

โครงการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ระดับการประเมินคุณภาพ

☐ ดีเยี่ยม	☒ ดีมาก
☐ ดี	☐ ปานกลาง



ผลของการใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียด ต่อไขมันช่องท้อง
คอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และจำนวนเม็ดเลือดขาวในไก่กระพง

สิริญาณ์ พาหะมา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการผลิตสัตว์
โครงการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2550

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
โครงการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการผลิตสัตว์

ชื่อเรื่อง

ผลของการใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียด ต่อไขมันช่องท้อง
คอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และจำนวนเม็ดเลือดขาวในไก่กระตัง

โดย

สิริญาณ์ พาเหมาะ

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุกิจ ชันชปราชญ์)

วันที่ 2 เดือน ๖ พ.ศ. 2550

กรรมการที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.บัญชา พงศ์พิศาลธรรม)

วันที่ 2 เดือน ๖ พ.ศ. 2550

กรรมการที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร.วิรัชศักดิ์ ปกรัตติ)

วันที่ 2 เดือน ๖ พ.ศ. 2550

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมปอง สรรวมศิริ)

วันที่ 2 เดือน ๖ พ.ศ. 2550

โครงการบัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพ พงษ์พานิช)

ประธานคณะกรรมการ โครงการบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 2 เดือน ๖ พ.ศ. 2550

ชื่อเรื่อง	ผลของการใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียด ต่อไขมันช่องท้อง คอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และจำนวน เม็ดเลือดขาวในไก่กระพง
ชื่อผู้เขียน	นางสาวสิริญาณ์ พาเหมาะ
ชื่อปริญญา	ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการผลิตสัตว์
ประธานกรรมการที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.สุกิจ ชันธปราบ

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดในไก่กระพงพันธุ์ Ross 308 คละเพศ อายุ 1 วัน จำนวน 160 ตัว แบ่งการทดลองออกเป็น 5 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมี 4 ซ้ำ ๆ ละ 8 ตัว โดยกลุ่มที่ 1 คือ อาหารที่ไม่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียด กลุ่มที่ 2 3 4 และ 5 คือ อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 25 50 75 และ 100 % ตามลำดับ วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) อาหารที่ใช้ในการทดลองแบ่งเป็น 2 ระยะคือ ระยะ 0-3 สัปดาห์ และ 3-6 สัปดาห์ ในแต่ละระยะมีโปรตีนระดับ 23 และ 20 % และพลังงาน 3,200 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ไก่ทุกตัวได้รับอาหาร และน้ำอย่างเต็มที่ ทำการเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 42 วัน จากนั้นนำไก่กระพงจำนวน 8 ตัวต่อกลุ่มการทดลอง มาฆ่าเพื่อศึกษาไขมันช่องท้อง

ผลปรากฏว่า ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือด ของไก่กระพงมีความแตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยพบว่า อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 50 % มีระดับไตรกลีเซอไรด์ต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ สมรรถภาพการผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ ($P<0.01$) โดยอาหารที่ไม่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียด มีปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ และอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่ากลุ่มอื่น ๆ เปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้อง ปริมาณคอเลสเตอรอล และจำนวนเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 25 % มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ และอาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 100 % มีแนวโน้มของปริมาณคอเลสเตอรอลต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ และอาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 75 % มีแนวโน้มของจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocyte สูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ และอัตราส่วนเม็ดเลือดขาวชนิด Heterophil/Lymphocyte มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ไก่กระทงในกลุ่มที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 50 % มีผลทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดลดลงกว่ากลุ่มการทดลองอื่นๆ และไก่กระทงในกลุ่มที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 0 % มีสมรรถภาพการผลิตด้านปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่ากลุ่มการทดลองอื่นๆ



Title	Effects of using ground <i>Lentinus edodes</i> spp. fermented with yeasture as rice bran replacement on abdominal fat, cholesterol, triglyceride and white blood cells in broilers
Author	Miss Siriya Phamoh
Degree of	Master of Science in Animal Production
Advisory Committee Chairperson	Associate Professor Dr.Sukit Khantaprab

ABSTRACT

A study was conducted to determine the effect of using ground *Lentinus edodes* spp. fermented with yeasture as rice bran replacement (LFY) on abdominal fat, cholesterol, triglyceride, white blood cells and performance using a total of 160 one-day old Ross 308 broilers of both sexes, which were divided into 5 treatment groups of 4 replications (8 chicks per cage). Using the Completely Randomized Design (CRD), chicks were fed diets containing LFY at levels of 0, 25, 50, 75 and 100%, respectively. Feeding was divided into two phases (0-3 weeks and 3-6 weeks) with crude protein adjusted to 23 and 20%, respectively, while metabolizable energy of all diet groups was 3,200 Kcal/kg throughout the experimental period. Broilers were fed *ad libitum* for 42 days, after which, 8 broilers from each group were slaughtered to study abdominal fat.

Results showed that triglyceride level in blood of broilers were different ($P<0.05$) with broilers fed 50% LFY having the lowest triglyceride level than other treatment groups. Production values were significantly different ($P<0.01$) with highest amount shown by broilers fed 0% LFY including feed efficiency ratio which was also the highest among the groups. Results, however, showed no significant differences in terms of the abdominal fat, cholesterol level and white blood cells ($P>0.05$) although abdominal fat percentage tended to decrease among broilers fed 25% LFY. Broilers fed 100% LFY showed cholesterol level to be much lower than other groups. On the other hand, lymphocytes tended to increase among broilers fed 75% LFY while heterophil/lymphocyte ratio tended to decrease.

In conclusion, feeding 50% LFY to broilers caused a decrease in triglyceride level in blood plasma as compared to other treatment groups. Meanwhile, feed intake, growth rate and feed efficiency ratio among broilers fed 0% dietary LFY was better than other treatment groups.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุกิจ จันทร์ปราบ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำในการวางแผนการทดลอง ตลอดจนช่วยสนับสนุนทุนวิจัย วัสดุอุปกรณ์สำหรับใช้ในการดำเนินงาน จนกระทั่งงานทดลองสำเร็จ และได้ตรวจทานแก้ไขจนได้วิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ. ดร.บัญชา พงษ์พิศาลธรรม กรรมการที่ปรึกษา ร่วม ที่ได้ให้คำแนะนำตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขจนกระทั่งสำเร็จเป็นวิทยานิพนธ์อย่างสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.วีรศักดิ์ ปรกติ กรรมการที่ปรึกษาร่วม ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการทดลอง ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขจนกระทั่งสำเร็จเป็นวิทยานิพนธ์อย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่สาขาสัตว์ปีกและสาขาอาหารสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

เหนือสิ่งอื่นใด ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อณัฐสันต์ คุณแม่ระพีพันธ์ พาหะมา ที่ทำให้มีวันนี้ อบรมบ่มนิสัยให้เป็นคนดี มีความขยันหมั่นเพียร และได้สนับสนุนค่าใช้จ่ายในการศึกษาเล่าเรียนมาโดยตลอด รวมทั้งกำลังใจที่ดีจากคุณสิลักษณ์ พาหะมา และทุก ๆ คนในครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจให้ตลอดระยะเวลาในการศึกษา

สิริญาณ พาหะมา

สิงหาคม 2550

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(6)
สารบัญ	(7)
สารบัญตาราง	(9)
สารบัญภาพ	(10)
สารบัญตารางผนวก	(11)
บทที่ 1 บทนำ	
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ขอบเขตการวิจัย	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	
เห็ดหอม	5
ยีสเจอร์	10
ไขมันช่องท้อง	15
คอเลสเตอรอล	16
ไตรกลีเซอไรด์	22
เม็ดเลือดขาวของสัตว์ปีก	25
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
ระยะเวลาที่ทำการวิจัย	27
สถานที่ทำการทดลอง	27
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	28
การเก็บตัวอย่างและการบันทึกข้อมูล	30
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	39
สรุปและข้อเสนอแนะ	53
เอกสารอ้างอิง	55

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ตารางผนวก	62
ภาคผนวก ข การเตรียมสารละลาย	100
ภาคผนวก ค ประวัติผู้วิจัย	102



สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงผลการวิเคราะห์โปรตีนและกรดอะมิโนในเห็ดหอม	7
2	วิตามินและเกลือแร่ในเห็ดหอม โดยน้ำหนัก 100 กรัม	8
3	แสดงกลุ่มจุลินทรีย์ และเอ็นไซม์ที่ใช้ในการย่อยสลายสารอาหาร	14
4	แสดงอัตราการใช้ยีสเจอร์	15
5	แสดงแสดงองค์ประกอบทางเคมี (% DM) ของก้านเห็ดหอม ในห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์เปรียบเทียบกับรำละเอียด	29
6	Formulation and chemical composition of broiler diets for 0-3 weeks of age	31
7	Formulation and chemical composition of broiler diets for 3-6 weeks of age	32
8	ส่วนประกอบทางเคมีโดยการวิเคราะห์สูตรอาหารทดลอง ในห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ระยะ 0-3 สัปดาห์	33
9	ส่วนประกอบทางเคมีโดยการวิเคราะห์สูตรอาหารทดลอง ในห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ระยะ 3-6 สัปดาห์	33
10	ผลของก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดต่อสมรรถภาพการผลิต	42
11	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้อง และระดับคอเลสเตอรอลในเลือด	47
12	ค่าเฉลี่ยระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือด	49
13	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิด	51
14	ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนเม็ดเลือดขาวชนิด Heterophil/Lymphocyte	52

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	ลักษณะของดอกเห็ดหอม	10
2	สูตรโครงสร้างคอเลสเตอรอลอิสระ และคอเลสเตอรอลเอสเทอร์	17
3	การสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในร่างกาย	19
4	การเผาผลาญ (metabolism) คอเลสเตอรอลในร่างกาย	20
5	โครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์	23
6	การสังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์ (The reaction of triglycerides biosynthesis)	24
7	การสังเคราะห์และการสลายไตรกลีเซอไรด์ระหว่างเซลล์ตับ และเซลล์ไขมัน	24
8	แผนภูมิแท่งแสดงน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0-6 สัปดาห์	43
9	แผนภูมิแท่งแสดงน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 0-6 สัปดาห์	43
10	แผนภูมิแท่งแสดงปริมาณอาหารที่กิน 0-6 สัปดาห์	44
11	แผนภูมิแท่งแสดงอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น	44

ตารางผนวก	หน้า
50 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่กระทงที่ 4 สัปดาห์	88
51 ข้อมูลค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่กระทงที่ 5 สัปดาห์	89
52 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่กระทงที่ 5 สัปดาห์	89
53 ข้อมูลค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่กระทงที่ 6 สัปดาห์	90
54 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่กระทงที่ 6 สัปดาห์	90
55 ข้อมูลค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่กระทงที่ 0-6 สัปดาห์	91
56 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่กระทงที่ 0-6 สัปดาห์	91
57 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องในไก่กระทงทะเลเทศ	92
58 วิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องในไก่กระทงทะเลเทศ	92
59 ระดับคอเลสเตอรอลในเลือดไก่กระทงทะเลเทศ	93
60 วิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับคอเลสเตอรอลในเลือดไก่กระทงทะเลเทศ	93
61 ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดไก่กระทงทะเลเทศ	94
62 วิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดไก่กระทงทะเลเทศ	94
63 ข้อมูลจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocyte ในไก่กระทงทะเลเทศ	95
64 วิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocyte ในไก่กระทงทะเลเทศ	95
65 ข้อมูลจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Heterophil ในไก่กระทงทะเลเทศ	96
66 วิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Heterophil ในไก่กระทงทะเลเทศ	96
67 ข้อมูลจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Monocyte ในไก่กระทงทะเลเทศ	97
68 วิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Monocyte ในไก่กระทงทะเลเทศ	97

ตารางผนวก	หน้า
69 ข้อมูลจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophil ในไก่อะทงคละเทศ	98
70 วิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophil ในไก่อะทงคละเทศ	98
71 ข้อมูลอัตราส่วนของเม็ดเลือดขาวชนิด Heterophil/Lymphocyte ในไก่อะทงคละเทศ	99
72 วิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วนของเม็ดเลือดขาวชนิด Heterophil/Lymphocyte ในไก่อะทงคละเทศ	99

บทที่ 1

บทนำ

ไก่กระทงเป็นสัตว์ปีกชนิดหนึ่งที่คนนิยมบริโภค เนื่องจากใช้เวลาเลี้ยงระยะสั้นก็สามารถนำไปจำหน่ายได้ วัตถุดิบที่นำมาประกอบในสูตรอาหารไก่กระทง ปัจจุบันมีราคาแพงทำให้ต้นทุนในการผลิตไก่กระทงสูงขึ้น ดังนั้น การนำผลพลอยได้ทางการเกษตรมาประกอบในสูตรอาหารไก่จะช่วยลดต้นทุนในการผลิต ส่งผลให้ได้รับผลตอบแทนสูงขึ้น

การนำกากันเห็ดหอมมาใช้ทดแทนวัตถุดิบอาหารของไก่กระทงก็เป็นทางเลือกทางหนึ่งเพื่อช่วยลดต้นทุน ลมมลภาวะของสภาพแวดล้อม และเป็นการนำวัตถุดิบที่ไม่ใช้แล้วภายในชุมชนมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้เพราะกากันเห็ดหอมมีประโยชน์มากมาย แม้มีเชื้อราสูง แต่การใช้ยีสเตอร์มาหมักน่าจะสามารถลดเชื้อราลงได้บ้าง รวมทั้งอาจเพิ่มประโยชน์ให้กับกากันเห็ดหอมอีกด้วย เพราะฉะนั้นการใช้กากันเห็ดหอมหมักยีสเตอร์แทนวัตถุดิบอาหารของไก่กระทงจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลการใช้กากันเห็ดหอมหมักยีสเตอร์ทดแทนรำละเอียด ในระดับต่าง ๆ ในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตในไก่กระทง
2. เพื่อศึกษาผลการใช้กากันเห็ดหอมหมักยีสเตอร์ทดแทนรำละเอียด ในระดับต่าง ๆ ในสูตรอาหารต่อการสะสมไขมันช่องท้องในไก่กระทง
3. เพื่อศึกษาผลการใช้กากันเห็ดหอมหมักยีสเตอร์ทดแทนรำละเอียด ในระดับต่าง ๆ ในสูตรอาหารต่อระดับคอเลสเตอรอล ในไก่กระทง
4. เพื่อศึกษาผลการใช้กากันเห็ดหอมหมักยีสเตอร์ทดแทนรำละเอียด ในระดับต่าง ๆ ในสูตรอาหารต่อระดับไตรกลีเซอไรด์ ในไก่กระทง
5. เพื่อศึกษาผลการใช้กากันเห็ดหอมหมักยีสเตอร์ทดแทนรำละเอียด ในระดับต่าง ๆ ในสูตรอาหารต่อจำนวนเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงผลของการใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดในสูตรอาหารต่อไก่กระທ ทางการเมืองการสะสมไขมันช่องท้อง ระดับคอเลสเตอรอล ระดับไตรกลีเซอไรด์ ผลต่อจำนวนเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิด และสมรรถภาพการผลิต
2. สามารถนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ปรับปรุงคุณค่าวัสดุเหลือใช้อื่น ๆ ภายในชุมชนให้มีประโยชน์ และเหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์ยิ่งขึ้น
3. สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ เพราะก้านเห็ดหอมอาจนำมาใช้แทนรำละเอียด ซึ่งเป็นส่วนประกอบในอาหารของไก่กระທ
4. การนำก้านเห็ดหอมมาหมักกับยีสเจอร์นั้น สัตว์สามารถใช้ประโยชน์จากก้านเห็ดหอมได้อย่างเต็มที่
5. เป็นแนวทางในการผลิตไก่กระທแบบปลอดภัยปฏีชีวนะ

ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาผลการใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่กระທ
2. ศึกษาผลการใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดต่อการสะสมไขมันช่องท้องของไก่กระທ ที่อายุ 42 วัน
3. ศึกษาผลการใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดต่อระดับคอเลสเตอรอลของไก่กระທ ที่อายุ 42 วัน
4. ศึกษาผลการใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดต่อระดับไตรกลีเซอไรด์ของไก่กระທ ที่อายุ 42 วัน
5. ศึกษาผลการใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดต่อจำนวนเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิดของไก่กระທ ที่อายุ 42 วัน

