสริมขมิ้นชันในอาหารมีผลทำให้ปริมาณของเม็ดเลือดขาวในเลือดเพิ่มขึ้น แสดงว่าขมิ้นชันในอาหารช่วยให้สุกรเติบโตเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกัน (เม็ดเลือดขาว) ในสุกรได้ดี และระดับที่เหมาะสมในการใช้เสริมในอาหารอยู่ที่ระดับ 0.10%

ข้อเสนอแนะ

การเสริมขมิ้นชันในอาหารสุกรมีผลทางบวกต่อสมรรถภาพการผลิต เพราะขมิ้นชัน มีคุณสมบัติทางยารักษาโดยเฉพาะ ซึ่งพบได้จากการรายงานวิจัยต่างๆ จากการใช้สมุนไพรขมิ้นชันในสัตว์ จะมีสารสำคัญในการออกฤทธิ์กระตุ้นการสร้างน้ำดี นอกจากนี้ขมิ้นชันยังมีประสิทธิภาพต่อจุลินทรีย์ได้ทั้งแบคทีเรียและรา แต่ก็ขึ้นอยู่กับระดับการเสริม ถ้าให้ขมิ้นชันมาก

เกินไปก็อาจเป็นโทษต่อสัตว์ได้เช่นกัน ดังนั้นจึงควรเสริมขมิ้นชันในระดับที่เหมาะสมกับชนิดและช่วงอายุของสัตว์

บรรณานุกรม

กนกธร ปียธำรงรัตน์. 2537. **ระบบอวัยวะของร่างกาย.** กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พริ้นติ้งเฮาส์. 155 น.

กิติมา จินดามงคล, สุภาพร อิสริโยดม และ บุญส่ง คงคาทิพย์. 2548. **ผลของสารสกัดสมุนไพรขมิ้นชัน ย่านพาโหม และ บอระเพ็ดต่อภาวะเครียดและระดับภูมิคุ้มกันโรคในไก่เนื้อ.** [CD]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จินตนา. 2550. **ปศุสัตว์อินทรีย์ กรมปศุสัตว์.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.dld.go.th/pvlo_kkn/ubonratana/herber.html (12 มีนาคม 2550).

ฐานิดา ศรีหาวงศ์. 2549. **ผลของสารสกัดหยาบจากสมุนไพรขมิ้นชันและฟ้าทะลายโจรต่อความเครียดจากภาวะออกซิเดชั่นในไก่เนื้อ.** การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติครั้งที่ 6. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.grad.chula.ac.th/gradresearch6/pdf/256.pdf (24 ตุลาคม 2550).

นรสุทธิ์ บางภูมิ, นุช โชติช่วง และ ศิริวรรณ พราพงษ์. 2550. **ผลของตำรับยาสมุนไพรไทยต่อเซลล์ระบบภูมิคุ้มกันและระดับไซโตคายน์ IFN - γ และ TNF - α ในแม่โคนม ระยะใกล้คลอด คลอด และหลังคลอด.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.vet.chula.ac.th/vet 2007/proceedings/33-thai-vet/pdf/PDF-0075.pdf (14 สิงหาคม 2552).

นันทยา ชนะรัตน์. 2532. **คู่มือเคมีคลินิก.** เชียงใหม่: คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 118 น.

นัยนา บุญทวียุวัฒ์. 2546. **ชีวเคมีทางโภชนาการ.** กรุงเทพฯ: ซีกมา ดีไซน์กราฟฟิก จำกัด. 424 น.

บุญเสริม ชีวอิสระกุล และ บุญล้อม ชีวอิสระกุล. 2542. **พื้นฐานสัตวศาสตร์.** เชียงใหม่: ธนบรรณการพิมพ์. 186 น.

ประภากร ธาราฉาย, มานิตย์ เทวรักษ์พิทักษ์ และ สุรชัย สร้อยธนศิริกุล. 2551. **เปรียบเทียบผลการใช้สารสกัดขมิ้นชันและฟ้าทะลายโจรต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต สุขภาพ และการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางจุลกายวิภาคของลำไส้ไก่เนื้อ.** รายงานผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 48 น.

ภาณุทรรศน์. 2544. **ขมิ้นยอดสมุนไพรโบราณ.** กรุงเทพฯ: น้ำฝน. 126 น.

มนตรี แสนสุข. 2548. **สมุนไพร ผักพื้นบ้าน เพื่อชีวิต & สุขภาพ.** กรุงเทพฯ: Animate Print and Design Co., Ltd. 223 น.

มหาวิทยาลัยมหิดล. 2545. **สรีรวิทยา**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: เท็กแอนด์ เจอร์นัลพับลิเคชั่น จำกัด. 462 น.

ยุวฉัตร วุฒิธรรมคณาพร. 2543. **การศึกษาเปรียบเทียบการวิเคราะห์โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และไลโปโปรตีน โดยวิธี enzyme และวิธี Colorimetry ในพลาสมาของสุกรขุน.** ปัญหาพิเศษปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 47 น.

รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล, พร้อมจิต ศรลัมพ์ และ นพมาศ สุนทรเจริญนนท์. 2545. **สมุนไพรยาไทยที่ควรรู้.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ศักดิโสภาการพิมพ์. 176 น.

ลัดดา. 2548. **สมุนไพรรักษาโรค.** กรุงเทพฯ: บ้านหนังสือ 19 จำกัด. 344 หน้า.

วรรณรัตน์ ยิ่งสังข์. 2551. **เมตะบอลิสม์ของลิปิด.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.med.cmu.ac.th (14 มีนาคม 2550).

วันดี ทาตระกูล. 2546. **สุกรและการผลิตสุกร.** เชียงใหม่: นพบุรีการพิมพ์. 374 น.

วิโรจน์ จันทรัตน์. 2540. **กายวิภาคและสรีรวิทยาของสัตว์เลี้ยง.** พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 980 น.

สาโรช ค้าเจริญ, บังอร ศรีพานิชกุลชัย และ พิชวัฒน์ แสนไชยสุริยา. 2547. **ปศุสัตว์อินทรีย์ กรมปศุสัตว์.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.dld.go.th/pvlo_kkn/ubonratana/herber.html (12 มีนาคม 2550).

สุคนธ์ คอนดี และ เกศินี เห็นพิทักษ์. 2524. พิมพ์ครั้งที่ 5. **กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยา.** กรุงเทพฯ: แพร่การช่าง. 437 น.

อรนาถ สุนทรวัฒ์, พรทิพย์ ชัยมณี และ ธนิต ผิวนิ่ม. 2546. **ปฏิบัติการชีวเคมี.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. 116 น.

อรรณพ คุณาวงษ์กฤษ. 2545. **วิทยาการสืบพันธุ์สุกร**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 408 น.

Apisariyakul, A., N. Vanittanakom and D. Buddhasukh. 1995. Antifungal activity of turmeric oil extracted from *Curcuma long* (Zingiberaceae). **Journal of Ethnopharmacology** 49: 163 -169.

Baker, J.K. and E.M. Juergenson. 1979. **Approved Practices in Swine Production.** 6th ed. Danville: Interstate Publishers. 432 p.

Beeson, W.M., R.E. Hunsley and J.E. Nordby. 1970. **Livestock Judging and Evaluation a Handbook for The Student.** Danville: Interstate Publishers. 405 p.

Busquet, S., C. Neus, V. Almendro, M.T. Quiles, F.J.L. Soriano and J.M. Argiles. 2001. Curcumin, antural product present in turmeric decreases tumor growth but doses not behave as an anticachectic compound in a rat model. **Journal of Cancer Letters** 167: 33 – 38.

Chatterjee, S., P.S. Variyar, A.S. Gholap, S.R. Padwal – Desai and D.R. Bongirwar. 2000. Effect of γ - irradiation on the volatile oil constituents of turmeric (Curcuma longa). **Food Research International** 33: 103 – 106.

Cholesterol. 2550. [Online]. Available http://www.en.wikipedia.com\cholesterol.htm (12 March 2007).

Devendra, C. and M.F. Fuller. 1979. **Pig Production in The Tropics.** Oxford University: Photolithography and bound. 172 p.

Devies, H.L. 1982. **Nutrition and Growth Manual.** Melbourne: Hedges & Bell Pty Ltd. 188p.

Gross, W.B. and H.S. Siegel. 1983. Evaluation of the heterophil : lymphocyte ratio as a meansure of stress in chickens. **Avian Diseases** 27 : 972 – 979.

Ilsley, S.E., H.M. Miller and C. Kamel. 2005. Effect of dietery quillaja sapomin and curcumin on the performance and immune status of meaned piglets. **Journal of Animal Science** 83: 82 – 8.

Jayaprakasha, G., L.J.M. Rao and K.K. Sakariah. 2002. Improved HPLC method for the determination of curcumin, demethoxycurcumin, and bisdemethoxycurcumin. **Journal of Agriculture and Food Chemistry** 50: 3668 – 3672.

Krider, J.L. and W.E. Carroll. 1971. **Swine Production.** 4th ed. Haryana: Mc. Graw Hill. 528 p.

Limtrakul, P., S. Lipigorngoson, O. Namwong, A. Apisariyakul and F.W. Dunn. 1997. Inhibitory effect of dietary curcumin on skin carcinogenesis in mice. **Cancer Letters** 116: 197 – 203.

National Research Council National (NRC). 1998. **Nutrient Requirement of Swine**. 10th ed. Washington, D.C : Nation Academy Press. 198 p.

Park, S. and S.H.L. Kim. 2002. Discovery of natural products from *Curcuma longa* that protect cells from Beta – Amyloid insult : A drug discovery effort against Alzheimer's disease. **Journal of Natural Products** 65(9): 1227 –1231.

Rayavara, K.K. and S. Krishnapura. 2006. Beneficial influence of dietary curcumin, capsaicin and garlic on erythrocyte integrity in high – fat fed rats. **Journal of Nutritional Biochemistry** 17: 471 – 478 .

Shankar, T.N.B. and V.S. Murthy. 1979. Effect of turmeric (*Curcuma longa*) fractions on the growth of some intestinal & pathogenic bacteria in vitro. **Journal of Experimental Biology** 17: 1363 – 1366.

Singh, G., O.P. Singh and S. Maurya. 2002. Chemical and biocidal investigations on essential oils of some Indian Curcuma species. **Progress in Crystal Growth and Characterization of Materials** 45: 75 – 81.

Turmeric. 2550. [Online]. Available http://www.en.wikipedia.com\turmeric.htm (12 March 2007).

White blood cell. 2550. [Online]. Available http://www.en.wikipedia.com\white blood cell.htm (12 March 2007).

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางผนวก

ตารางผนวก 1 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของขมิ้นชันจากการศึกษา

ส่วนประกอบ	แหล่งที่มา			
	จ.เชียงใหม่*	จ.สระบุรี	จ.กาญจนบุรี	จ.พัทลุง
Curcumin, %w/wDM	7.76	6.47	5.98	7.17
Volatile oil, %	6.5	6.8	5.3	6.4
DM, %	19.29	11.58	15.56	16.94

หมายเหตุ : * ใช้ในการทดลองนี้, ทำการวิเคราะห์โดยศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์เชียงใหม่ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551

ตารางผนวก 2 ส่วนประกอบทางเคมีของสูตรอาหารสุกรเล็กในการทดลอง (สุกรน้ำหนัก 15 – 30 กิโลกรัม) จากการวิเคราะห์การวิเคราะห์

รายการ	สูตรอาหารที่ 1	สูตรอาหารที่ 2	สูตรอาหารที่ 3	สูตรอาหารที่ 4
วัตถุแห้ง (%)	88. 36	88.06	88.98	88.36
โปรตีนรวม (%)	19.29	19.47	19.89	19.57
ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก (%)	53.12	54.07	51.17	52.21
ไขมัน (%)	5.23	4.46	6.56	5.08
เยื่อใย (%)	4.09	3.75	4.49	4.97
เถ้า (%)	6.65	6.31	6.84	6.53
พลังงานหยาบ (Kcal GE/ kg)	3844	3589	3919	3633