นิยามศัพท์เฉพาะ

ก้านเห็ดหอม เป็นส่วนหรือยึดเหนี่ยวส่วนที่เป็นหมวกดอกสีขาว เส้นใยจะเรียงตัวเป็นแนวขนานกับก้านดอก และอัดตัวแน่นมาก บริเวณโคนจะติดกับท่อนไม้ ซึ่งติดอยู่กับหมวกเป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อที่เหนียว และแข็งแรงกว่าส่วนอื่น ๆ ปกติจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.7-2.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 1.5-7.2 เซนติเมตร สีของก้านดอกจะเป็นสีขาวหรือสีน้ำตาลอ่อน บริเวณโคนก้าน อาจอยู่ตรงกลางดอกเห็ดหรือเอียงเล็กน้อย

ยีสเจอร์ (yeasture) คือ สารเสริมชีวนะ (probiotic) ที่อุดมด้วยจุลินทรีย์ที่มีชีวิตอันทรงคุณค่า สร้างเสริมประโยชน์ต่อร่างกายสัตว์ อุดมไปด้วยสารอาหาร และเอ็นไซม์ที่สำคัญ ๆ เพื่อช่วยย่อยอาหารที่สัตว์กิน ทำให้สัตว์ได้รับสารอาหาร หรือโภชนาได้อย่างเต็มที่

การเจริญเติบโต (growth) ได้แก่ อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (feed conversion ratio; FCR) น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain; ADG) และปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน (average daily feed intake; ADFI)

ไขมันช่องท้อง (abdominal fat) ตามความหมายในพจนานุกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ของ วิทย์ (2538ก) คือ ไขมันที่เกี่ยวกับภายในช่องท้อง

คอเลสเตอรอล (cholesterol) ตามความหมายใน A New English-Thai Dictionary (ฉบับรวมศาสตร์) ของ วิทย์ (2539ก) คือ สารประกอบไขมันสีขาว ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ลักษณะคล้ายขี้ผึ้ง ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเยื่อหุ้มเซลล์ (plasma membrane) จะมีมากในส่วนของพลาสมาในรูปของไลโปโปรตีน และถูกสังเคราะห์ขึ้นที่ตับสามารถเปลี่ยนเป็นกรดน้ำดีได้ รวมทั้งยังเป็นสารตั้งต้นของ steroid hormones ซึ่งควบคุมหน้าที่ทางสรีรวิทยา (physiological function) และเมทาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต หรือตามความหมายในพจนานุกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ของ วิทย์ (2538ข) หมายถึง sterol ชนิดหนึ่งที่พบในไขมัน น้ำดี เนื้อเยื่อ ประสาทเลือด สารสังเคราะห์ที่ใช้ในเครื่องสำอาง ยา และใช้ในการสังเคราะห์วิตามินดี

ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) คือ ไขมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันสายยาวที่ถูกเปลี่ยนเป็นเอสเทอร์ โดยกลีเซอรอลเป็นองค์ประกอบสำคัญของไขมัน และน้ำมันต่าง ๆ และเป็นที่เก็บพลังงานจากอาหารมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต (ประสิทธิ์ และ นันทริกา, 2540) หรือตามความหมายในพจนานุกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ของ วิทย์ (2538ง) ไตรกลีเซอไรด์เป็นชื่อเรียกเอสเทอร์ของกลีเซอรอลที่มีกรดไขมันสามโมเลกุล ไตรกลีเซอไรด์ เป็นลิพิดที่มีปริมาณมากที่สุด สัตว์จะสะสมไขมันเมื่อรับประทานอาหารเข้าไปมากกว่าพลังงานที่ใช้ ไตรกลีเซอไรด์ที่บริสุทธิ์จะไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่มีรส

เม็ดเลือดขาว (white blood cell; WBC) หมายถึง ตามความหมายในพจนานุกรม วิทยาศาสตร์การแพทย์ของ วิทย์ (2538ค) คือ ส่วนของเลือดที่ไม่ใช่ของเหลว เป็นเซลล์ที่มี นิวเคลียส แต่ไม่มีฮีโมโกลบิน สามารถเคลื่อนที่ได้แบบอะมีบา โดยการรีดผ่านออกมาทางผนังเส้นเลือดฝอย เข้าไปอยู่ในเนื้อเยื่อรอบ ๆ เพื่อทำหน้าที่เก็บกินเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอม โดยเฉพาะ บริเวณที่มีการอักเสบติดเชื้อ หรือ เม็ดเลือดขาว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ granulocytes lymphocytes และ monocytes มีบทบาทในการป้องกันร่างกายให้ปลอดภัย เป็นตัวทำให้เกิดการอักเสบ และไว ต่อสิ่งกระตุ้นที่ผิดปกติ (ประสิทธิ์ และ นันทริกา, 2540)



บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

เห็ดหอม

เห็ดหอมจัดเป็นเห็ดที่ประชาชนรู้จักกันมานาน ในสภาพธรรมชาติจะเจริญได้ดีบนไม้เห็ดหอมเป็นพืชประเภทเห็ดรา ซึ่งจัดไว้ในกลุ่มโปรติสตา (Protista) มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Lentinus edodes* (Berk.) Shing มีชื่อเรียกภาษาอังกฤษว่า Black-Mushroom ปลูกมากในประเทศญี่ปุ่น ไต้หวัน และสาธารณรัฐประชาชนจีน (กลุ่มบัณฑิตเกษตรก้าวหน้า, 2538)

เห็ดหอมมีลักษณะทางชีววิทยาดังต่อไปนี้

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Lentinus edodes* (Berk.) Shing.

ชื่อทางสามัญ: Hoang-Ko, Shi-i-ta-ke

class: Basidiomycetes

subclass: Holobasidiomycetidae

order: Agaricaceae

family: Tricholomataceae

genus: *Lentinus*

species: *Edodes* (ดีพร้อม, 2525; อนงค์, 2530)

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

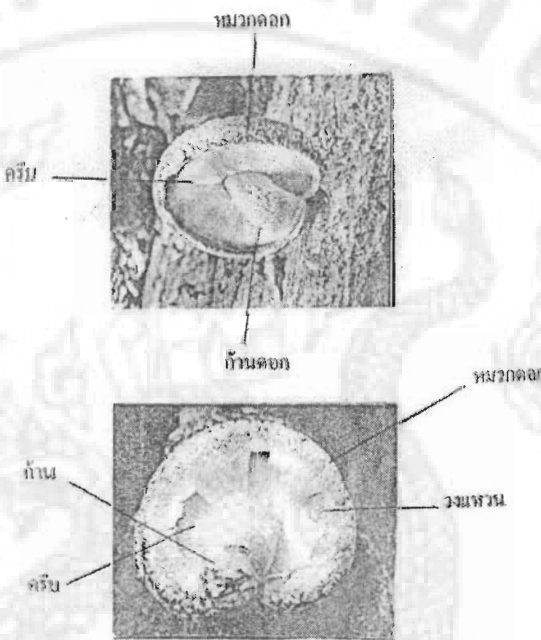
ปัญญา และกิตติพงษ์ (2538) ได้กล่าวว่าเห็ดหอมจัดเป็นเห็ดที่มีส่วนประกอบคล้ายเห็ดทั่วไป จะผิดกันที่ลักษณะ และสีสันของดอก เห็ดหอมมีลักษณะทั่วไปดังนี้

1. หมวกดอก (cap หรือ pileus) เป็นส่วนปลายสุดของดอกที่เจริญเติบโตขึ้นไปในอากาศ หมวกดอกมีลักษณะกลม ผิวหมวกดอกด้านบนจะมีสีน้ำตาล น้ำตาลปนแดง หรือน้ำตาลเข้ม เห็ดหอมที่มีหมวกดอกสีขาวพบน้อยมาก ขนาดของหมวกดอกจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับพันธุ์ของเห็ดหอม เห็ดหอมบางพันธุ์อาจมีขนหรือเกล็ดหยาบ ๆ ติดอยู่บนหมวกดอกก็ได้
2. ครีบดอก (gills หรือ lamellae) ครีบดอกของเห็ดหอมจะมีลักษณะเป็นแผ่นบางสีขาว เรียงเป็นรัศมีรอบก้านดอก เมื่อดอกเห็ดแก่ ครีบดอกจะมีสีเข้ม
3. สปอร์ (spore) สปอร์ของเห็ดหอมไม่มีสี ผนังสปอร์ บางสปอร์มีลักษณะค่อนข้างกลม เมื่อสปอร์มาอยู่รวมกันจะมีสีขาว ขนาดของสปอร์จะเล็กกว่าสปอร์ของเห็ดฟาง สปอร์ของเห็ดหอม

มีขนาดประมาณ 10.62 x11.25 ไมครอน

4. ก้านดอก (stalk หรือ stipe) ก้านดอกของเห็ดหอมจะมีสีขาว หรือสีน้ำตาลอ่อน แต่ถ้าถูกกับอากาศจะมีสีเข้ม ก้านดอกของเห็ดหอมมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1–2 เซนติเมตร เมื่อดอกเห็ดเจริญเติบโตเต็มที่ ก้านดอกเห็ดหอมจะเหนียววกาก้านดอกของเห็ดฟาง

ลักษณะของเห็ดหอม



ภาพ 1 แสดงลักษณะของดอกเห็ดหอม

ที่มา: อานนท์ (2532)

ประโยชน์ของเห็ดหอมทางด้านอาหาร

เห็ดหอมมีกลิ่นหอมและรสหวาน ทั้งนี้เนื่องมาจากมีโปรตีนและน้ำตาลหลายชนิด จึงนิยมนำมาประกอบอาหาร เห็ดหอมมีกรดอะมิโนอยู่ถึง 21 ชนิด กรดอะมิโนที่มีมากที่สุดคือ กรดกลูตามิก ซึ่งเป็นสารที่สำคัญต่อรสชาติของเห็ดหอม สารประเภทน้ำตาลที่มีในเห็ดหอม ได้แก่ ทรีฮาโลส (trehalose) ดี-แมนนิทอล (D-mannitol) ดี-อะราบิทอล (D-arabitol) และกลูโคส (glucose) สารต่างๆ ในเห็ดหอมที่มีความสำคัญทางด้านโภชนาการ นอกจากโปรตีนและน้ำตาลชนิดต่าง ๆ แล้ว ยังมีกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดมาลิก ฟumaric ไฟโรกลูตามิก และกรดซิตริก เป็นต้น (Chang and Quimio, 1997 อ้างโดย พันธุ์ทวี, 2530) เห็ดหอมมีวิตามิน บี1 (thiamine) และบี2 (riboflavin) สูงไม่

แพ้ยัสต์ ทั้งยังเป็นเห็ดชนิดเดียวที่มีวิตามินดี และดี2 อยู่สูงมาก เห็ดหอม 100 กรัม มีปริมาณวิตามินดีถึง 76.9 มิลลิกรัม นอกจากนี้ยังมีธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก ช่วยเสริมสร้างกระดูกให้แข็งแรง รวมทั้งมีกลิ่นหอมเฉพาะตัวไม่ว่าจะอยู่ในสภาพของดอกสด หรือดอกแห้ง สารที่ทำให้มีกลิ่นหอมคือ guanosine 5'-monophosphate (อานนท์, 2532)

ตาราง 1 แสดงผลการวิเคราะห์โปรตีนและกรดอะมิโนในเห็ดหอม

กรดอะมิโนในโปรตีนจากเห็ด 100 กรัมโดยน้ำหนัก	เห็ดหอม
โปรตีน (protein)	17.5 กรัม
ไอโซลิวซีน (isoleucine)	21.8 มิลลิกรัม
ลิวซีน (leucine)	348 มิลลิกรัม
ไลซีน (lysine)	174 มิลลิกรัม
เมทไทโอนีน (methionine)	84 มิลลิกรัม
ซิสทีน (cystine)	ไม่รายงาน
ฟีนีลอะลานีน (phenylalanine)	261 มิลลิกรัม
ไทโรซีน (tyrosine)	174 มิลลิกรัม
ทรีโอนีน (threonine)	261 มิลลิกรัม
ทริปโตเฟน (tryptophan)	ไม่รายงาน
วาลีน (valine)	261 มิลลิกรัม
อะจีนีน (arginine)	348 มิลลิกรัม
ฮิสติดีน (histidine)	87 มิลลิกรัม
อะลานีน (alanine)	305 มิลลิกรัม
กรดแอสปาดิก (aspartic acid)	392 มิลลิกรัม
กรดกลูตามิก (glutamic acid)	349 มิลลิกรัม
ไกลซีน (glycine)	218 มิลลิกรัม
โพรลีน (proline)	218 มิลลิกรัม
ซีรีน (serine)	261 มิลลิกรัม
กรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายมนุษย์	1,784 มิลลิกรัม
กรดอะมิโนทั้งหมด	4,962 มิลลิกรัม

ที่มา: อานนท์ (2532)

ตาราง 2 วิตามินและเกลือแร่ในเห็ดหอม โดยน้ำหนัก 100 กรัม

ชื่อสาร	เห็ดหอม	
	สด (มิลลิกรัม)	แห้ง (มิลลิกรัม)
วิตามินบี 1	1.8	0.4
วิตามินบี 2	4.9	0.9
ไนอาซิน	4.9	11.9
วิตามินซี	-	-
แคลเซียม	98	12
ฟอสฟอรัส	476	171
เหล็ก	8.5	4.0
โซเดียม	61	19
โปแตสเซียม	ไม่รายงาน	380

ที่มา: อานนท์ (2532)

ประโยชน์ของเห็ดหอมทางด้านเภสัช

เห็ดหอมจัดเป็นเห็ดที่มีสรรพคุณทางด้านเภสัช หรือใช้ป้องกันกำจัดโรคได้หลายชนิด จึงถือว่าเห็ดหอมเป็นสมุนไพรชนิดหนึ่งสามารถป้องกันรักษาโรคได้หลายชนิดคือ

1. ช่วยลดไขมันในเส้นเลือด จากการทดลองพบว่าเห็ดหอมมีคุณสมบัติ ลดไขมันในเส้นเลือดของหนูขาวได้ Suzuki and Oshima (1976 อ้างโดย อรุณี, 2530) ได้นำมาทดลองกับคนพบว่าเห็ดหอมมีสาร eritadenin ซึ่งเป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการละลายไขมันที่เกาะหรืออุดตันในเส้นเลือด ถ้าบริโภคเห็ดหอมสดวันละ 90 กรัม จะสามารถลดคอเลสเตอรอลลงได้ร้อยละ 1.2 ใน 1 สัปดาห์ และทำให้กรดในน้ำดีสูงขึ้น ซึ่งช่วยป้องกันหรือละลายนิ่วได้
2. ในเห็ดหอมมีสารพวก lentinan pachymaran และ carboxyl methyl pachymaran ซึ่งมีคุณสมบัติต่อต้านโรคมะเร็งและสกัดกั้นการเจริญของเนื้องอกได้
3. ในเห็ดหอมมีสารที่ต่อต้านเชื้อไวรัส คือ สารซีอาติน (zeatin) สามารถใช้รักษาคันไซ้ที่เป็นโรคเชื้อไวรัสลงได้
4. ช่วยต่อต้านเชื้อไวรัสที่ทำให้เกิดโรคไข้หวัดใหญ่ หัด และโปลิโอเพราะในเห็ดหอมมีสารเอซี 2 พี (AC 2P) เป็นสารประเภท polysaccharides ชนิด β -D glucan
5. ในเห็ดหอมมีพวกดับเบิล-สเตรนค์ อาร์เอ็นเอ (double-strained RNA) ซึ่งมีคุณสมบัติ

ต่อต้านไวรัสและชักนำให้สร้างสารอินเฟอร์อน (interferon) ป้องกันไข้หวัดใหญ่ได้

6. ในเห็ดหอมยังมีเอ็นไซม์ โพลีฟีนอล ออกซิเดส (polyphenol oxidase) ช่วยยับยั้งการเพิ่มจำนวนของเซลล์มะเร็ง ชนิด sarcoma จึงต่อต้านการเป็นเนื้องอกและมะเร็งได้

7. มีวิตามินดีเนื่องจากมีสาร provitamin (ergosterol) ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นวิตามินดีเมื่อร่างกายได้รับแสงแดด ช่วยป้องกันการเป็นโรคกระดูกอ่อน (กลุ่มบัณฑิตเกษตรก้าวหน้า, 2538; สุทธพรหม และ อรุณี, 2538)

ไก่กระทง (broiler)

ไก่กระทง (broiler) หรือไก่พันธุ์เนื้อ คือ ไก่ที่เลี้ยงเพื่อที่จะขายตัวไก่ มีอายุไม่เกิน 8 สัปดาห์ และมีน้ำหนักประมาณ 2 กิโลกรัม เป็นอาหารประเภทเนื้อสัตว์มีคุณค่าทางอาหารที่สำคัญด้านโปรตีน (สุวรรณ, 2526) ซึ่งในไก่วัยอ่อนจะใช้อาหารน้อย มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารให้เป็นเนื้อสูง เนื้อนุ่มไม่เหนียว ใช้เวลาเลี้ยงสั้น มีอัตราการเลี้ยงน้อย ใช้เวลาและแรงงานน้อย โอกาสที่จะเป็นโรคน้อย และในหนึ่งปีสามารถเลี้ยงได้หลายรุ่น รวมทั้งเป็นที่นิยมบริโภคกันเกือบทั่วโลก ในประเทศไทยนับว่าเป็นสินค้าส่งออกทางเศรษฐกิจที่ทำรายได้ให้กับประเทศเป็นอย่างมาก (ลิขิต, 2532) ปัจจุบันแม้ว่าราคาอาหารสัตว์สูงขึ้นเลยทำให้มีการเดิมสารปฏิชีวนะลงในอาหารสัตว์ เพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตในสัตว์เลี้ยง เมื่อโตเร็วขึ้นการใช้อาหารก็ลดลง การเดิมสารปฏิชีวนะนั้นจะเป็นสาเหตุหลักของการทำให้เกิดการดกต่างของสารปฏิชีวนะ อันก่อให้เกิดผลเสียต่อผู้บริโภค เช่น การแพ้ยา ทำให้เป็นภูมิแพ้ได้ ยังทำให้ฟันและกระดูกเปลี่ยนสี รวมทั้งเป็นสารก่อมะเร็ง (กาญจน์ และ คณะ, 2530) การใช้ยาปฏิชีวนะอย่างต่อเนื่องกับไก่ จะส่งผลให้เกิดการดื้อยาปฏิชีวนะชนิดนั้น ๆ มีการดกต่างของยาปฏิชีวนะในเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นผลกระทบที่ทำให้ไม่สามารถส่งออกผลิตภัณฑ์ของไก่สู่ตลาดโลกได้ จึงมีการหาสารเสริมชีวนะ หรือโปรไบโอติกพวกยีสเตอร์ ซึ่งประกอบไปด้วยจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ชนิดต่าง ๆ ในกลุ่ม Lactic acid และ Bacteria เช่น *Lactobacillus acidophilus* *Bacillus subtilis* *Streptococcus thermophilus* มาทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะ โดยนำมาหมักร่วมกับกากเห็ดหอม เพื่อเพิ่มสมรรถภาพของไก่ จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์เหล่านี้มีบทบาทในไก่ เช่น กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันต่อเชื้อโรค (Gurkirpal, 1978) ผลิตเอ็นไซม์ที่ช่วยย่อยอาหาร (Jin et al., 2000) ลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือด เพิ่มจำนวนเม็ดเลือดขาว (Jin et al., 1998) การใช้กากเห็ดหอมหมักกับยีสเตอร์อาจเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหาเหล่านี้ โดยอาจช่วยลดต้นทุนการผลิต และยังเป็นการนำวัตถุดิบเหลือใช้ภายในชุมชนมาใช้ให้เกิดประโยชน์อีกด้วย

ยีสเจอร์ (yeasture)

ยีสเจอร์ เป็นสารเสริมชีวนะ (probiotic) Pollman (1986) ให้ความหมายของโปรไบโอติกว่า favour of life หมายถึง เพื่อชีวิต ซึ่งมีผลตรงข้ามกับ antibiotic คือจะไปเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในลำไส้เล็กที่อุดมด้วยจุลินทรีย์ที่มีชีวิตอันทรงคุณค่าสร้างเสริมประโยชน์ต่อร่างกาย สัตว์ และเอ็นไซม์ที่สำคัญ ๆ เพื่อช่วยย่อยอาหาร

ส่วนประกอบใน 1 กิโลกรัมของยีสเจอร์ ประกอบด้วย

1. ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* 5.0×10^{12} CFU
2. แบคทีเรีย 3 ชนิด ได้แก่ *Lactobacillus acidophilus* 1.0×10^{10} CFU, *Streptococcus faecium* 1.0×10^{10} CFU และ *Bacillus subtilis* 5.0×10^9 CFU
3. เอนไซม์ 5 ชนิด ได้แก่ amylase 2,100,000 IU, protease 237,000 IU, cellulase 113,000 IU, β -glucanase 20,000 IU และ lipase 70,000 IU (บริษัท เอ ไอ พี จำกัด, 2540)

ยีสเจอร์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก คือ ยีสต์คัลเจอร์ (yeast culture) แบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ (beneficial bacteria) และเอ็นไซม์ช่วยย่อย (digestive enzyme)

ยีสต์คัลเจอร์ (yeast culture)

ยีสต์คัลเจอร์ (yeast culture) คือ ผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยยีสต์ที่มีชีวิต และสารประกอบที่ได้ในขบวนการหมักยีสต์ และยังรวมถึงอาหารที่ใช้เลี้ยงยีสต์ด้วย โดยนำมาทำให้แห้งด้วยวิธีการที่ยังคงความสามารถและความเป็นประโยชน์เอาไว้ ชนิดของยีสต์ที่ใช้ คือ สายพันธุ์ชื่อ *Saccharomyces cerevisiae* อยู่ในรูปแคปซูล (encapsulated) (บริษัท เอ ไอ พี จำกัด, 2540)

ยีสต์ คือ สิ่งมีชีวิต โดยจัดเป็นเชื้อราชนิดหนึ่ง แต่แตกต่างจากเชื้อราทั่วไป คือ จะเป็นเซลล์เดี่ยวหรืออาจเรียกว่า เชื้อราเซลล์เดี่ยว ยีสต์ทั้งหมดมีมากกว่า 600 ชนิด เซลล์ของยีสต์จะหนาและสิ่งที่ประกอบขึ้นเป็นผนังเซลล์ คือ โปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ นิวคลีอิก แอซิด 15 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 15 เปอร์เซ็นต์ และโพลีแซคคาไรด์ 25 เปอร์เซ็นต์ (เมตตา, 2541)

หน้าที่ของยีสต์ในยีสเจอร์ มีดังนี้

1. ยีสต์ช่วยในการกินอาหารของสัตว์ โดยในขณะที่อยู่ในขบวนการหมัก ยีสต์จะหลั่งกรดกลูตามิกออกมาเป็นตัวช่วยให้อาหารมีรสชาติน่ากินมากขึ้น ส่งผลให้สัตว์กินอาหารได้มากขึ้น
2. ในระหว่างขบวนการหมัก ยีสต์จะปลดปล่อยสารพวกกรดอะมิโน ไบโตามีน บีคอมเพล็กซ์ และ unidentified growth factor (UGF) ทำให้สัตว์ได้รับสารเหล่านี้มากยิ่งขึ้น สารเหล่านี้จะช่วยเร่งการเจริญเติบโตทั้งในจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในระบบทางเดินอาหาร และตัวสัตว์เอง

3. ยีสต์จะมีการสะสมแร่ธาตุต่างๆ ขณะที่อยู่ในขบวนการหมัก เช่น Mg, Ca, Cu, K โดยเมื่อเซลล์ของยีสต์มีการแตกสลายจะมีการหลั่งแร่ธาตุออกมา และจะถูกดูดซึมอย่างรวดเร็ว
4. ยีสต์จะมีการหลั่งพวกเอ็นไซม์ที่ใช้ในการย่อยอาหาร ซึ่งได้แก่ โปรติเอส ไลเปส และอะไมเลส ซึ่งจะช่วยให้สัตว์มีการย่อยอาหารได้มากขึ้น ส่งผลให้ได้รับสารอาหารเพิ่มขึ้นด้วย
5. ระหว่างการหมักยีสต์จะมีการหลั่ง acetate ซึ่งเป็นตัวเริ่มต้นในขบวนการผลิตไขมัน
6. ยีสต์คัดเจอร์จะช่วยให้กระดุนให้มีการเจริญเติบโตของพวก *Cellulolytic bacteria* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารอาหารพวกเยื่อใย (cellulose)
7. ยีสต์ที่มีชีวิต จะเจริญเติบโตโดยไม่ใช้ก๊าซออกซิเจนและยังสามารถปรับค่า pH ในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้องให้พอเหมาะ เพื่อไม่ให้เป็นกรดมากเกินไป

แบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ (beneficial bacteria)

แบคทีเรีย หมายถึง จุลินทรีย์ที่เตรียมขึ้นมาเพื่อใช้เสริมลงในอาหารสัตว์เพื่อปรับจำนวนของจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารให้อยู่ในสภาวะสมดุล และเหมาะสม

แบคทีเรียดังกล่าวได้แก่ *Lactobacillus acidophilus* การเกาะติดของ *Lactobacillus acidophilus* ในลำไส้กับ epithelium cell จะเกาะติดแน่นกับวิลไลของลำไส้จนเชื้อโรคไม่สามารถเกาะกับวิลไลของลำไส้ได้ ทำให้เชื้อโรคไม่สามารถก่อโรคได้ (Sanders and Klaenhamner, 2001) *Streptococcus faecium* อยู่ในรูปแคปซูล (encapsulated) และ *Bacillus subtilis* ซึ่งอยู่ในรูป spore เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ที่ช่วยควบคุมปริมาณแบคทีเรียที่เป็นเชื้อโรคไม่ให้มีมากเกินไป อันตรายต่อสัตว์ ถ้าหากสัตว์ขาดแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์เหล่านี้สัตว์จะอ่อนแอ และง่ายต่อการเกิดโรค

หน้าที่ของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในระบบทางเดินอาหาร ได้แก่

1. สร้างวิตามิน และ unidentified growth factor (UGF) ซึ่งไม่เพียงเป็นแหล่งอาหารให้กับพวกจุลินทรีย์ ในระบบทางเดินอาหารเท่านั้น ยังเป็นสารที่ช่วยเร่งการเจริญเติบโต และเป็นตัวเริ่มต้นในขบวนการผลิตไขมัน รวมทั้งกรดอะมิโน เช่น ไลซีน เมทไธโอนีน และกรดอะมิโนที่จำเป็นอื่นๆ
2. สามารถสร้างเอ็นไซม์ที่ช่วยในการย่อยสารอาหารพวกเยื่อใยและโปรตีน เช่น เซลลูเลส (cellulase) ไซเลส (xylase) ไลเปส (lipase) โปรติเอส (protease) เบต้ากลูคาเนส (β-glucanase) และอะไมเลส (amylase)
3. สามารถสร้างสารที่มีกลิ่น และรสชาติดีขึ้นทำให้เพิ่มความน่ากินของอาหาร จะช่วยให้สัตว์กินอาหารได้มากขึ้น

คุณลักษณะเด่นของแบคทีเรียที่มีในยีสเจอร์ ได้แก่

1. เป็นแบคทีเรียแกรมบวก ซึ่งมีคุณสมบัติในการทนต่อการย่อยของน้ำย่อย ในทางเดินอาหารได้ดี
 2. ไม่เป็นตัวก่อโรค
 3. เจริญเติบโตง่าย และมีความสามารถในการยังชีพอยู่ในลำไส้ได้
 4. สามารถเคลื่อนเข้าสู่เซลล์ผิวของลำไส้ และสร้างโคโลนีได้อย่างรวดเร็ว
 5. ทนต่อการกด โดยเฉพาะกรดจากน้ำย่อยในกระเพาะ
 6. มีความทนทานต่อสภาพแห้งได้นาน สามารถที่จะนำมาผลิตหรือผสมกับอาหารสัตว์ได้
 7. มีการใช้อาหารแล้วผลิตกรดแลกติก
 8. สามารถต้านยาปฏิชีวนะได้หลายชนิด
 9. ไม่มีคุณสมบัติในการถ่ายทอดพันธุกรรมในการต้านยา
 10. ไม่ก่อให้เกิดสารพิษหรือสร้างสารพิษ ซึ่งจะสามารถตกค้างในเนื้อสัตว์ได้
 11. สามารถสร้างสารปฏิชีวนะได้
 12. ช่วยย่อยสลายกากอาหารให้ผลผลิตกรดอะมิโน กรดไขมัน และวิตามิน
 13. สามารถทนต่อน้ำดีได้ดี เนื่องจากน้ำดีเป็นตัวจับสารตกค้างเช่น ยา หรือแร่ธาตุบางชนิด
 14. ควรเป็นตัวยับยั้งที่ดี เช่น สร้างสารต่อต้านเชื้ออีโคไลได้
- หน้าที่แบคทีเรียในยีสเจอร์ ได้แก่
1. เข้าไปยึดเกาะกับผนังลำไส้เล็ก แทนที่แบคทีเรียที่เป็นโทษทำให้แบคทีเรียที่เป็นโทษยึดเกาะผนังลำไส้ไม่ได้
 2. สร้างกรดแลกติก ทำให้ลำไส้มีสภาวะเป็นกรดมากขึ้นมีผลให้แบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค เช่น *E. coli* *Salmonella* ไม่สามารถเจริญเติบโต
 3. สร้างกรดอินทรีย์ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ซึ่งเป็นสารที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อโรค
 4. สร้างเอนไซม์ โปรติเอส (protease) อะไมเลส (amylase) ซึ่งช่วยในการย่อยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ทำให้สัตว์สามารถดูดซึมสารอาหารดีขึ้น
 5. ช่วยเพิ่มการสร้างน้ำย่อย เบต้า-กาแลคโตซิเดส ให้เข้มข้นขึ้น ทำให้ลูกสุกรสามารถใช้ตาลแลกโตสในน้ำนมดีขึ้น

เอนไซม์ช่วยย่อย (digestive enzyme)

เอนไซม์ช่วยย่อย (digestive enzyme) มีส่วนประกอบของเอนไซม์หลายชนิดได้แก่

1. อะไมเลส (amylase) เป็นเอนไซม์ที่ช่วยย่อยแป้ง ได้ผลผลิตเป็นน้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลชนิดต่าง ๆ
2. เบต้า-กลูคาเนส (β -glucanase) เป็นเอนไซม์ที่ช่วยย่อยอาหารประเภทแป้งหรือยางไม้ ได้ผลผลิตเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เช่น กลูโคส
3. เซลลูเลส (cellulase) เป็นเอนไซม์ที่ช่วยย่อยกากเยื่อใย ได้น้ำตาล
4. โปรติเอส (protease) เป็นเอนไซม์ที่ช่วยย่อยโปรตีน ได้ผลผลิตเป็นกรดอะมิโน
5. ลิเพส (lipase) เป็นเอนไซม์ที่ช่วยย่อยไขมัน ได้ผลผลิตเป็นกลีเซอรอล และกรดไขมัน (บริษัท เอ ไอ พี จำกัด, 2540)

การเสริมเอนไซม์ในอาหาร เอนไซม์ที่นำมาใช้ในการผสมอาหารจำแนกออกได้เป็น 2 พวก คือ เอนไซม์ที่นำมาผสมในอาหาร เพื่อปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบ และผลพลอยได้ให้มีคุณค่าสูงขึ้น จำพวกที่สองเป็นเอนไซม์ที่นำมาผสมในอาหารเพื่อกระตุ้นการใช้ประโยชน์ของโภชนาเฉพาะชนิด (กุศล, 2539)