หมายเหตุ : ทำการวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่

ตารางผนวก 3 ส่วนประกอบทางเคมีของสูตรอาหารสุกรรุ่นในการทดลอง (สุกรน้ำหนัก 30 – 60 กิโลกรัม) จากการวิเคราะห์

รายการ	สูตรอาหารที่ 1	สูตรอาหารที่ 2	สูตรอาหารที่ 3	สูตรอาหารที่ 4
วัตถุแห้ง (%)	93.02	91.98	90.97	92.95
โปรตีนรวม (%)	16.00	15.22	15. 35	14.55
ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก (%)	69.05	69.04	69.81	71.99
ไขมัน (%)	2.85	2.66	1.89	1.71
เยื่อใย (%)	1.51	1.63	1. 30	1.18
เถ้า (%)	3.60	3.44	3.62	3.52
พลังงานหยาบ (Kcal GE/ kg)	3795	3719	3678	3777

หมายเหตุ : ทำการวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่

ตารางผนวก 4 ส่วนประกอบทางเคมีของสูตรอาหารสุกรขุนในการทดลอง (สุกรน้ำหนัก 60 – 90 กิโลกรัม) จากการวิเคราะห์

รายการ	สูตรอาหารที่ 1	สูตรอาหารที่ 2	สูตรอาหารที่ 3	สูตรอาหารที่ 4
วัตถุแห้ง (%)	94.09	95.63	94.15	94.29
โปรตีนรวม (%)	11.55	11.91	11.83	12.20
ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก (%)	74.25	76.79	72.69	72. 35
ไขมัน (%)	1.20	1.40	4. 31	3.86
เยื่อใย (%)	3.89	2.42	2.26	2.68
เถ้า (%)	3.20	3.12	3.07	3.20
พลังงานหยาบ (Kcal GE/ kg)	3795	3856	3850	3869

หมายเหตุ : ทำการวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่

ตารางผนวก 5 น้ำหนักตัวเฉลี่ยเมื่อเริ่มต้นการทดลองของสุกรทดลอง

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	15.50	15.00	15.00	15.25	15.19
0.05 %	14.00	15.25	14.00	14.50	14.44
0.10 %	14.00	13.50	13.75	14.00	13.81
0.20 %	14.00	14.00	16.00	14.50	14.63

ตารางผนวก 6 น้ำหนักตัวเฉลี่ยสิ้นสุดการทดลองของสุกรทดลอง

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	90.50	90.25	91.75	91.75	91.06
0.05 %	93.50	91.75	90.00	92.00	91.81
0.10 %	94.50	88.50	91.50	94.00	92.13
0.20 %	90.25	92.00	92.50	90.50	91.31

ตารางผนวก 7 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของสุกรเล็กและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	14.50	13.00	15.50	15.00	14.50
0.05 %	17.75	17.75	18.25	15.25	17.25
0.10 %	16.00	14.50	16.25	14.25	15.25
0.20 %	16.75	19.25	17.00	14.75	16.94

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	21.012	7.004	3.77*	3.49	5.95	0.041
Error	12	22.297	1.858				
Total	15	43.309					

CV% = 2.887 %

SEM = 0.4248

Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

	0.05 %	0.2 %	0.1 %	0 %
Mean	17.25	16.94	15.25	14.50
P < 0.05	a	a	ab	b

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05)

ตารางผนวก 8 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	30.00	32.00	32.00	29.75	30.94
0.05 %	30.00	29.00	27.75	31.00	29.44
0.10 %	28.50	36.00	28.00	31.50	31.00
0.20 %	28.75	28.50	27.50	28.75	28.38

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	19.284	6.428	1.49^{ns}	3.49	5.95	0.268
Error	12	51.906	4.326				
Total	15	71.190					

CV% = 5.220 %

SEM = 1.563

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 9 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	30.50	30.25	29.25	31.75	30.44
0.05 %	31.75	29.75	30.00	31.25	30.69
0.10 %	36.00	24.50	33.50	34.25	32.06
0.20 %	30.75	30.25	32.00	32.50	31.38

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	6.418	2.139	0.29^{ns}	3.49	5.95	0.833
Error	12	88.828	7.402				
Total	15	95.246					

CV% = 4.152 %

SEM = 1.293

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 10 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของสุกรตลอดการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	75.00	75.25	76.75	76.50	75.88
0.05 %	79.50	76.50	76.00	77.75	77.38
0.10 %	80.50	75.00	77.75	80.00	78.31
0.20 %	76.25	78.00	76.50	76.00	76.69

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	13.012	4.337	1.67^{ns}	3.49	5.95	0.227
Error	12	30.953	2.570				
Total	15	43.965					

CV% = 2.080 %

SEM = 1.603

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 11 ระยะเวลาในการเลี้ยง (วัน) ของสุกรเล็กและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	28	28	28	28	28
0.05 %	35	35	35	28	33.25
0.10 %	35	35	35	28	33.25
0.20 %	35	35	35	28	33.25

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	82.688	27.563	3.00^{ns}	3.49	5.95	0.073
Error	12	110.250	9.188				
Total	15	192.938					

CV% = 11.130 %

SEM = 3.554

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 12 ระยะเวลาในการเลี้ยง (วัน) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	49	49	42	49	47.25
0.05 %	42	35	42	42	40.25
0.1 %	49	42	42	42	43.75
0.2 %	42	42	35	42	40.25

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	134.750	44.917	3.67*	3.49	5.95	0.044
Error	12	147.000	12.250				
Total	15	281.750					

CV% = 7.635 %

SEM = 3.274

Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

	0 %	0.1 %	0.2 %	0.05 %
Mean	47.25	43.75	40.25	40.25
P < 0.05	a	ab	b	b

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05)

ตารางผนวก 13 ระยะเวลาในการเลี้ยง (วัน) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	49	42	42	49	45.50
0.05 %	42	42	35	35	38.50
0.10 %	42	42	49	42	43.75
0.20 %	49	42	49	28	42.00