ผลดีจากการใช้เอนไซม์ช่วยย่อยอาหารในสัตว์จะทำให้การเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น ได้มีรายงานจากบางแห่งระบุว่า การเสริมเอนไซม์ที่ช่วยย่อยเยื่อใยในสูตรอาหารจะช่วยให้การเจริญเติบโตดีขึ้น และการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารดีขึ้น (นวลจันทร์, 2533) ซึ่งสอดคล้องกับชรินทร์ (2539) ที่ว่าการเสริมเอนไซม์จะไปช่วยย่อยสารขัดขวางในวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยเฉพาะเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส เป็นผลให้การเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารของสัตว์ดีขึ้น อย่างไรก็ตามในการเลือกใช้นิโคตินเอนไซม์ที่จะเสริมในอาหารสัตว์ต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ในการใช้ และชนิดของสารขัดขวางในวัตถุดิบอาหาร

หน้าที่ของกลุ่มเอนไซม์ในอีสด์เจอร์ ได้แก่

1. ย่อยแป้ง เยื่อใย โปรตีน ไขมัน โดยการย่อยแป้ง และเยื่อใยได้น้ำตาล การย่อยโปรตีนจะได้เป็น กรดอะมิโน ส่วนการย่อยไขมันจะได้เป็นกรดไขมัน และกลีเซอรอล
2. เพิ่มประสิทธิภาพการย่อย และการดูดซึม สารอาหารได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะกากเยื่อใย จึงทำให้ใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้อย่างเต็มที่ และสามารถใช่วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีเยื่อใยสูงได้เป็นดียิ่งขึ้น
3. การเสริมเอนไซม์จะทำให้การดูดซึมในส่วนลำไส้เล็กเพิ่มมากขึ้น การสะสมอาหารที่ย่อยไม่หมดที่ลำไส้ใหญ่จึงน้อยลงทำให้จุลินทรีย์ที่ก่อโรคลดจำนวนลง สัตว์จึงมีสุขภาพดีขึ้น

ตาราง 3 แสดงกลุ่มจุลินทรีย์ และเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยสลายสารอาหาร

สารอาหาร	เอนไซม์	จุลินทรีย์	ผลที่ได้
cellulose	cellulase	<i>A. niger</i>	glucose
		<i>P. funicosum</i>	cellobiose
		<i>T. reesei</i>	
fat, lipid, oil	lipase	<i>A. niger</i>	fatty acid
		<i>A. oryzae</i>	glyceral
		<i>R.. arrhizud</i>	monoyteral
glucose	glucanase	<i>A. niger</i>	xylose
		<i>A. oryzae</i>	mannose
		<i>T. reesei</i>	arabinose, ribose
protein	protease	<i>A. niger</i>	amino acid
		<i>A. oryzae</i>	
		<i>B. licheniformis</i>	
starch	amylase	<i>B. subtilis*</i>	
		<i>A. oryzae</i>	glucose
		<i>B. licheniformis</i>	
		<i>B. subtilis*</i>	

หมายเหตุ * เป็นแบคทีเรียโปรไบโอติกที่เป็นส่วนประกอบในยีสต์เจอร์
ที่มา: บริษัท เอ ไอ พี จำกัด (2540)

ประโยชน์ที่ได้รับเมื่อใช้ยีสต์เจอร์

1. สัตว์มีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรง ให้ผลผลิตมากขึ้น
2. ลดอัตราการตายและอัตราการป่วยจากโรคติดเชื้อลง
3. สัตว์มีความต้านทานโรคสูงขึ้น ตอบสนองต่อการทำวัคซีนดีขึ้น
4. สัตว์เจริญเติบโตเร็วขึ้น เนื่องจากย่อยและดูดซึมอาหารดีขึ้น
5. ช่วยลดต้นทุนวัตถุดิบอาหารลง เนื่องจากสัตว์สามารถย่อย และดูดซึมสารอาหารจากวัตถุดิบประเภทเยื่อใยสูง ๆ ได้ดี
6. ช่วยลดปัญหาการคื้อยาในการรักษาโรคเนื่องจากไม่มีการใช้ยาปฏิชีวนะ

- 7. ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการใช้ยารักษาโรค และยาช่วยย่อย
- 8. ลดปัญหาหาหรือสารตกค้างในเนื้อสัตว์ ไข่ นม
- 9. ช่วยลดมลภาวะ ในสิ่งแวดล้อมและรักษาสมดุลให้ธรรมชาติ
- 10. ช่วยให้เจ้าของสัตว์มีกำไรเพิ่มขึ้น มีสุขภาพจิตดี และประสบความสำเร็จในธุรกิจ

ตาราง 4 แสดงอัตราการใช้สเจอร์

ชนิดของสัตว์		อัตราการใช้ กิโลกรัม/ตัน
สุกร	- ก่อนคลอด ช่วงให้นมลูกและลูกสุกรเลียราง	2
	- แม่สุกรอุ้มท้อง และสุกรเล็กรุ่น	1
	- สุกรขุน	0.5
สัตว์ปีก	- ไก่พันธุ์ ไก่เนื้อ ไก่ไข่ เป็ด ห่าน	1
โค	- ลูกโคเนื้อ	1
	- ลูกโคนม	2
	- โครุ่น โคให้นม	1
สัตว์อื่น ๆ	- กวาง กระต่าย แพะ แกะ สุนัข แมว ม้า	1

หมายเหตุ ในกรณีโคนม สามารถดักให้กินตัวละ 10 กรัม/วัน
ที่มา: บริษัท เอ ไอ พี จำกัด (2540)

การสะสมไขมันช่องท้อง

ไขมันช่องท้อง คือแผ่นไขมันในช่องท้อง มีพื้นที่อยู่ระหว่างกล้ามเนื้อช่องท้องและลำไส้ตลอดไปจนถึงกระดูกก้นถึงรอบ ๆ cloaca และต่อมเบอร์ด์ชา อาจรวมถึงไขมันรอบ ๆ ของกระเพาะปัสสาวะ (Wiseman, 1984)

สุกิจ และคณะ (2539) รายงานว่า อิทธิพลที่ทำให้เกิดการสะสมไขมันของไก่ คือ อิทธิพลของพันธุกรรม อาหารหรือโภชนะ ส่วนปัจจัยด้านอื่น เช่น อุณหภูมิ แสง และสภาพแวดล้อมนั้นมีอิทธิพลน้อยมาก ซึ่งสอดคล้องกับของ Becker et al. (1979) ที่ว่าไขมันช่องท้อง เป็นตัวอย่างที่ชัดเจนในการสะสมของไขมันทั้งหมด ในปัจจุบัน น้ำหนักของร่างกาย และน้ำหนักของไขมันช่องท้องมีผลมาจาก พันธุกรรม อาหาร เป็นต้น และยังสอดคล้องกับของ March et al. (1982) ที่ว่าธรรมชาติของไก่ การที่ไก่กินอาหาร และอายุที่มากขึ้น มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเพิ่มของไขมันช่องท้อง

การสะสมไขมัน โดยเฉพาะในบริเวณช่องท้อง เป็นการสูญเสียทางเศรษฐกิจอย่างมากของไก่กระตังการค้า (Tzeng and Walter, 1981)

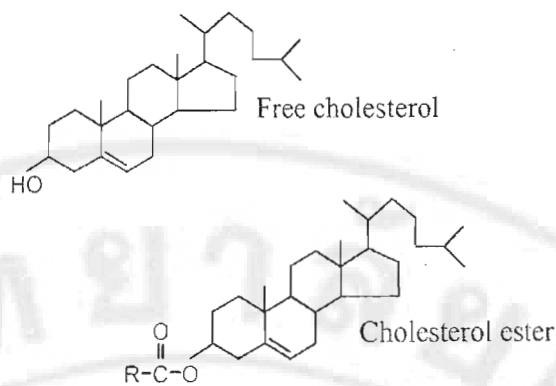
ปริมาณไขมันในช่องท้องสูงจะทำให้ผลิตผลการแปรรูปลดลง เมื่อมีการเอาไขมันออกจากซากพร้อมกับลำไส้ระหว่างการตกแต่งซาก และยังพบอีกว่าถ้าบริเวณใต้ผิวหนังมีปริมาณไขมันมาก จะมีผลต่อการถนอม (สัจชัย, 2543)

ลูกไก่สามารถปรับพลังงานที่กินได้อย่างแท้จริงเมื่อระดับพลังงานเพิ่มขึ้น ปรากฏว่ามีการสะสมของไขมันมากขึ้นเมื่อได้รับพลังงานสูงเทียบกับการได้รับพลังงานต่ำ คืออาหารที่มีพลังงานต่ำจะให้เนื้อสูง ส่วนอาหารที่ให้พลังงานสูงจะให้ไขมันซากที่อายุ 0-6 สัปดาห์ ถ้าอาหารมีโภชนาการสมดุล จะมีการสะสมของไขมันเล็กน้อยประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ ของไขมันทั้งหมด (เสาวนิต, 2537)

คอเลสเตอรอล (cholesterol)

คอเลสเตอรอล (cholesterol) เป็นสารประกอบไขมันสีขาว ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ลักษณะคล้ายขี้ผึ้ง ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเยื่อหุ้มเซลล์ (plasma membrane) และฮอร์โมนที่มีปริมาณน้อยภายในเซลล์ มีโครงสร้างหลัก คือ cyclopentanoperhydrophenanthrene ring ที่มีหมู่ไฮดรอกซิลซึ่งมีคุณสมบัติเป็นขั้วอ่อนในตำแหน่งที่สามของวงแหวน และทำให้คอเลสเตอรอลมีความแข็ง (rigidity) กว่าไขมันชนิดอื่นที่เป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ คอเลสเตอรอลมีมากในส่วนพลาสมา (blood plasma) ในรูปของไลโปโปรตีน (lipoprotein) และประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ของคอเลสเตอรอลถูกเอสเทอริไฟด์ (esterified) ด้วยกรดไขมันที่มีสายยาว กลายเป็นคอเลสเตอรอลที่อยู่ในรูปเอสเทอร์

คอเลสเตอรอลเป็นสารตั้งต้นของสเตียรอยด์ฮอร์โมน (steroid hormones) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ทำหน้าที่ควบคุมหน้าที่ทางสรีรวิทยา (physiological function) รวมถึงการพัฒนาการทางเพศ (reproductive development) และเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต ฟีนีสเตอรอล (sterol) อยู่ในรูปของ stigmasterol และ sitosterol ที่เป็นองค์ประกอบของเยื่อเยื่อ แตกต่างกันตรง aliphatic side-chain ส่วนเชื้อราเซลล์เดียวและเห็ดรา (yeast and fungi) มีสาร provitamin (ergosterol) เป็นส่วนของเยื่อเยื่อ (อาภัสสร, 2537)



ภาพ 2 สูตรโครงสร้างคอเลสเตอรอลอิสระ และคอเลสเตอรอลเอสเทอร์
ที่มา: อุษณีย์ (2547)

แหล่งที่มาของคอเลสเตอรอลภายในร่างกายเกิดจาก 2 ปัจจัย คือ

1. จากภายนอกร่างกาย (exogenous source) ซึ่งได้มาจากอาหารที่รับประทานเป็นอาหารที่มีคอเลสเตอรอลสูง เช่น เนื้อสัตว์ต่าง ๆ รวมทั้งเครื่องใน ไข่แดง เป็นต้น
2. จากภายในร่างกาย (endogenous source) สร้างขึ้นจากร่างกายจากกระบวนการเผาผลาญอาหารจำพวกแป้ง น้ำตาล ไขมัน เนื้อสัตว์ โดยอวัยวะที่ทำหน้าที่สังเคราะห์คอเลสเตอรอล คือ ตับ และลำไส้ (สุรินทร์ และคณะ, 2523)

คอเลสเตอรอลที่พบในร่างกายสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

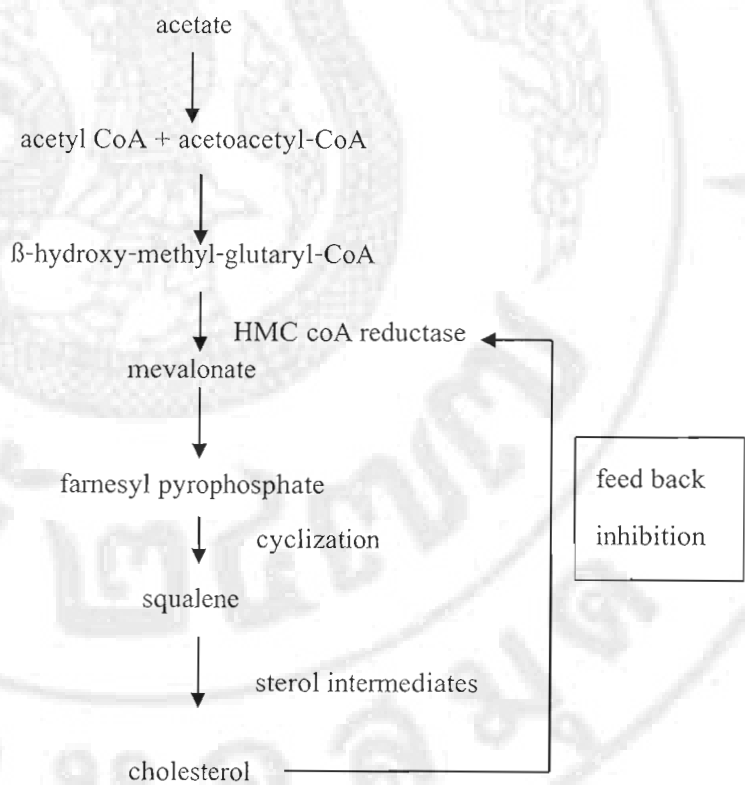
1. high-density lipoprotein (HDL) เป็น lipoprotein ที่มีขนาดเล็กที่สุดสร้างที่ตับและลำไส้ ประกอบด้วยโปรตีนเป็นส่วนใหญ่ 40-50 เปอร์เซ็นต์ คอเลสเตอรอล 20 เปอร์เซ็นต์ endogenous ไตรกลีเซอไรด์ 5-10 เปอร์เซ็นต์ high-density lipoprotein (HDL) มีหน้าที่นำคอเลสเตอรอลจากผนังด้านในหลอดเลือดแดงกลับคืนสู่ตับเพื่อเผาผลาญและเปลี่ยนเป็นน้ำดี ขับออกนอกร่างกายทางอุจจาระ high-density lipoprotein (HDL) จึงมีบทบาทช่วยป้องกันการเกิดภาวะหลอดเลือดแข็ง กระด้าง (กมลวรรณ, 2539)
2. low-density lipoprotein (LDL) เป็น lipoprotein ที่ได้จากการย่อย very low-density lipoprotein (VLDL) ที่ประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์ 40 เปอร์เซ็นต์ กับคอเลสเตอรอล 30 เปอร์เซ็นต์ ทำหน้าที่ขนถ่าย endogenous ไตรกลีเซอไรด์ไปยังเซลล์ (ธาดา และ นวลทิพย์, 2542)

การสังเคราะห์คอเลสเตอรอล (cholesterol biosynthesis)