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	107.188	35.729	1.00^{ns}	3.49	5.95	0.426
Error	12	428.750	35.729				
Total	15	535.938					

CV% = 2.227 %

SEM = 0.945

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 14 ระยะเวลาในการเลี้ยง (วัน) ของสุกรตลอดการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	126.00	119.00	112.00	126.00	120.75
0.05 %	119.00	112.00	112.00	105.00	112.00
0.10 %	126.00	119.00	126.00	112.00	120.75
0.20 %	126.00	119.00	119.00	98.00	115.50

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	220.500	73.500	1.091^{ns}	3.49	5.95	0. 390
Error	12	808.500	67.375				
Total	15	1029.000					

CV% = 2.280 %

SEM = 2.673

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 15 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัว(กิโลกรัม) ของสุกรเล็กและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	29.20	31.50	29.60	26.50	29.20
0.05 %	43.55	41.55	38.05	26.05	37.30
0.10 %	38.50	35.25	35.15	31.40	37.07
0.20 %	37.20	36.60	41.60	30.55	36.49

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	160.839	53.613	2.26^{ns}	3.49	5.95	0.133
Error	12	284.174	23.681				
Total	15	445.014					

CV% = 11.246 %

SEM = 3.882

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 16 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัว(กิโลกรัม) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	80.30	86.40	73.65	73.70	78.51
0.05 %	73.40	62.90	70.10	75.50	70.48
0.10 %	76.70	70.80	60.60	64.90	68.25
0.20 %	70.20	83.40	60.70	72.50	71.70

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	234.684	78.228	1.53^{ns}	3.49	5.95	0.256
Error	12	611.969	50.997				
Total	15	846.654					

CV% = 9.487 %

SEM = 6.416

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 17 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัว(กิโลกรัม) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	112.40	98.20	86.40	99.90	99.23
0.05 %	95.70	91.70	89.00	90.50	91.73
0.10 %	104.60	84.85	103.90	107.20	100.14
0.20 %	87.30	99.10	119.40	72.00	94.45

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	190.427	63.476	0.40^{ns}	3.49	5.95	0.752
Error	12	1881.202	156.767				
Total	15	2071.629					

CV% = 3.326 %

SEM = 3.206

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 18 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัว(กิโลกรัม) ของสุกรตลอดการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	221.90	216.10	189.65	200.10	206.94
0.05 %	212.65	196.15	197.15	192.05	199.50
0.10 %	219.80	190.90	199.65	203.50	203.46
0.20 %	194.70	219.10	221.70	175.05	202.64

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	112.108	37. 369	0.16^{ns}	3.49	5.95	0.921
Error	12	2796. 3441	233.028				
Total	15	2908.449					

CV% = 0.451 %

SEM = 0.916

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 19 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน(กิโลกรัม) ของสุกรเล็กและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	1.04	1.11	1.06	0.95	1.05
0.05 %	1.24	1.19	1.09	0.93	1.11
0.10 %	1.00	1.01	1.00	1.12	1.06
0.20 %	1.06	1.05	1.19	1.09	1.09

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	0.014	0.005	0.59^{ns}	3.49	5.95	0.633
Error	12	0.093	0.008				
Total	15	0.107					

CV% = 0.007 %

SEM = 0.0211

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 20 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน(กิโลกรัม) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	1.64	1.76	1.75	1.50	1.66
0.05 %	1.75	1.79	1.67	1.80	1.75
0.10 %	1.56	1.68	1.44	1.54	1.56
0.20 %	1.67	1.98	1.73	1.73	1.78

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	0.122	0.041	3.47^{ns}	3.49	5.95	0.051
Error	12	0.141	0.012				
Total	15	0.263					

CV% = 0.018 %

SEM = 0.0331

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 21 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (กิโลกรัม) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	2.30	2.34	2.56	2.04	2.31
0.05 %	2.28	2.18	2.54	2.59	2.40
0.10 %	2.49	2.02	2.12	2.55	2.30
0.20 %	1.78	2.36	2.43	2.57	2.29

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	0.032	0.011	0.15^{ns}	3.49	5.95	0.925
Error	12	0.827	0.069				
Total	15	0.859					

CV% = 0.057 %

SEM = 0.0598

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 22 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (กิโลกรัม) ของสุกรตลอดการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	1.76	1.82	1.69	1.59	1.71
0.05 %	1.79	1.75	1.76	1.83	1.78
0.10 %	1.74	1.60	1.58	1.82	1.69
0.20 %	1.55	1.84	1.86	1.79	1.76

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	0.023	0.008	0.69^{ns}	3.49	5.95	0.576
Error	12	0.134	0.011				
Total	15	0.157					

CV% = 0.010 %

SEM = 0.0256

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 23 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน(กิโลกรัม) ของสุกรเล็กและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	0.52	0.46	0.55	0.54	0.52
0.05 %	0.51	0.51	0.52	0.44	0.50
0.10 %	0.46	0.48	0.46	0.50	0.48
0.20 %	0.48	0.55	0.49	0.53	0.51

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	F_{05}	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	0.004	0.001	1.33^{ns}	3.49	5.95	0.310
Error	12	0.013	0.001				
Total	15	0.018					

CV% = 0.001 %

SEM = 0.0086

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 24 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน(กิโลกรัม) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	0.66	0.65	0.76	0.61	0.66
0.05 %	0.71	0.83	0.66	0.74	0.74
0.10 %	0.58	0.86	0.67	0.75	0.72
0.20 %	0.68	0.68	0.79	0.68	0.71

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	0.013	0.004	0.64^{ns}	3.49	5.95	0.606
Error	12	0.082	0.007				
Total	15	0.095					

CV% = 0.006 %

SEM = 0.0199

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05)

ตารางผนวก 25 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน(กิโลกรัม) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	0.62	0.72	0.69	0.65	0.67
0.05 %	0.76	0.71	0.86	0.89	0.81
0.10 %	0.86	0.58	0.68	0.82	0.74
0.20 %	0.63	0.72	0.65	1.16	0.79