ตามรายงานของ Voet and Voet (1995) พบว่าการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในร่างกายเริ่มจากการสังเคราะห์ mevalonate เกิดขึ้นโดยการรวม acyl CoA 3 ตัวเข้าด้วยกัน นอก mitochondria และที่เนื้อเยื่อของไมโครโซม (microsome) จะได้ B-hydroxy-B-methyl glutaryl CoA (HMG CoA) ก่อน แล้วเปลี่ยนเป็น mevalonate โดยเอนไซม์ HMG CoA reductase ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นได้จำกัด และถูกยับยั้งโดยคอเลสเตอรอลจากอาหาร mevalonate จะถูกเปลี่ยนเป็นสารพวก isoprenoid โดยการเติมหมู่ฟอสเฟต (phosphorylation) จาก adenosine triphosphate (ATP) ได้สารต่าง ๆ คือ 5-monophosphate-5 pyrophosphate และ 5-pyrophosphate-3-monophosphate ซึ่งสารตัวสุดท้ายนี้สลายตัวได้ง่ายมาก โดยการปล่อยหมู่ฟอสเฟต (phosphate) และคาร์บอกซิล (carboxyl) ออกไป ได้สารใหม่ คือ 3-isopentenylpyrophosphate (IPPP) และ isomerize ได้เป็น 3, 3-dimethylalkylpyrophosphate (DMAPP) จะรวมกันเป็น ceramyl pyrophosphate (C10) ซึ่งจะไปรวมตัวกับ IPPP อีกโมเลกุลหนึ่ง ได้ farnesyl pyrophosphate (C15) แล้วจึงรวมตัวกันอีกครั้งหนึ่ง กลายเป็น squalene (C30) squalene จะเปลี่ยนไปเป็น lanosterol ซึ่งขั้นตอนนี้ ต้องอาศัยออกซิเจน ในไมโทคอนเดรีย มีการเปลี่ยนแปลงรูปเป็นวงแหวน โดยจะได้สาร squalene-2-3 epoxide ก่อน เอนไซม์ squalene epoxide lanosterol cyclase จะทำให้วงแหวนเปิด กลายเป็น lanosterol ขั้นตอนนี้ เรียกว่า ปฏิกิริยา epoxidation การเปลี่ยน lanosterol ไปเป็นคอเลสเตอรอลมีหลายขั้นตอน โดยอาศัยเอนไซม์ที่มีอยู่ในไมโครโซม และโปรตีนในไซโตพลาสซึม คือ sterol carrier protein (SCP) เป็นตัวนำสารที่เกิดปฏิกิริยา จากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง มีการกำจัดหมู่ methyl ออกไป 3 ตัว และเปลี่ยนตำแหน่งของพันธะคู่ (double bond) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดได้ 2 ทาง ทางแรก คือ จะได้ demosterol เป็นสารระหว่างปฏิกิริยา และอีกทางหนึ่งเป็นที่เกิดมากมี 7-dehydrocholesterol จะเปลี่ยนเป็นคอเลสเตอรอล ในที่สุดคาร์บอนอะตอมในโมเลกุล คอเลสเตอรอลได้จากหมู่ methyl และ carboxyl ของอะซิเตต อะตอมของออกซิเจนได้จากโมเลกุลของออกซิเจนในไมโครโซมที่ใช้ ในระหว่างปฏิกิริยา epoxidation กระบวนการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลเกิดขึ้นใน endoplasmic reticulum

การสร้างคอเลสเตอรอลระยะแรก คือ การสร้าง mevalonate และถูกยับยั้งได้โดยอาหารที่มีคอเลสเตอรอลสูง 7 alpha-hydroxycholesterol และ 20 alpha-hydroxycholesterol สาร 2 ตัวหลังเป็นสารที่เกิดระหว่างปฏิกิริยาการเปลี่ยนคอเลสเตอรอลไปเป็นน้ำดี และสเตียรอยด์ฮอร์โมน รวมทั้งไลโปโปรตีน ที่มีคอเลสเตอรอลเป็นส่วนประกอบ ปฏิกิริยาที่มีอัตราความเร็วจำกัด อีกประการหนึ่ง คือ การเปลี่ยน squalene ไปเป็น lanosterol กล่าวคือ การกินอาหารที่มีไขมันสูง ๆ จะเร่งปฏิกิริยาการสร้างคอเลสเตอรอล และขณะอดอาหารจะเกิดการสร้างน้อยลง ฮอร์โมนจากต่อม

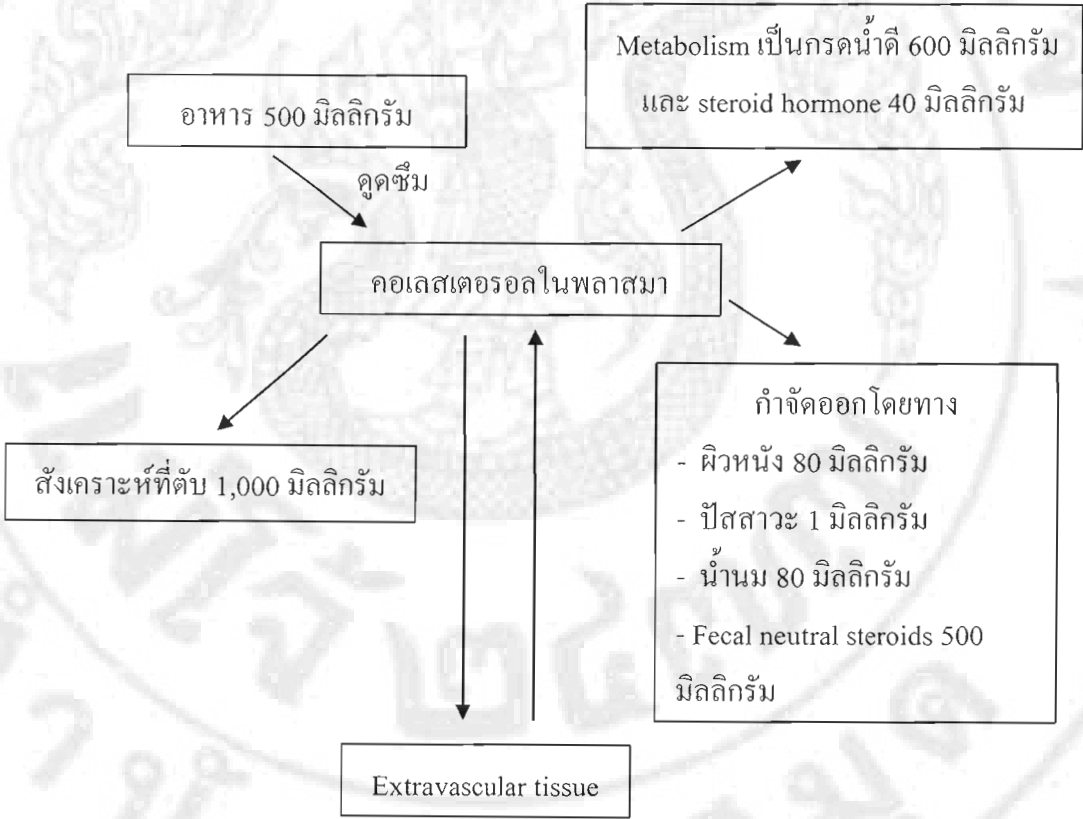
ไทรอยด์อาจเพิ่มการสลายตัวของคอเลสเตอรอลได้ ในภาวะที่มีไทรอยด์ฮอร์โมนต่ำ มักเกิดภาวะคอเลสเตอรอลในเลือดสูง ควบคู่กันไป คอเลสเตอรอลถูกสังเคราะห์ขึ้นที่ตับ สามารถเปลี่ยนเป็นกรดน้ำดี หรือ esterified เป็นคอเลสเตอรอลถูกสังเคราะห์ที่อยู่ในรูปเอสเทอร์ โดยเอ็นไซม์ acyl CoA cholesterol acyl transferase (ACAT) เป็นคอเลสเตอรอลเอสเทอร์ ถูกหลั่งออกมาสู่ระบบหมุนเวียนโลหิตในรูปของสารประกอบเชิงซ้อนไลโปโปรตีน เรียกว่า very low-density lipoprotein (VLDL) เมื่อ very low-density lipoprotein (VLDL) อยู่ในระบบหมุนเวียนโลหิตจะถูกเคลื่อนย้ายไปยังเส้นเลือดฝอยของกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อไขมัน แล้ว very low-density lipoprotein (VLDL) จะถูกเปลี่ยนไปเป็น intermediate density lipoprotein (IDL) และ low-density lipoprotein (LDL) ตามลำดับ คอเลสเตอรอลที่ได้รับจากอาหารอยู่ในรูป low-density lipoprotein (LDL) เข้าเซลล์ได้โดยวิธี receptor mediate endocytosis คอเลสเตอรอลเอสเทอร์ที่อยู่ภายในเซลล์จะถูก hydrolyzed โดยเอ็นไซม์ lysosomal lipase ได้ คอเลสเตอรอลอิสระหรือ esterified อีกครั้งหนึ่ง โดยเอ็นไซม์ acyl CoA cholesterol acyl transferase (ACAT) เพื่อเก็บเป็นเม็ดคอเลสเตอรอล (cholesterol ester droplet) (อุษณีย์, 2547)



ภาพ 3 การสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในร่างกาย
ที่มา: อุษณีย์ (2547)

การสลายคอเลสเตอรอล

คอเลสเตอรอลในร่างกายจะถูกเปลี่ยนเป็นกรดน้ำดีเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งกรดน้ำดีสามารถถูกสังเคราะห์โดยตรงจากคอเลสเตอรอลที่ตับ ได้เป็นกรดน้ำดีชนิด primary acid ได้แก่ glycocholic acid และ chenodeoxycholic acid ซึ่งเป็นกรดน้ำดีที่พบได้ในคน กรดน้ำดีที่สร้างจากตับจะถูกส่งไปเก็บที่ถุงน้ำดี (gall bladder) และหลังไปที่ลำไส้เล็กเพื่อช่วยย่อยไขมัน และที่ลำไส้เล็ก กรดน้ำดีชนิด primary bile acid จะถูกเปลี่ยนเป็น secondary bile acid คือ deoxycholic และ lithocholic acid จากนั้นกรดน้ำดีบางส่วนจะถูกดูดซึมกลับที่ลำไส้ใหญ่แล้วกลับไปตับ และบางส่วนจะขับออกไปกับอุจจาระ (enterohepation of bile acid) ดังนั้นกรดน้ำดีจึงมีบทบาทสำคัญในการช่วยควบคุมระดับคอเลสเตอรอลในร่างกายให้เป็นปกติ เพราะคอเลสเตอรอลไม่สามารถออกซิไดซ์ (oxidized) จนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำได้ (อุษณีย์, 2547)



ภาพ 4 การเผาผลาญ (metabolism) คอเลสเตอรอลในร่างกาย
ที่มา: อุษณีย์ (2547)

ผลของคอเลสเตอรอลต่อมนุษย์และสัตว์

คอเลสเตอรอลเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ และในสัตว์ด้วย ปกติแล้วในร่างกายมนุษย์จะมีระดับคอเลสเตอรอลใน plasma ประมาณ 200 mg/dL ขึ้นอยู่กับอายุ และปัจจัยอื่นๆ (Martin, 1981) การมีคอเลสเตอรอลในซีรัมต่ำ (hypcholesterolemia) ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการได้รับอาหารผิดส่วน หรือการย่อยและดูดซึมที่ลำไส้ไม่ดี หรือเป็นโรคที่ได้รับการถ่ายทอดทางพันธุกรรม เช่น โรค Alpha lipoprotein deficiency (Familial high-density lipoprotein deficiency, Tranger's disease) เนื่องจากขาดเอ็นไซม์ apo A I, apo A II ซึ่งอาจเกิดจากการสลายตัวมาก หรือเกิดจากความผิดปกติของยีนที่ควบคุมการสร้าง apo A ทำให้มีคอเลสเตอรอลในเลือดต่ำ ไตรกลีเซอไรด์สูง หรือปกติ high-density lipoprotein deficiency (HDL) ลดลงทำให้มีการค้างของคอเลสเตอรอลในรูปเอสเทอร์ตามอวัยวะต่าง ๆ เช่น ต่อมทอนซิล ตับ ม้าม ต่อมน้ำเหลือง ทำให้อวัยวะเหล่านี้มีขนาดโตขึ้น และอาจมีไขมันไปเกาะที่เส้นประสาท ทำให้มีอาการทางประสาทร่วมด้วย ซึ่งโรคนี้สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ด้วย ภาวะการเกิด hypcholesterolemia มักพบใน hyperthyroidism; liver disease with hepato-cellular damage การมีคอเลสเตอรอลต่ำ พบว่ายังเป็นสาเหตุในการเกิดอัตราการเสี่ยงในการเป็นมะเร็งด้วย (Siemianowicz et al., 2000) ได้ทำการศึกษาในผู้ป่วยมะเร็งโรคปอดจำนวน 135 คน เปรียบเทียบกับกลุ่มปกติ 39 คน พบว่าผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดมีระดับคอเลสเตอรอลในเลือดต่ำยังเป็นสาเหตุของการเกิด hyperthyroidism, liver disease with hepato-cellular damage (Sassolas and Cartier, 1999) โดยเฉพาะการเกิดโรคตับเรื้อรังเนื่องจากตับเป็นอวัยวะสำคัญในการเกิดเมตาบอลิซึมของคอเลสเตอรอล (Arienzo et al., 1998)

หากร่างกายมีคอเลสเตอรอลในปริมาณสูงเกินไปจะถูกสะสมในตับ และเปลี่ยนเป็นกรดน้ำดี ซึ่งเป็นกลไกของร่างกายในการป้องกันการสะสมของสารที่ไม่ละลายน้ำ (water insoluble substance) แต่ถ้าวร่างกายไม่สามารถกำจัดคอเลสเตอรอลส่วนเกินออกได้ หรือสะสมในปริมาณมาก ทำให้เป็นสาเหตุของโรคต่าง ๆ เช่น การเกิด atherosclerosis หรือที่เรียกว่า โรคหลอดเลือดแดงแข็ง ซึ่งเกิดจากการสะสมของคอเลสเตอรอลในปริมาณมาก ๆ มาเกาะอยู่ที่ผนังของหลอดเลือดทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดเลือดแคบลง แรงดันเลือดสูงขึ้น เป็นผลให้มีแคลเซียมมาเกาะที่ผนังหลอดเลือดมากขึ้น ทำให้เส้นเลือดเปราะและขาดความยืดหยุ่น ทำให้ผนังเส้นเลือดแตกได้ง่าย โดยเฉพาะถ้าเกิดเหตุการณ์นี้กับหัวใจ เลือดและออกซิเจนจะไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจน้อยลงซึ่งจะทำให้เกิด coronary artery แล้ว ก็จะทำให้เกิดภาวะ myocardial infraction กว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ของผู้ป่วยที่เสียชีวิตด้วยโรคหัวใจ เกิดจาก coronary heart disease (CHD) ที่มีสาเหตุสำคัญคือ atherosclerosis (พรทิพย์, 2536)

มีการพยายามที่จะลดระดับคอเลสเตอรอลทั้งในสัตว์และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ได้จากสัตว์ การลดระดับคอเลสเตอรอลโดยการเสริมกระเทียมผงในอาหารไก่เนื้อ พบว่าการเสริมกระเทียมผงในระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ ไม่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง แต่ทำให้คอเลสเตอรอลในพลาสมาและในตับลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Konjufca et al., 1997) การเสริม *Lactobacillus* ลงในอาหารไก่เนื้อ พบว่าที่ระดับ 1×10^6 เซลล์/กรัม พบว่ามีคอเลสเตอรอลในซีรัมต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (Jin et al., 1998)

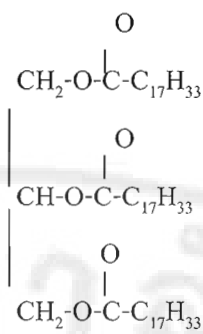
ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride)

ไตรกลีเซอไรด์เป็นชื่อเรียก เอสเทอร์ (ester) ของกลีเซอรอล (glycerol) ที่มีกรดไขมัน 3 โมเลกุล ไตรกลีเซอไรด์ เป็นลิพิดที่มีปริมาณมากที่สุด สัตว์จะสะสมไขมันเมื่อรับประทานอาหารเข้าไปมากกว่าพลังงานที่ใช้ ไตรกลีเซอไรด์ที่บริสุทธิ์จะไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่มีรส สีส และกลิ่นของ เนย น้ำมันมะกอก และไขมันอื่น ๆ เกิดจากสารประกอบอื่น สมบัติทางกายภาพของไตรกลีเซอไรด์จำนวนมากขึ้นอยู่กับความยาว และความไม่อิ่มตัวของโซ่ไฮโดรคาร์บอนของกรดไขมันในน้ำมัน ไตรกลีเซอไรด์มีความสำคัญมาก เพราะเป็นแหล่งพลังงานที่สะสมไว้ในสัตว์