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	0.045	0.015	0.68^{ns}	3.49	5.95	0.580
Error	12	0.264	0.022				
Total	15	0.309					

CV% = 0.021 %

SEM = 0.0359

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 26 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน(กิโลกรัม) ของสุกรตลอดการทดลอง และการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	0.60	0.63	0.69	0.61	0.63
0.05 %	0.67	0.68	0.68	0.74	0.69
0.10 %	0.64	0.63	0.62	0.71	0.65
0.20 %	0.61	0.66	0.64	0.78	0.67

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	0.008	0.003	1.11^{ns}	3.49	5.95	0. 383
Error	12	0.030	0.002				
Total	15	0.038					

CV% = 0.002 %

SEM = 0.0126

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 27 อัตราการแลกน้ำหนักของสุกรเล็กและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	2.01	2.42	1.91	1.77	2.03
0.05 %	2.45	2.34	2.08	1.71	2.15
0.10 %	2.41	2.43	2.16	2.20	2.30
0.20%	2.22	1.90	2.45	2.07	2.16

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	0.149	0.050	0.77^{ns}	3.49	5.95	0.535
Error	12	0.781	0.065				
Total	15	0.930					

CV% = 2.1581 %

SEM = 0.062

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 28 อัตราการแลกน้ำหนักของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	2.68	2.70	2.30	2.48	2.54
0.05 %	2.45	2.17	2.53	2.44	2.39
0.10 %	2.69	1.97	2.16	2.06	2.22
0.20 %	2.44	2.93	2.21	2.52	2.53

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	0.264	0.088	1.38^{ns}	3.49	5.95	0.296
Error	12	0.763	0.064				
Total	15	1.027					

CV% = 0.068 %

SEM = 0.0654

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 29 อัตราการแลกน้ำหนักของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	3.69	3.25	2.95	3.15	3.26
0.05 %	3.01	3.08	2.97	2.90	2.99
0.10 %	2.91	3.46	3.10	3.13	3.15
0.20 %	2.84	3.28	3.73	2.22	3.02

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	0.188	0.063	0.44^{ns}	3.49	5.95	0.729
Error	12	1.711	0.143				
Total	15	1.899					

CV% = 0.127 %

SEM = 0.889

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 30 อัตราการแลกน้ำหนักของสุกรตลอดการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	2.96	2.87	2.47	2.62	2.73
0.05 %	2.67	2.56	2.59	2.48	2.58
0.10 %	2.73	2.55	2.57	2.54	2.60
0.20 %	2.55	2.81	2.90	2.30	2.64

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	0.056	0.019	0.54^{ns}	3.49	5.95	0.663
Error	12	0.415	0.035				
Total	15	0.471					

CV% = 0.031 %

SEM = 0.4430

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 31 ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว (บาท/กิโลกรัม) ของสุกรเล็กและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	21.41	25.77	20.34	18.85	21.59
0.05 %	26.09	24.92	22.15	18.21	22.84
0.10 %	25.67	25.88	23.00	23.43	24.49
0.20 %	23.64	20.24	26.09	22.05	23.01

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	16.959	5.653	0.77^{ns}	3.49	5.95	0.535
Error	12	88.523	7.377				
Total	15	105.482					

CV% = 7.032 %

SEM = 0.663

^{ns} มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 32 ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว (บาท/กิโลกรัม) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	26.56	26.76	22.79	24.58	25.09
0.05 %	24.28	21.50	25.07	24.18	18.26
0.10 %	26.66	19.52	21.41	20.41	22.00
0.20 %	24.18	29.04	21.90	24.97	25.02

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	25.198	8.399	1.38^{ns}	3.49	5.95	0.303
Error	12	74.300	6.192				
Total	15	99.498					

CV% = 6.633 %

SEM = 0.6439

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 33 ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว (บาท/กิโลกรัม) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	33.65	29.64	26.90	28.73	29.73
0.05 %	27.45	28.09	27.09	26.45	27.27
0.10 %	26.54	31.56	28.27	28.55	28.73
0.20 %	25.90	29.91	34.02	20.25	27.52

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	15.594	5.195	0.44^{ns}	3.49	5.95	0.436
Error	12	142.281	11.854				
Total	15	157.875					

CV% = 3.380 %

SEM = 0.957

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 34 ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว (บาท/กิโลกรัม) ของสุกร ตลอดการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	10.03	10.34	12.01	11.35	10.93
0.05 %	11.10	11.58	11.44	11.98	11.52
0.10 %	10.87	11.66	11.56	11.67	11.44
0.20 %	11.62	10.57	10.24	12.89	11.33

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	0.824	0.275	0.43^{ns}	3.49	5.95	0.734
Error	12	7.623	0.635				
Total	15	8.447					

CV% = 0.563 %

SEM = 0.188

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 35 ความหนาไขมันสันหลัง (มิลลิเมตร) ของสุกรที่มีน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 90 กิโลกรัมและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	15.63	18.83	15.33	15.17	16.24
0.05 %	13.50	21.50	17.89	18.67	20.13
0.10 %	16.83	16.00	19.33	19.67	17.96
0.20 %	14.83	17.50	20.67	18.83	17.96

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	F_{05}	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	8.631	2.877	0.49^{ns}	3.49	5.95	0.694
Error	12	69.995	5.833				
Total	15	78.626					

CV% = 5.242 %

SEM = 0.572

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 36 ปริมาณฮีมาโตคริต (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	38.81	38.16	36.62	38.57	38.04
0.05 %	42.42	44.12	32.47	45.71	41.18
0.10 %	36.00	46.67	50.00	41.25	43.48
0.20 %	50.00	50.72	42.86	44.78	47.09

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	174.606	58.202	2.61^{ns}	3.49	5.95	0.100
Error	12	267.955	22.330				
Total	15	442.560					

CV% = 29.504 %

SEM = 1.358

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 37 ปริมาณฮีมาโตคริต (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	50.59	53.01	50.00	56.79	52.60
0.05 %	43.18	51.14	50.68	48.48	48.37
0.10 %	44.03	40.69	46.84	45.07	44.16
0.20 %	51.85	53.85	52.63	50.00	52.08

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	183.704	61.235	7.63**	3.49	5.95	0.004
Error	12	96.364	8.030				
Total	15	280.068					

CV% = 18.671 %

SEM = 1.080

Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

	0 %	0.2 %	0.05 %	0.1 %
Mean	52.60	52.08	48.37	44.16
P < 0.01	a	a	ab	b

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.01)

ตารางผนวก 38 ปริมาณเม็ดเลือดขาว ($\times 10^6$ เซลล์/มล.) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	10.70	9.65	10.60	8.23	9.79
0.05 %	5.60	4.85	8.20	5.81	6.12
0.10 %	11.90	6.55	14.65	12.30	11.35
0.20 %	9.30	9.05	8.08	9.80	9.06

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	57.823	19.274	4.93*	3.49	5.95	0.019
Error	12	46.944	3.912				
Total	15	104.767					

CV% = 6.984 %

SEM = 0.661

Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

	0.1 %	0 %	0.2 %	0.05 %
Mean	11.35	9.79	9.06	6.12
P < 0.05	a	a	ab	b

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05)

ตารางผนวก 39 ปริมาณเม็ดเลือดขาว ($\times 10^6$ เซลล์/มล.) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	15.50	20.50	10.50	10.50	14.25
0.05 %	14.50	14.00	21.50	22.00	18.00
0.1 %	39.50	39.50	32.00	37.50	37.13
0.2 %	46.50	39.00	46.00	39.00	42.63

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	2344.875	781.625	43.50**	3.49	5.95	0.000
Error	12	215.625	17.969				
Total	15	2560.500					

CV% = 75.693 %

SEM = 21.194

Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

	0.2 %	0.1 %	0.05 %	0 %
Mean	42.63	37.13	18.00	14.25
P < 0.01	a	a	b	b

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.01)

ตารางผนวก 40 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophils (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	50.00	53.00	55.00	70.00	57.00
0.05 %	66.00	60.00	50.00	30.00	51.50
0.10 %	63.00	39.00	47.00	47.00	49.00
0.20 %	50.00	39.00	55.00	38.00	45.50

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	281.000	93.667	0.75^{ns}	3.49	5.95	0.543
Error	12	1498.000	124.833				
Total	15	1779.000					

CV% = 14.745 %

SEM = 7.483

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 41 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophils (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	1.00	3.00	2.00	1.00	1.75
0.05 %	2.00	2.00	3.00	5.00	3.00
0.10 %	2.00	2.00	3.00	1.00	2.00
0.20 %	6.00	4.00	2.00	3.00	3.75

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	10.250	3.417	2.10^{ns}	3.49	5.95	0.153
Error	12	19.500	1.625				
Total	15	29.750					

CV% = 1.983 %

SEM = 0.352

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 42 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Basophils (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	1.00	3.00	2.00	1.00	1.75
0.05 %	2.00	4.00	5.00	7.00	4.50
0.10 %	5.00	4.00	4.00	3.00	4.00
0.20 %	6.00	2.00	3.00	5.00	4.00

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	18.188	6.063	2.62^{ns}	3.49	5.95	0.099
Error	12	27.750	2.313				
Total	15	45.938					

CV% = 3.063 %

SEM = 0.438

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 43 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Monocytes (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	8.00	13.00	10.00	3.00	8.50
0.05 %	5.00	9.00	7.00	20.00	10.25
0.10 %	12.00	19.00	13.00	11.00	13.75
0.20 %	12.00	8.00	4.00	4.00	7.00

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	101.250	33.750	1.50^{ns}	3.49	5.95	0.265
Error	12	270.500	22.542				
Total	15	371.750					

CV% = 24.783 %

SEM = 4.376

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 44 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocytes (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	40.00	28.00	31.00	25.00	31.00
0.05 %	25.00	25.00	35.00	38.00	30.75
0.10 %	18.00	36.00	33.00	38.00	31.25
0.20 %	26.00	47.00	36.00	50.00	39.75

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	230.188	76.729	1.06^{ns}	3.49	5.95	0.403
Error	12	870.250	72.521				
Total	15	1100.438					

CV% = 73.362 %

SEM = 2.141

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 45 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophils (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	52.00	61.00	37.00	47.00	49.25
0.05 %	50.00	42.00	49.00	41.00	45.50
0.10 %	43.00	51.00	45.00	43.00	45.50
0.20 %	42.00	24.00	38.00	49.00	38.25

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	254.250	84.750	1.37^{ns}	3.49	5.95	0.299
Error	12	741.500	61.792				
Total	15	995.750					

CV% = 66.383 %

SEM = 2.037

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 46 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophils (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	2.00	3.00	6.00	4.00	3.75
0.05 %	4.00	3.00	4.00	2.00	3.25
0.10 %	2.00	5.00	3.00	4.00	3.50
0.20 %	5.00	5.00	7.00	5.00	5.50

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	12.500	4.167	2.56^{ns}	3.49	5.95	0.103
Error	12	19.500	1.625				
Total	15	32.000					

CV% = 2.133 %

SEM = 0.365

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 47 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Basophils (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	2.00	4.00	6.00	500	4.25
0.05 %	2.00	3.00	4.00	3.00	3.00
0.10 %	8.00	4.00	5.00	4.00	5.25
0.20 %	4.00	5.00	4.00	5.00	4.50

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	10.500	3.500	1.87^{ns}	3.49	5.95	0.189
Error	12	22.500	1.875				
Total	15	33.000					

CV% = 2.200 %

SEM = 0.371

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 48 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Monocytes (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	4.00	10.00	8.00	10.00	8.00
0.05 %	6.00	6.00	7.00	14.00	8.25
0.10 %	14.00	10.00	7.00	10.00	10.25
0.20 %	8.00	9.00	9.00	6.00	8.00

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	14.250	4.750	0.57^{ns}	3.49	5.95	0.644
Error	12	99.500	8.292				
Total	15	113.750					