นอกจากนี้ ไตรกลีเซอไรด์ยังป้องกันการสูญเสียความร้อน และการระเหิดของ ชั้นไขมันชั้นไขมันที่อยู่ใต้ผิวหนังจะเป็นฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อน ช่วยให้ร่างกายมีอุณหภูมิที่ปกติ ในอวัยวะต่าง ๆ เช่น ไต จะมีชั้นไขมันหนา ๆ เพื่อช่วยป้องกันการระเหิด และไขมันใต้ผิวหนังก็ช่วยป้องกันการระเหิดด้วยเหมือนกัน ส่วนใหญ่ไขมันที่เรากินไปทั้งหมดก็คือไตรกลีเซอไรด์ และทราบกันว่า ไขมันสร้างความอบอุ่นให้แก่ร่างกาย แท้ที่จริงแล้วก็มาจากไตรกลีเซอไรด์ โดยไตรกลีเซอไรด์ 1 กรัมให้ความร้อนแก่ร่างกาย 9 แคลอรี และไตรกลีเซอไรด์ ยังเป็นตัวทำลายสำหรับวิตามินกลุ่มที่ละลายในไขมัน ได้แก่ วิตามินเอ ดี อี และ เค (บุญล้อม, 2541)

โครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์

ไตรกลีเซอไรด์เป็นกลีเซอไรด์หนึ่ง โมเลกุลที่มีจำนวนกรดไขมัน 3 โมเลกุล ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวทำให้มีลักษณะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง เรียกว่า น้ำมัน (oil) ส่วนไตรกลีเซอไรด์ที่มีกรดไขมันอิ่มตัว เป็นส่วนใหญ่มักจะเป็นของแข็ง เรียกว่า ไขมัน (fat) เช่น ไตรกลีเซอไรด์ที่สะสมไว้ในเซลล์ของสัตว์ ไตรกลีเซอไรด์ไม่สามารถรวมตัวกับน้ำเป็นไมเซลล์ (micelle) ได้ เพราะ โมเลกุลมีแต่ส่วนที่ไม่ละลายน้ำ (อุษณีย์, 2547)

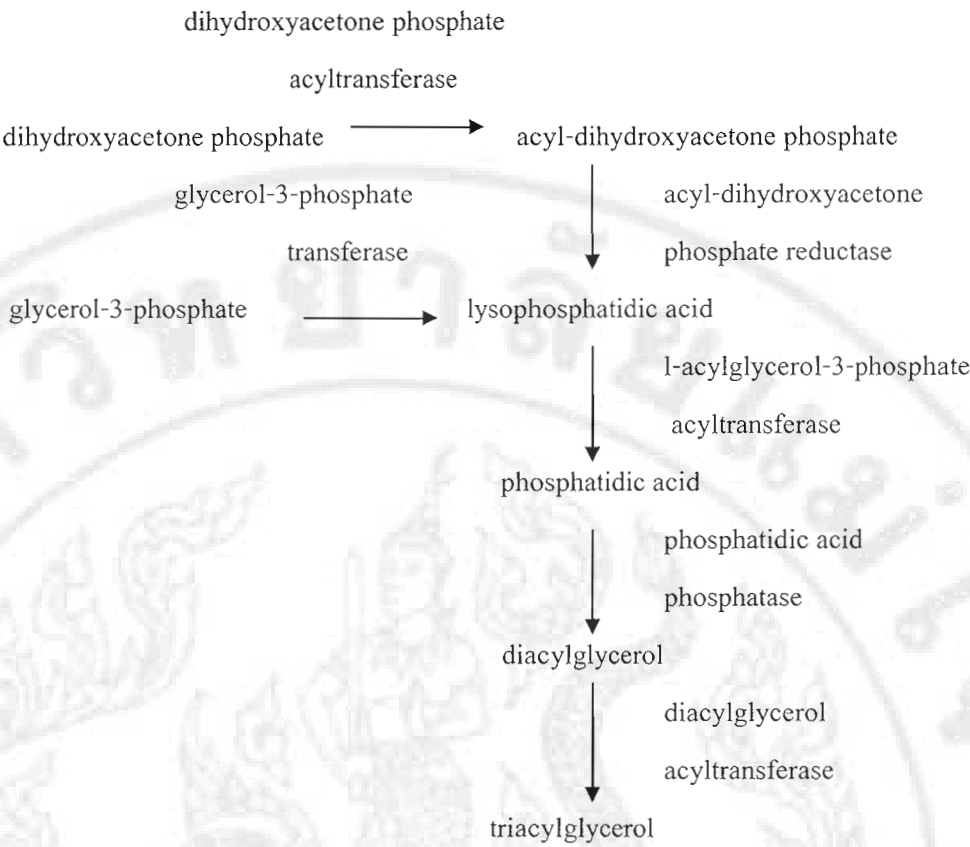


ภาพ 5 แสดงโครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์
ที่มา: อุษณีย์ (2547)

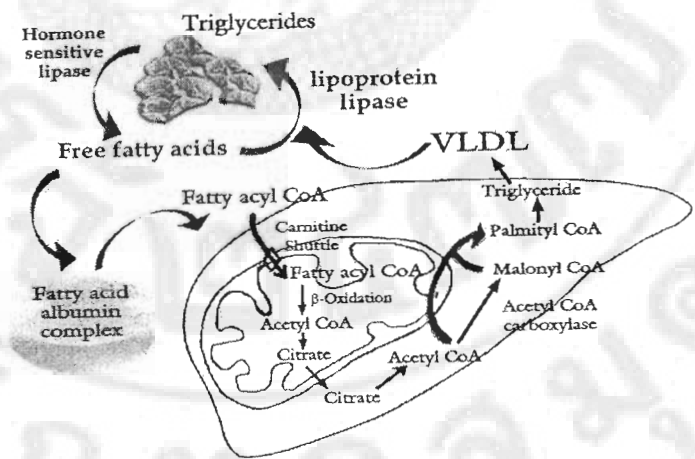
การสังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์

ไตรกลีเซอไรด์จะจับตัวกับกลีเซอรอล 1 โมเลกุล และกรดไขมัน จะถูกเปลี่ยนไปเป็น adenosine triphosphate (ATP) ก่อนจะถูก incorporate เข้าในไตรกลีเซอไรด์ได้ เอนไซม์ glycerol kinase จะ activate glycerol แต่เอนไซม์ glycerol kinase ไม่พบในกล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่อไขมัน ดังนั้นกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อไขมัน จะได้ glycerol-3-phosphate จากการรีดักชันของ glycerol intermediate คือ dihydroxyacetone phosphate อาจสรุปการสังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์ เป็น 3 วิธี คือ

- 1. monoacylglycerol pathway พบในลำไส้ เริ่มจาก 2-monoacylglycerol และเติม acyl CoA เอนไซม์ glycerol kinase จากนั้นรวมตัวกับ acyl CoA 2 โมเลกุลสลายหมู่ฟอสเฟตออก และจับ acyl CoA อีก
- 2. glycerol pathway เกิดได้ในลำไส้ เริ่มจากกลีเซอรอลถูกเปลี่ยนเป็น glycerol-3-phosphate โดยมีเอนไซม์ glycerol kinase จากนั้นรวมตัวกับ acyl CoA 2 โมเลกุลสลายหมู่ฟอสเฟตออกและจับ acyl CoA อีก 1 โมเลกุล
- 3. dihydroxyacetone phosphate pathway โดยเริ่มจาก dihydroxyacetone phosphate ถูกรีดิวซ์ จนกลายเป็น glycerol-3-phosphate หรือ dihydroxyacetone phosphate อาจจับ acyl CoA เป็น 1-acyl dihydroxyacetone (อุษณีย์, 2547)



ภาพ 6 การสังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์ (The reaction of triglycerides biosynthesis)
ที่มา: อุษณีย์ (2547)



ภาพ 7 การสังเคราะห์และการสลายไตรกลีเซอไรด์ระหว่างเซลล์ตับ และเซลล์ไขมัน
ที่มา: Koolman and Rohm (1966 อ้างโดย อุษณีย์, 2547)

การมีไตรกลีเซอไรด์มาก ทำให้ร่างกายสร้าง acetyl CoA มากผิดปกติ ทำให้เกิดภาวะอ้วน (obesity) เพราะ acetyl CoA จะถูกนำไปสร้างเป็นไตรกลีเซอไรด์สะสมตามเนื้อเยื่อไขมันได้ ผิวหนังมากกว่าปกติ อาจสะสมที่ตับได้ (อุษณีย์, 2547) จากการศึกษาของ David (1983) พบว่า องค์ประกอบของไขมันในกล้ามเนื้อส่วนใหญ่จะมีไตรกลีเซอไรด์เป็นองค์ประกอบหลัก การที่ระดับไตรกลีเซอไรด์เพิ่มขึ้น ก็ทำให้ปริมาณของไขมันแทรกในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นด้วย

เม็ดเลือดขาวของสัตว์ปีก

เม็ดเลือดขาวในสัตว์ปีกแต่ละชนิด จะมีจำนวนที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปเม็ดเลือดขาวในสัตว์ปีกจะมีรูปร่างค่อนข้างกลมกว่า และมีจำนวนน้อยกว่าเม็ดเลือดแดง เป็นเซลล์ที่มีนิวเคลียส แต่ไม่มี ฮีโมโกลบิน ทำหน้าที่เก็บกินเชื้อโรค และสิ่งแปลกปลอม โดยจำนวนเม็ดเลือดขาวตามปกติจะแตกต่างกันตามชนิดสัตว์ปีก เพศ (ถ้าเพศผู้จะมีจำนวนมากกว่าเพศเมีย) อายุ (เพิ่มขึ้นตามอายุ) สภาพร่างกาย (ถ้าเป็นโรคติดเชื้อก็จะเพิ่มสูงขึ้น แล้วแต่โรคที่เกิดขึ้น) (วิโรจน์, 2537)

สามารถแบ่งเม็ดเลือดขาวออกได้เป็น 2 กลุ่ม รวม 5 ชนิด คือ

1. granulocyte เม็ดเลือดขาวกลุ่มนี้จะมีเม็ดสีขนาดเล็กหรือใหญ่ ไม่เหมือนกันอยู่ในไซโตพลาสซึม โดยสามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด

1.1 heterophils มีรูปร่างกลม มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10-15 มิลลิไมครอน ในกรณีที่ร่างกายสัตว์ปีกเกิดการติดเชื้ออย่างรุนแรง จะพบว่าจำนวนของ heterophils สูงกว่าระดับปกติในกระแสเลือด และบริเวณเนื้อเยื่อที่มีการติดเชื้อจะพบว่ามีเม็ดเลือดขาวชนิดนี้เพิ่มมากขึ้น

1.2 eosinophils ขนาดใกล้เคียงกับ heterophils เม็ดสีในไซโตพลาสซึม มีรูปร่างกลม และค่อนข้างใหญ่ ดิสสีแดงแกมส้ม ในขณะที่เม็ดสีของ heterophils ดิสสีแดงสดใสเมื่อย้อมด้วย Wright's stain ไซโตพลาสซึมดิสสีเทาแกมน้ำเงินจาง ๆ ในกรณีที่ร่างกายสัตว์ปีกมีพยาธิภายใน และภายนอกอยู่มาก หรือในภาวะที่มีการแพ้เกิดขึ้น จะพบเม็ดเลือดขาวชนิดนี้มากกว่าระดับปกติในกระแสเลือด

1.3 basophils ขนาด และรูปร่างคล้าย heterophils ซึ่งบางครั้งอาจมีขนาดเล็กกว่า นิวเคลียสดิสสีด่างจาง ๆ รูปกลม หรือรูปรี รูปร่างคล้ายเกือกม้า หรือบางครั้งแบ่งเป็นกลีบมีปริมาณมาก และไม่ดิสสี เม็ดสีในไซโตพลาสซึมดิสสีน้ำเงินแกมม่วง

2. agranulocyte เป็นเม็ดเลือดขาวที่มีเม็ดสีน้อยมาก หรือไม่มีเลย ในไซโตพลาสซึม แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด

2.1 lymphocytes โดยทั่วไปจะมี 3 ชนิดคือ ขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ ในกระแสเลือด ซึ่งพบว่า เม็ดเลือดขาวขนาดใหญ่พบน้อย และมักไม่เจริญเต็มที่ เม็ดเลือดขาวขนาดกลาง และ

ขนาดเล็กจะเป็นเม็ดเลือดขาวที่โตเต็มที่ และมีหน้าที่โดยตรง เม็ดเลือดขาวชนิดนี้มีจำนวนมากที่สุดในกระแสเลือด

2.2 monocytes เป็นเม็ดเลือดขาวที่มีขนาดใหญ่ที่สุด และมีปริมาณไซโตพลาสซึมมากกว่าของ Lymphocytes ขนาดใหญ่ ไซโตพลาสซึมล้อมติดสีฟ้าแกมเทา มีนิวเคลียสรูปร่างคล้ายเกือกม้า และมีปริมาณน้อยที่สุดในจำนวนเม็ดเลือดขาวทั้ง 5 ชนิด (เกษม และ มัณฑนา, 2527; วิโรจน์, 2540; Stevens and Lowe, no date)



บทที่ 3
วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เกี่ยวกับเรื่องการใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเตอร์ทดแทนรำละเอียดในสูตรอาหารระดับต่าง ๆ ของไก่กระทอง เพื่อศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโต การสะสมไขมันช่องท้อง ระดับคอเลสเตอรอล ระดับไตรกลีเซอไรด์ และจำนวนเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิด โดยการวิจัยนี้ได้นำก้านเห็ดหอมที่เหลือใช้ มาใช้ให้เกิดประโยชน์ มีวิธีการวิจัยดังนี้

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ตั้งแต่เดือน กันยายน พ.ศ. 2548 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2549

เริ่มดำเนินการทดลอง	วันที่ 1 ธันวาคม 2548
เสร็จสิ้นการทดลอง	วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2549

สถานที่ทำการทดลอง

- เลี้ยงไก่ทดลอง ณ ฟาร์มสัตว์ปีก สาขาสัตว์ปีก ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่
- วิเคราะห์คอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ ณ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สาขาอาหารสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่
- ตรวจนับเม็ดเลือดขาว ณ ห้องปฏิบัติการชั้น 4 ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่
- ชันสูตรซาก ณ ห้องปฏิบัติการกายวิภาค และสรีรวิทยาทางสัตว์ อาคารปฏิบัติการสัตว์ปีก และสุกร ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์การทดลอง

1. ใช้ไก่กระทงพันธุ์ Ross 308 คละเพศอายุ 1 วัน จำนวน 160 ตัว
2. ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์บดละเอียด จำนวน 50 กิโลกรัม
3. เครื่องชั่งน้ำหนักไก่กระทง และอาหารทดลอง ขนาด 7 กิโลกรัม จำนวน 1 เครื่อง
เครื่องชั่งขนาด 35 กิโลกรัม จำนวน 1 เครื่อง และเครื่องชั่งดิจิตอล จำนวน 1 เครื่อง
4. โรงเรือนสำหรับเลี้ยงไก่กระทง 1 หลัง (M1) พร้อมถังอาหาร กระปุกน้ำ
5. อุปกรณ์จับบันทึก เช่น ปากกา ดินสอ สมุด ไม้บรรทัด เครื่องคิดเลข เป็นต้น
6. เครื่องมือในการเก็บตัวอย่างเลือด เช่น เข็ม กระบอกฉีดยา (syringe) หลอด EDTA, สำลี
เป็นต้น
7. เครื่องมือพร้อมสารเคมีในการวิเคราะห์หาคอเลสเทอรอล และไตรกลีเซอไรด์
8. กล้องถ่ายรูปพร้อมฟิล์มถ่ายรูปจำนวน 1 ชุด
9. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเสมียร์เลือด เช่น ไปแปด แผ่นสไลด์ หลอดทดลอง (tube) เป็นต้น
10. อุปกรณ์ที่ใช้ในการนับเม็ดเลือดขาว
11. กล้องจุลทรรศน์
12. อุปกรณ์การฆ่า และถอนขน
13. อุปกรณ์การผ่าซาก
14. เพลต และขวดสำหรับใส่ไขมันช่องท้อง
15. น้ำกลั่น และ โซเดียมคลอไรด์

การเตรียมก้านเห็ดหอม

1. นำก้านเห็ดหอมสดที่ได้จากฟาร์มในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ นำมาตากแดด โดย
กระจายให้บางที่สุด เพราะจะเกิดการระเหยน้ำ ถ้าวางหนาเกินไปจะเกิดราได้
2. นำเห็ดหอมที่แห้งแล้วใส่ภาชนะที่เตรียมไว้เพื่อทำการหมักเห็ดหอมกับยีสเจอร์โดยมี
ส่วนผสมของยีสเจอร์ที่ใช้หมักต่อเห็ด 1 กิโลกรัม
 - กากน้ำตาล 5.00 เปอร์เซ็นต์
 - น้ำตาลทราย 5.00 เปอร์เซ็นต์
 - กัมมะถัน 0.25 เปอร์เซ็นต์
 - ยีสเจอร์ 0.25 เปอร์เซ็นต์

- โดยใช้ระยะเวลาในการหมัก 2 สัปดาห์ต้องปิดฝาภาชนะที่บรรจุให้แน่น
- 3. นำเข้าตู้อบ (Oven) อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ 1 วัน
 - 4. นำก้อนเห็ดที่แห้งแล้ว สังเกตจาก สามารถหักแตกได้ นำมาบดให้ละเอียด และแบ่งส่วนหนึ่งมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเปรียบเทียบกับรำละเอียด ตาราง 5
 - 5. หลังจากบดแล้วเก็บในที่แห้ง และต้องปิดถุงให้สนิทเพื่อป้องกันไม่ให้อากาศเข้า

ตาราง 5 แสดงองค์ประกอบทางเคมี (% DM) ของก้อนเห็ดหอมในห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์เปรียบเทียบกับรำละเอียด

รายการ	ก้อนเห็ดหอม		รำละเอียด ^{1/}
	หมัก	ไม่หมัก	
ความชื้น (%)	90.05	89.43	91.00
โปรตีน (%)	17.53	22.25	14.18
ไขมัน (%)	9.87	8.83	14.29
เยื่อใย (%)	6.89	4.84	12.53
เถ้า (%)	11.05	24.60	n.a.
แคลเซียม (%)	3.71	5.70	0.08
ฟอสฟอรัส (%)	1.15	2.26	1.65
พลังงานรวม (kcal/kg)	3,867	3,980	n.a.

หมายเหตุ n.a. = No data available

ที่มา: ^{1/} Buwjoom et al. (2004)

วิธีการดำเนินการวิจัย

สัตว์ คอก และอาหารทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) โดยใช้ไก่กระตังพันธุ์ Ross 308 คละเพศ อายุ 1 วัน จำนวน 160 ตัว เป็นหน่วยทดลอง (experimental unit) ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์แต่ละระดับเป็นกลุ่มทดลอง (treatment) และหาความแตกต่างแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี duncan's new multiple range test (DMRT) (สุทัศน์, 2540) การทดลองมี 5 กลุ่มทดลอง ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 8 ตัว คือ กลุ่มทดลองที่ 1 คือ อาหารควบคุม (control) อาหารที่ไม่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียด กลุ่มทดลองที่ 2 3 4 และ 5 ใช้ อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 25 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

อาหารที่ใช้ในการทดลองแบ่งเป็น 2 ระยะคือ ระยะ 0-3 สัปดาห์ และ 3-6 สัปดาห์ ในแต่ละระยะมีโปรตีนระดับ 23 และ 20 เปอร์เซ็นต์ เท่ากันทุกกลุ่ม และมีพลังงาน 3,200 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม เหมือนกันทุกระยะ ตาราง 6 และ 7 ไก่ทุกตัวได้รับการกินน้ำ และอาหารอย่างเต็มที่ ซึ่งพื้นที่คอกในแต่ละซ้ำมีขนาด 1x1.5 เมตร ปลูกหญ้า 5 เซนติเมตร และมีการกลับแกลบทุกสัปดาห์

ตาราง 6 Formulation and chemical composition of broiler diets for 0-3 weeks of age

อาหาร ingredients	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5
fish meal 61 %	10.00	10.00	10.00	9.80	9.50
yellow corn	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
rice bran	10.00	7.50	5.00	2.50	0
soybean meal	26.93	26.17	25.45	24.99	24.70
broken rice	28.78	30.29	31.77	33.14	34.43
กากันเห็ดหอมหมัก	0	2.50	5.00	7.50	10.00
rice bran oil	5.02	4.25	3.48	2.75	2.04
Limestone	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
dicalcium phosphate	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
methionine	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17
salt	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
premix	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
calculated chemical composition (% air dry basis)					
CP	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00
ME (kcal/kg)	3,200.68	3,200.42	3,200.21	3,200.17	3,200.24
EE	3.45	3.20	2.96	2.70	2.43
CF	3.72	3.56	3.40	3.26	3.13
Ca	1.00	1.00	1.01	1.01	1.00
P, available	0.45	0.46	0.47	0.47	0.47

ตาราง 7 Formulation and chemical composition of broiler diets for 3-6 weeks of age

อาหาร ingredients	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5
fish meal 61 %	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
yellow corn	43.30	44.76	46.27	47.77	49.28
rice bran	10.00	7.50	5.00	2.50	0
soybean meal	23.91	23.21	22.50	21.79	21.08
broken rice	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
กากเห็ดหอมหมัก	0	2.50	5.00	7.50	10.00
rice bran oil	4.61	3.87	3.11	2.36	1.60
Limestone	0.73	0.71	0.71	0.69	0.70
dicalcium phosphate	0.40	0.40	0.36	0.34	0.29
methionine	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
salt	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
premix	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
calculated chemical composition (% air dry basis)					
CP	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
ME (kcal/kg)	3,200.00	3,200.19	3,200.07	3,200.46	3,200.33
EE	3.91	3.71	3.52	3.32	3.12
CF	3.96	3.82	3.68	3.55	3.41
Ca	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
P, available	0.35	0.35	0.35	0.36	0.35

ตาราง 8 ส่วนประกอบทางเคมีโดยการวิเคราะห์สูตรอาหารทดลองในห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์
ระยะ 0-3 สัปดาห์

รายการ	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5
ME (cal/g)	3,867	3,980	3,962	4,053	4,027
วัตถุแห้ง (%)	90.05	89.48	88.40	88.26	87.42
โปรตีนรวม (%)	17.53	22.25	18.28	17.91	18.78
ไขมัน (%)	9.87	8.83	5.08	4.42	2.79
เยื่อใย (%)	6.89	4.84	4.36	5.16	5.25
เถ้า (%)	11.05	24.60	16.63	13.97	13.02
แคลเซียม (%)	3.71	5.70	6.04	3.26	2.85
ฟอสฟอรัส (%)	1.15	2.26	1.50	1.30	1.10

ตาราง 9 ส่วนประกอบทางเคมีโดยการวิเคราะห์สูตรอาหารทดลองในห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์
ระยะ 3-6 สัปดาห์

รายการ	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5
ME (cal/g)	3,759	3,903	3,802	3,857	3,839
วัตถุแห้ง (%)	88.14	88.93	89.48	88.44	87.49
โปรตีนรวม (%)	16.87	18.58	17.53	17.56	17.05
ไขมัน (%)	7.85	7.35	6.94	6.15	5.15
เยื่อใย (%)	4.95	4.84	4.64	4.85	4.67
เถ้า (%)	12.14	9.54	12.83	13.35	11.94
แคลเซียม (%)	3.34	2.73	2.84	2.84	2.34
ฟอสฟอรัส (%)	1.04	1.88	1.24	1.27	0.98

การบันทึกข้อมูล

ศึกษาด้านสมรรถภาพการผลิต

บันทึกน้ำหนักตัวตั้งแต่แรกเลี้ยง รวมถึงน้ำหนักตัวทุก ๆ สัปดาห์ ตั้งแต่น้ำหนักเริ่มต้น จนถึงน้ำหนักเสร็จสิ้นการทดลอง 42 วัน และทำการบันทึกอัตราการตาย ปริมาณอาหารที่กิน และอาหารที่เหลือทุกสัปดาห์ เพื่อคำนวณปริมาณอาหารที่กิน คำนวณอัตราการเจริญเติบโต และอัตราแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (feed conversion ratio, FCR)

การศึกษาจำนวนเม็ดเลือดขาว

คัดเลือกไก่กระทงคละเพศที่อายุ 42 วัน จากค่าน้ำหนักเฉลี่ยในแต่ละซ้ำเพื่อเก็บตัวอย่างเลือด นำเลือดที่ได้มาทำการสเมียร์เพื่อนับจำนวนเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิดตามวิธีของ ภาควิชาอายุรศาสตร์ (2524) โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การเตรียมสไลด์ สไลด์ต้องเรียบไม่มีรอยขีดข่วน ความสะอาดของสไลด์เป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก แม้จะเป็นแผ่นสไลด์ใหม่ที่ยังไม่ได้ทำอะไรก็ต้องทำความสะอาดเสียก่อน โดยล้างด้วยสบู่ หรือผงซักฟอก เสร็จแล้วล้างด้วยน้ำสะอาด หรือจะฉีดพ่นด้วยแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงเก็บในภาชนะที่สะอาดปราศจากฝุ่นละออง เวลาหยิบให้จับเฉพาะที่ขอบ และต้องไม่ให้นิ้วแตะที่พื้นผิวสไลด์เป็นอันขาด เพราะไขมันจากมือจะทำให้เลือดไม่แผ่กระจายอย่างสม่ำเสมอ

2. การสเมียร์ ใช้วิธี Wedge smear เป็นวิธีที่ทำงานง่าย และนิยมใช้กันมากที่สุด โดยหยดเลือด 1 หยดลงบนแผ่นสไลด์ ที่ปลายสไลด์อีกด้านหนึ่ง แล้วใช้สไลด์อีกอันหนึ่งที่ขอบเรียบ แตะที่หยดเลือดทำมุมประมาณ 30–45 องศา กับแผ่นสไลด์แผ่นแรก โดยรอให้เลือดกระจายไปใกล้ขอบสไลด์ แล้วจึงเลื่อนสไลด์ ไปข้างหน้าอย่างสม่ำเสมอ สเมียร์ที่ดีต้องไม่หนาไม่บางเกินไป ผิวเรียบไม่เป็นคลื่น หรือเป็นดวง ๆ ถ้าเป็นดวง หมายถึงปลายสไลด์ไม่สะอาด และปลายสไลด์ต้องสิ้นสุดลงประมาณ 2/3 ของความยาวสไลด์ ถ้าใช้เลือดหยดใหญ่ สเมียร์จะหนา และปลายไปหมดใกล้ขอบหรือตกขอบสไลด์ ซึ่งไม่เหมาะสมที่จะนำมาตรวจนับ เพราะส่วนปลายของสเมียร์เป็นส่วนสำคัญที่ต้องตรวจ

3. การย้อมสี หลังจากทีปล่อยให้สไลด์ที่สเมียร์แห้งดีแล้วในอุณหภูมิห้อง นำสไลด์มาย้อมสีด้วย Wright Giemsa เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นนำมาย้อมใน buffer 2-4 นาที และนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด และผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง คือ 37 องศาเซลเซียส

4. การตรวจสเมียร์ เริ่มต้นตรวจสเมียร์ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายขนาด 10x ก่อน ทำการประเมินคุณภาพของสเมียร์นั้น ๆ ว่ามีคุณภาพดี ดิดสีดี รวมทั้งสภาพทั่วไปเกี่ยวกับการกระจาย

ของเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือด ถ้าตรวจพบ fibrin strands แสดงว่าเลือดบางส่วนแข็งตัวก่อนทำการสเมียร์ และจะจับกับเม็ดเลือดขาวกับเกล็ดเลือดไว้ส่วนหนึ่งทำให้การประเมินสเมียร์แผ่นนี้ไม่แม่นยำต้องทำสเมียร์แผ่นใหม่ และเมื่อสเมียร์ใช้ได้แล้ว นำไปตรวจแยกชนิดของเม็ดเลือดขาว โดยบริเวณที่เหมาะสมแก่การตรวจนับ คือ บริเวณที่ถัดจากปลายหรือส่วนหางของสเมียร์เข้ามาเล็กน้อยเลือกบริเวณนี้แล้วทำการเปลี่ยนกำลังขยายเป็น 100x (หัวน้ำมัน) และทำการตรวจนับเม็ดเลือดขาวจำนวน 100 เซลล์ และรายงานเป็นเปอร์เซ็นต์ของเซลล์แต่ละชนิดที่พบ

การศึกษาคอเลสเตอรอลในเลือด

หลังจากทำการเตรียมเลือดที่จะทำการตรวจนับจำนวนเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิดเสร็จ เลือดที่เหลือนำมาเก็บในหลอดเก็บเลือดเพื่อนำตัวอย่างเลือดไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเตอรอลตามวิธีของ Jung et al. (1975 อ้างโดย อริสา และคณะ, 2545) ค่าที่ได้จะเป็นค่าคอเลสเตอรอลรวมซึ่งมีวิธีการดังนี้ คือ

1. เตรียมหลอดทดลอง 4 หลอด จะใช้หลอดแก้วที่มีจุกเกลียวบุด้วย Teflon โดยหลอดที่ 1 เติมน้ำกลั่น หลอดที่ 2 เติมสารละลายมาตรฐานคอเลสเตอรอล (ละลาย cholesterol 200 มิลลิกรัม ใน isopropanol 100 มิลลิลิตร) หลอดที่ 3 และ 4 เติมพลาสมาที่ต้องการวิเคราะห์ หลอดละ 0.5 มิลลิลิตร
2. เติม isopropanol หลอดละ 5 มิลลิลิตร เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ 15 นาที
3. นำหลอดที่บรรจุพลาสมา (หลอดที่ 3 และ 4) ไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที และดูดเอาเฉพาะส่วนใส จำนวน 1 มิลลิลิตร มาใส่ในหลอดทดลองใหม่
4. เติม glacial acetic acid 3 มิลลิลิตร ลงในแต่ละหลอด เขย่าให้เข้ากัน แล้วเติม iron reagent (ละลาย $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 2.5 กรัม ใน 85 เปอร์เซ็นต์ phosphoric acid 100 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีน้ำตาล) จำนวน 0.3 มิลลิลิตร ตามด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้น (H_2SO_4) จำนวน 3 มิลลิลิตร ผสมสารละลายแต่ละหลอดให้เข้ากันด้วยเครื่องแบบสันสะเทือน (vortex mixer) แล้วนำไปตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 นาที
5. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร (เครื่อง UV visible spectrophotometer) โดยใช้หลอดที่ 1 ปรับค่าดูดกลืนแสงเป็นศูนย์ แล้วคำนวณความเข้มข้นของคอเลสเตอรอลในพลาสมา ดังนี้

$$\text{ความเข้มข้นของคอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม/100มิลลิลิตร)} = \frac{\text{Au}}{\text{As}} \times \text{Cs}$$

เมื่อ Au เป็นค่าการดูดกลืนแสงจากปริมาณคอเลสเตอรอลในพลาสมา

As เป็นค่าการดูดกลืนแสงจากสารละลายมาตรฐานคอเลสเทอรอล
Cs เป็นค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานคอเลสเทอรอล (200 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร)

การศึกษาไตรกลีเซอไรด์ในเลือด

เลือดที่เหลือจากหลอดเก็บเลือดที่นำไปวิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเทอรอลแล้ว อีกส่วนจะนำมาวิเคราะห์หาปริมาณไตรกลีเซอไรด์ ตามวิธีของ Jung et al. (1975 อ้างโดย อริสา และคณะ, 2545) ซึ่งมีวิธีการดังนี้ คือ

1. เตรียมหลอดทดลอง 4 หลอด หลอดที่ 1 เติมน้ำกลั่น หลอดที่ 2 เติมสาร ละลายมาตรฐานไตร โอเลอิน (ละลาย triolein 200 มิลลิกรัม ใน isopropanol 100 มิลลิลิตร) หลอดที่ 3 และ 4 เติมพลาสมาที่ต้องการวิเคราะห์ หลอดละ 0.5 มิลลิลิตร
2. เติม isopropanol หลอดละ 5 มิลลิลิตร และผงอลูมินา (alumina) หลอดละประมาณ 400 มิลลิกรัม (1 ช้อนเล็ก) เขย่าแรง ๆ หลาย ๆ ครั้ง แล้วตั้งทิ้งไว้ 15 นาที
3. นำหลอดทั้งหมดไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที และดูดเอาเฉพาะส่วนใส (supernatant) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร มาใส่หลอดทดลองใหม่ 4 หลอด
4. เติม alcoholic KOH 0.6 มิลลิลิตร ลงในสารละลายใสแต่ละหลอด นำไปแช่ในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที
5. เติมสารละลาย sodium periodate หลอดละ 0.5 มิลลิลิตร เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที
6. เติมสารละลาย acetylacetone หลอดละ 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้ผสมกัน นำไปแช่ในอ่างน้ำอุ่นอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
7. วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายแต่ละหลอดที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร โดยหลอดที่ 1 ตั้งค่าการดูดกลืนแสงเป็นศูนย์ แล้วคำนวณความเข้มข้นของไตรกลีเซอไรด์ในพลาสมา ดังนี้