CV% = 7.583 %

SEM = 0.688

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 49 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocytes (เปอร์เซ็นต์) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	40.00	22.00	43.00	35.00	35.00
0.05 %	38.00	46.00	36.00	40.00	40.00
0.10 %	33.00	30.00	40.00	39.00	35.50
0.20 %	41.00	57.00	42.00	35.00	43.75

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	204.188	68.063	1.26^{ns}	3.49	5.95	0.330
Error	12	645.750	53.813				
Total	15	849.938					

CV% = 56.663 %

SEM = 1.882

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 50 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophils ($\times 10^6$ เซลล์/มล.) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	5.35	5.11	5.83	5.76	5.51
0.05 %	3.70	2.91	4.10	1.74	3.11
0.10 %	7.50	2.55	6.89	5.78	5.68
0.20 %	4.65	3.53	4.44	3.72	4.09

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	17.908	5.969	3.76*	3.49	5.95	0.041
Error	12	19.065	1.589				
Total	15	36.973					

CV% = 2.465 %

SEM = 0.393

Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

	0.1 %	0 %	0.2 %	0.05 %
Mean	5.68	5.51	4.09	3.11
P < 0.05	a	a	ab	b

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05)

ตารางผนวก 51 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophils ($\times 10^6$ เซลล์/มล.) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	0.11	0.29	0.21	0.08	0.17
0.05 %	0.11	0.10	0.25	0.29	0.19
0.10 %	0.24	0.13	0.44	0.12	0.23
0.20 %	0.56	0.36	0.16	0.29	0.34

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	0.0.71	0.024	1.38^{ns}	3.49	5.95	0.297
Error	12	0.206	0.017				
Total	15	0.277					

CV% = 0.018 %

SEM = 0.034

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 52 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Basophils ($\times 10^6$ เซลล์/มล.) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	0.11	0.29	0.21	0.08	0.17
0.05 %	0.11	0.19	0.41	0.41	0.28
0.10 %	0.60	0.26	0.59	0.37	0.46
0.20 %	0.56	0.18	0.24	0.49	0.37

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	0.175	0.058	2.45^{ns}	3.49	5.95	0.114
Error	12	0.286	0.024				
Total	15	0.462					

CV% = 0.031 %

SEM = 0.044

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 53 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Monocytes ($\times 10^6$ เซลล์/มล.) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	0.86	1.25	1.06	0.25	0.86
0.05 %	0.28	0.44	0.57	1.16	0.61
0.10 %	1.43	1.24	1.90	1.35	1.48
0.20 %	1.12	0.72	0.32	0.39	0.64

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	1.960	0.653	4.72*	3.49	5.95	0.021
Error	12	1.661	0.138				
Total	15	3.621					

CV% = 0.241 %

SEM = 0.122

Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

	0.1 %	0 %	0.2 %	0.05 %
Mean	1.48	0.86	0.64	0.61
P < 0.05	a	b	b	b

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05)

ตารางผนวก 54 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocytes ($\times 10^6$ เซลล์/มล.) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	4.28	2.70	3.29	2.06	3.08
0.05 %	1.04	1.21	2.87	2.21	1.92
0.10 %	2.14	2.36	4.83	4.67	3.50
0.20 %	2.42	4.25	2.91	4.90	3.62

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	7.193	2.398	1.96^{ns}	3.49	5.95	0.174
Error	12	14.696	1.225				
Total	15	21.890					

CV% = 1.459 %

SEM = 0.302

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 55 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophils : Lymphocytes ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	1.25	1.89	1.77	2.80	1.93
0.05 %	2.64	2.40	1.43	0.79	1.81
0.10 %	3.50	1.08	1.42	1.24	1.81
0.20 %	1.92	0.83	1.53	0.76	1.26

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	1.083	0.361	0.52^{ns}	3.49	5.95	0.675
Error	12	8.278	0.690				
Total	15	9.360					

CV% = 0.624 %

SEM = 0.198

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 56 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophils ($\times 10^6$ เซลล์/มล.) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	8.06	12.51	3.89	4.94	7.35
0.05 %	7.25	5.88	10.54	9.02	8.17
0.10 %	16.99	20.15	14.40	16.13	16.92
0.20 %	19.53	9.36	17.48	19.11	16.37

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	317.548	105.849	8.91**	3.49	5.95	0.002
Error	12	146.617	11.885				
Total	15	460.165					

CV% = 30.678 %

SEM = 1.385

Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

	0.1 %	0.2 %	0.05 %	0 %
Mean	16.92	16.37	8.17	7.35
P < 0.01	a	a	b	b

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.01)

ตารางผนวก 57 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophils ($\times 10^6$ เซลล์/มล.) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	0.31	0.62	0.63	0.42	0.50
0.05 %	0.58	0.42	0.86	0.44	0.58
0.10 %	0.79	1.98	0.96	1.50	1.31
0.20 %	2.33	1.95	3.22	1.95	2.36

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	8.999	3.000	16.73**	3.49	5.95	0.000
Error	12	2.152	0.179				
Total	15	11.151					

CV% = 0.743 %

SEM = 0.216

Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

	0.2 %	0.1 %	0.05 %	0 %
Mean	2.36	1.31	0.58	0.50
P < 0.01	a	b	c	c

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.01)

ตารางผนวก 58 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Basophils ($\times 10^6$ เซลล์/มล.) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	0.31	0.82	0.63	0.53	0.57
0.05 %	0.29	0.42	0.86	0.66	0.56
0.10 %	3.16	1.58	1.60	1.50	1.96
0.20 %	1.86	1.95	1.84	1.95	1.90

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	7.461	2.487	13.18**	3.49	5.95	0.000
Error	12	2.264	0.189				
Total	15	9.724					

CV% = 0.648 %

SEM = 0.201

Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

	0.1 %	0.2 %	0 %	0.05 %
Mean	1.96	1.90	0.57	0.56
P < 0.01	a	a	b	b

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.01)

ตารางผนวก 59 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Monocytes ($\times 10^6$ เซลล์/มล.) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	0.62	2.05	0.84	1.05	1.14
0.05 %	0.87	0.84	1.51	3.08	1.58
0.10 %	5.53	3.95	2.24	3.75	3.87
0.20 %	3.72	3.51	4.14	2.34	3.43

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	21.742	7.247	7.42**	3.49	5.95	0.005
Error	12	11.719	0.977				
Total	15	33.461					

CV% = 2.231 %

SEM = 0.373

Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

	0.1 %	0.2 %	0.05 %	0 %
Mean	3.87	3.43	1.58	1.14
P < 0.01	a	a	b	b

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.01)

ตารางผนวก 60 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocytes ($\times 10^6$ เซลล์/มล.) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	6.20	4.51	4.52	3.68	4.73
0.05 %	5.51	6.44	7.74	8.80	7.12
0.10 %	13.04	11.85	12.80	14.63	13.08
0.20 %	19.07	22.23	19.32	13.65	18.57

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	463.638	154.546	35.65**	3.49	5.95	0.000
Error	12	52.027	4.336				
Total	15	515.665					

CV% = 34.378 %

SEM = 1.466

Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

	0.2 %	0.1 %	0.05 %	0 %
Mean	18.57	13.08	7.12	4.73
P < 0.01	a	b	c	c

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.01)

ตารางผนวก 61 ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophils : Lymphocyte ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	1.30	2.77	0.86	1.34	1.54
0.05 %	1.32	0.91	1.36	1.03	1.15
0.10 %	1.30	1.70	1.13	1.10	1.31
0.20 %	1.02	0.42	0.94	1.40	0.94

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	0.848	0.283	1.16^{ns}	3.49	5.95	0.366
Error	12	2.933	0.244				
Total	15	9.782					

CV% = 0.252 %

SEM = 0.126

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 62 ระดับไตรกลีเซอไรด์ (มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	92.98	201.94	238.68	124.92	164.63
0.05 %	113.98	192.12	147.78	132.71	146.65
0.10 %	257.75	159.17	192.28	225.40	208.65
0.20 %	92.59	99.32	154.06	85.19	107.79

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	21018.87	7006.290	3.33^{ns}	3.49	5.95	0.057
Error	12	25278.57	2106.547				
Total	15	46297.44					

CV% = 37.483 %

SEM = 58.822

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 63 ระดับไตรกลีเซอไรด์ (มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	100.95	83.86	85.31	86.69	89.20
0.05 %	105.97	174.26	217.39	213.82	177.86
0.10 %	203.05	215.61	103.02	149.88	167.89
0.20 %	124.59	202.77	202.38	141.90	167.91

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	67.300	22.433	3.86*	3.49	5.95	0.038
Error	12	28.754	9.063				
Total	15	96.055					

CV% = 33.248 %

SEM = 50.104

Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

	0.05 %	0.2 %	0.1 %	0 %
Mean	177.86	167.91	167.89	89.20
P < 0.05	a	a	a	b

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05)

ตารางผนวก 64 ระดับคอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร) ของสุกรรุ่นและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	156.36	165.59	188.24	157.84	167.01
0.05 %	160.22	148.23	153.05	137.02	149.63
0.10 %	188.71	170.40	161.69	127.69	162.12
0.20 %	131.18	151.39	179.07	197.69	164.83

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	725.094	241.698	0.53^{ns}	3.49	5.95	0.671
Error	12	5491.767	457.647				
Total	15	6216.861					

CV% = 3.099 %

SEM = 4.987

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางผนวก 65 ระดับคอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร) ของสุกรขุนและการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ระดับการเสริมขมิ้นชัน	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0 %	127.14	126.28	139.36	132.51	131.32
0.05 %	135.69	134.01	148.01	149.96	141.92
0.10 %	145.34	158.93	136.88	154.73	148.97
0.20 %	131.73	145.49	161.21	138.93	144.34

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	$F_{.05}$	$F_{.01}$	P - value
Treatments	3	670.187	223.396	2.49^{ns}	3.49	5.95	0.110
Error	12	1077.966	89.831				
Total	15	1748.153					

CV% = 8.923 %

SEM = 12.639

^{ns} มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ภาคผนวก ข

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นางสาวพัชรี ราตรี
เกิดเมื่อ	2 พฤศจิกายน 2526
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2545 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวังชมภูวิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์
	พ.ศ. 2548 ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ วิทยาเขตแพร่ – เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่
ประวัติการฝึกงาน	พ.ศ. 2547 ได้ผ่านการศึกปฏิบัติงานฟาร์มของกิจการเลี้ยงไก่เนื้อ ณ บริษัทโกลเด้นไลน์บิสซิเนส อ.ชัยบาดาล จ.ลพบุรี
ประวัติการฝึกอบรม	พ.ศ. 2547 ได้ผ่านการฝึกอบรมหลักสูตร ผู้ประกอบการมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงไก่ไข่ กรมปศุสัตว์
	พ.ศ. 2547 ได้ผ่านการฝึกอบรมหลักสูตร ผู้ประกอบการมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อ กรมปศุสัตว์
	พ.ศ. 2547 ได้ผ่านการฝึกอบรมหลักสูตร ผู้ประกอบการมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกร กรมปศุสัตว์
	พ.ศ. 2549 ได้ผ่านการฝึกอบรมหลักสูตร ผู้ประกอบการมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกร กรมปศุสัตว์
	พ.ศ. 2550 ได้ผ่านการฝึกอบรมหลักสูตร ผู้ประกอบการมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกร กรมปศุสัตว์
	พ.ศ. 2550 ได้ผ่านการฝึกอบรมโครงการปัจฉิมนิเทศ หลักสูตร “การเขียนแผนธุรกิจ”
	พ.ศ. 2551 ได้เข้าร่วมโครงการอบรมเพื่อเพิ่มพูนประสิทธิภาพผู้นำชุมชนทางด้านการเลี้ยงสัตว์
	พ.ศ. 2551 ได้เข้าร่วมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การประยุกต์ใช้จุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดสำหรับงานวิจัยขั้นพื้นฐานและขั้นสูงทางด้านชีววิทยา