ความเข้มข้นของไตรกลีเซอไรด์ (มิลลิกรัม/100มิลลิลิตร) = $\frac{Au}{As} \times Cs$

เมื่อ Au เป็นค่าการดูดกลืนแสงจากปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในพลาสมา
As เป็นค่าการดูดกลืนแสงจากสารละลายมาตรฐานไตร โอเลอิน
Cs เป็นค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไตร โอเลอิน (200 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร)

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงไขมันช่องท้อง

ไถ่กระทงที่ถูกคัดเลือกเพื่อเก็บตัวอย่างเลือด ถูกนำไปฆ่าเพื่อนำไปหาน้ำหนักของไขมันช่องท้องที่เพิ่มขึ้น หรือลดลง รวมทั้งน้ำหนักที่ได้มาคำนวณเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักไขมันช่องท้อง โดยเปรียบเทียบกับน้ำหนักตัว ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของไขมันช่องท้อง} = \frac{\text{น้ำหนักเป็นกรัมของไขมันช่องท้อง} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวที่แท้จริง}}$$

หมายเหตุ น้ำหนักตัวที่แท้จริง คือ น้ำหนักที่ชั่งก่อนฆ่า – น้ำหนักอาหาร ของเสียต่าง ๆ ที่อยู่ภายในระบบทางเดินอาหารทั้งหมด

งบประมาณการวิจัย

หมวดค่าวัสดุและอุปกรณ์การวิจัย

1. ค่าตัวไถ่กระทง 160 ตัว (ต้องซื้อ 200 ตัว) ราคาตัวละ 13.50 บาท	2,700 บาท
2. ค่าอาหารไถ่กระทง	7,000 บาท
3. ค่าวิเคราะห์การตรวจวัดคอเลสเทอรอล, ไตรกลีเซอไรด์ (รวมสารเคมี) และการตรวจนับเม็ดเลือดขาว	50,000 บาท

หมวดค่าใช้สอย

1. ค่าพิมพ์เอกสาร	5,000 บาท
2. ค่าพิมพ์ปกและเข้ารูปเล่มฉบับสมบูรณ์	7,000 บาท
3. फिल्मพร้อมค่าล้าง และขยายจำนวน 2 ม้วน ๆ ละ 500	1,000 บาท
4. ค่าวัสดุสิ้นเปลือง	4,000 บาท
5. ค่าใช้จ่ายบริหารงานทั่วไปอื่น ๆ ของการวิจัย	5,000 บาท
งบประมาณรวม	<u>81,700 บาท</u>

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลการศึกษาสมรรถภาพการผลิต

จากการศึกษาผลของการใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดในอาหารไก่กระทุง โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่มการทดลอง ซึ่งแต่ละกลุ่มการทดลองใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดในระดับที่แตกต่างกัน คือ 0 25 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มที่ 1 2 3 4 และ 5 ตามลำดับ) จากผลการทดลองพบค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการผลิตดังต่อไปนี้

น้ำหนักตัวเฉลี่ย

ไก่กระทุงคณะเพศ ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักตัวของไก่เฉลี่ยเริ่มต้นการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยกลุ่มที่ 1 และ 3 มีค่าสูงสุดคือ 39.38 และ 39.38 รองลงมาได้แก่ กลุ่มที่ 5 4 และ 2 มีค่าเท่ากับ 39.13 38.91 และ 38.44 ตามลำดับ จากตาราง 10 และตารางผนวก 1-2

น้ำหนักของไก่เฉลี่ยอายุ 3 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยกลุ่มที่ 1 มีค่าสูงสุดคือ 767.50 รองลงมา ได้แก่ กลุ่มที่ 2 3 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 718.44 603.13 527.50 และ 472.19 ตามลำดับ จากตาราง 10 ภาพ 8 และตารางผนวก 7-8

น้ำหนักของไก่เฉลี่ยอายุ 6 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยกลุ่มที่ 1 มีค่าสูงสุดคือ 2,470.94 รองลงมา ได้แก่ กลุ่มที่ 2 3 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 2,290.94 2,173.44 2,034.64 และ 1,764.57 ตามลำดับ จากตาราง 10 ภาพ 8 และตารางผนวก 13-14

น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

ไก่กระทุงคณะเพศ ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นอายุ 0-3 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยกลุ่มที่ 1 มีค่าสูงสุดคือ 728.12 รองลงมาได้แก่ กลุ่มที่ 2 3 5 และ 4 มีค่าเท่ากับ 680.00 563.75 488.59 และ 433.06 ตามลำดับ จากตาราง 10 และภาพ 9

น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นอายุ 3-6 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยกลุ่มที่ 1 มีค่าสูงสุดคือ 1,703.44 รองลงมาได้แก่ กลุ่มที่ 2 3 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 1,572.50 1,570.31 1,507.14 และ 1,292.38 ตามลำดับ จากตาราง 10 และภาพ 9

น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นตลอด 6 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยกลุ่มที่ 1 มีค่าสูงสุดคือ 2,431.57 รองลงมาได้แก่ กลุ่มที่ 2 3 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ

2,252.50 2,134.07 1,778.22 และ 1,556.97 ตามลำดับ จากตาราง 10 ภาพ 9 และตารางผนวก 27-28

ปริมาณการกินอาหาร

ไก่อะเทศพะโค ผลการทดลองพบว่า ปริมาณอาหารที่กินอายุ 0-3 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยกลุ่มที่ 2 มีค่าสูงสุดคือ 413.59 รองลงมาได้แก่ กลุ่มที่ 1 3 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 411.40 399.85 367.82 และ 311.56 ตามลำดับ จากตาราง 10 และ ภาพ 10

ปริมาณอาหารที่กินอายุ 3-6 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยกลุ่มที่ 1 มีค่าสูงสุดคือ 424.07 รองลงมาได้แก่ กลุ่มที่ 2 3 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 328.75 272.18 252.53 และ 240.48 ตามลำดับ จากตาราง 10 และภาพ 10

ปริมาณอาหารที่กินตลอด 6 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยกลุ่มที่ 1 มีค่าสูงสุดคือ 3499.86 รองลงมาได้แก่ กลุ่มที่ 2 3 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 3,403.64 3,282.35 3,120.64 และ 2,800.04 ตามลำดับ จากตาราง 10 ภาพ 10 และตารางผนวก 41-42

อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

ไก่อะเทศพะโค ผลการทดลองพบว่า อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นอายุ 0-3 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยกลุ่มที่ 1 ดีที่สุดคือ 0.56 รองลงมาได้แก่ กลุ่มที่ 2 3 5 และ 4 มีค่าเท่ากับ 0.61 0.71 0.72 และ 0.75 ตามลำดับ จากตาราง 10 และภาพ 11

อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นอายุ 3-6 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยกลุ่มที่ 3 4 ดีที่สุด คือ 0.17 รองลงมาได้แก่ กลุ่มที่ 5 2 และ 1 มีค่าเท่ากับ 0.19 0.21 และ 0.25 ตามลำดับ จากตาราง 10 และภาพ 11

อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นตลอด 6 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) กลุ่มที่ 1 ดีที่สุดคือ 1.42 รองลงมาได้แก่ กลุ่มที่ 3 2 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 1.51 1.61 1.93 และ 1.99 ตามลำดับ จากตาราง 10 ภาพ 11 และตารางผนวก 55-56

จากการทดลองการใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสต์เจอร์ทดแทนรำละเอียดในระดับต่าง ๆ ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่เนื้อ (T1 T2 T3 T4 และ T5) พบว่ามีผลต่อสมรรถภาพการผลิตไข่เนื้อ ($P<0.01$) ทางด้านปริมาณอาหารที่กินต่อสัปดาห์ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นต่อสัปดาห์ และอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น โดยปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเจริญเติบโต พบว่าในกลุ่มที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสต์เจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงสุด ส่วนกลุ่มที่

ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำสุด และอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของกลุ่มที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ ดีที่สุด ส่วนกลุ่มที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่ามากที่สุด อาจเนื่องมาจากก้านเห็ดหอมแห้งบดมีเยื่อใยสูง เมื่อนำมาประกอบสูตรอาหาร ทำให้ได้ค่าโภชนะต่ำลงโดยเฉพาะพลังงาน ซึ่งต้องเพิ่มพลังงานโดยใช้น้ำมันรำผสมในสูตรอาหารมากขึ้น ตามระดับการเสริมก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียด และยีสเจอร์มีคุณสมบัติที่สามารถสร้างสารที่มีกลิ่น และรสชาติให้ดีขึ้นทำให้เพิ่มความน่ากินของอาหาร จึงช่วยทำให้สัตว์กินอาหารได้มากขึ้น แต่การทดลองนี้ใช้ส่วนประกอบของอาหารตามสูตรมาตรฐานทั่วไปจึงต้องใช้น้ำมันรำเป็นตัวปรับพลังงาน แต่เมื่อเพิ่มพลังงานโดยใช้น้ำมันรำผสมในสูตรอาหารมากขึ้น ดังในกลุ่มที่เสริมก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดกลุ่มที่ 2 3 4 และ 5 จึงทำให้ความน่ากินของอาหารลดลง เพราะผลจากค่าพลังงานที่ต่ำในเห็ดหอม (วัลลภ, 2543) ทำให้ต้องใช้น้ำมันรำมาก เพื่อเพิ่มพลังงาน อาหารจึงมีลักษณะแฉะมากยิ่งขึ้น จับตัวกันเป็นก้อน และมีกลิ่นหืน จึงมีผลต่อการกินอาหาร ทำให้ไก่กินอาหารน้อยลงเมื่อเสริมก้านเห็ดหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียด ซึ่งสอดคล้องกับ Santos et al. (1995) รายงานไว้ว่าการเสริมโปรไบโอติกในอาหารไก่ลูกกระทงเพศเมียที่อายุ 42 วัน มีปริมาณอาหารที่กินน้อยกว่ากลุ่มควบคุมคือ $2,701 \pm 44$ และ $2,819 \pm 43$ g ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่มีแนวโน้มของน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นดีกว่ากลุ่มควบคุมคือ $1,874 \pm 26$ และ $1,835 \pm 28$ g ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) สอดคล้องกับ Mohan et al. (1996) ที่รายงานไว้ว่าการเสริมโปรไบโอติกระดับ 75 100 และ 125 mg/kg ในอาหารไก่กระทงที่อายุ 8 สัปดาห์ การเสริมโปรไบโอติก 3 ระดับมีปริมาณอาหารที่กินสูงกว่ากลุ่มควบคุมคือ 2,873 2,871 2,800 และ 2,767 g ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับกลุ่มควบคุมคือ 2.26 2.26 2.31 และ 2.30 ตามลำดับ ขัดแย้งกับ Buwjoom and Yamauchi (2005) ที่รายงานไว้ว่าไก่ที่ใช้ก้านเห็ดหอม 10 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกลุ่มควบคุมคือ 0.89 ± 0.02 กับ 1.44 ± 0.04 kg ตามลำดับ และอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่ที่ใช้เห็ดหอมทุกระดับแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับกลุ่มควบคุมคือ 0.32 ± 0.006 0.32 ± 0.010 0.30 ± 0.006 0.32 ± 0.020 และ 0.30 ± 0.009 ตามลำดับ

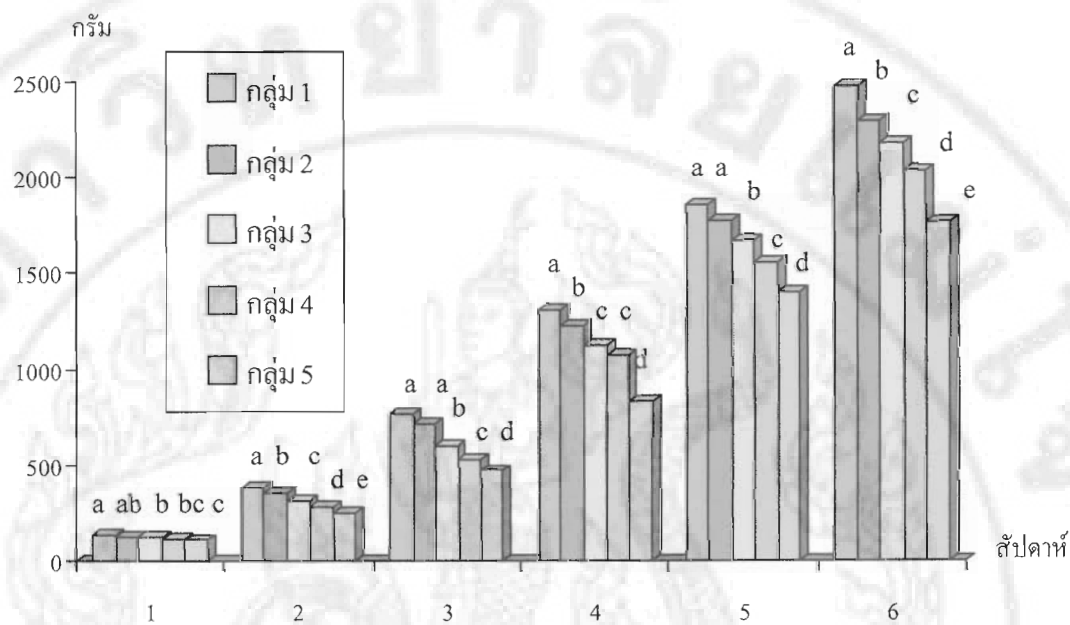
ตาราง 10 ผลของก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดต่อสมรรถภาพการผลิต

	Experimental diets					ANOVA	C.V. %
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5		
น้ำหนักตัวเฉลี่ย							
เริ่มต้นการทดลอง	39.38	38.44	39.38	38.91	39.13	ns	3.43
3 สัปดาห์	767.50 ^a	718.44 ^a	603.13 ^b	527.50 ^c	472.19 ^d	**	3.93
6 สัปดาห์	2470.94 ^a	2290.94 ^b	2173.44 ^c	2034.64 ^d	1764.57 ^c	**	2.34
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น							
0-3 สัปดาห์	728.12 ^a	680.00 ^a	563.75 ^b	488.59 ^c	433.06 ^d	**	4.07
3-6 สัปดาห์	1703.44 ^a	1572.50 ^b	1570.31 ^b	1507.14 ^b	1292.38 ^c	**	3.56
0-6 สัปดาห์	2431.57 ^a	2252.50 ^{ab}	2137.07 ^b	1778.22 ^c	1556.97 ^d	**	4.34
ปริมาณอาหารที่กิน							
0-3 สัปดาห์	411.40 ^a	413.59 ^a	399.85 ^b	367.82 ^b	311.56 ^c	**	2.93
3-6 สัปดาห์	424.07 ^a	328.75 ^b	272.18 ^{bc}	252.53 ^{bc}	240.48 ^c	**	11.77
0-6 สัปดาห์	3499.86 ^a	3403.64 ^{ab}	3282.35 ^b	3120.64 ^b	2800.04 ^c	**	1.82
FCR							
0-3 สัปดาห์	0.56 ^a	0.61 ^a	0.71 ^b	0.75 ^b	0.72 ^b	**	4.49
3-6 สัปดาห์	0.25 ^a	0.21 ^{ab}	0.17 ^b	0.17 ^b	0.19 ^b	**	12.72
0-6 สัปดาห์	1.42 ^a	1.51 ^a	1.61 ^b	1.93 ^b	1.99 ^b	**	9.04

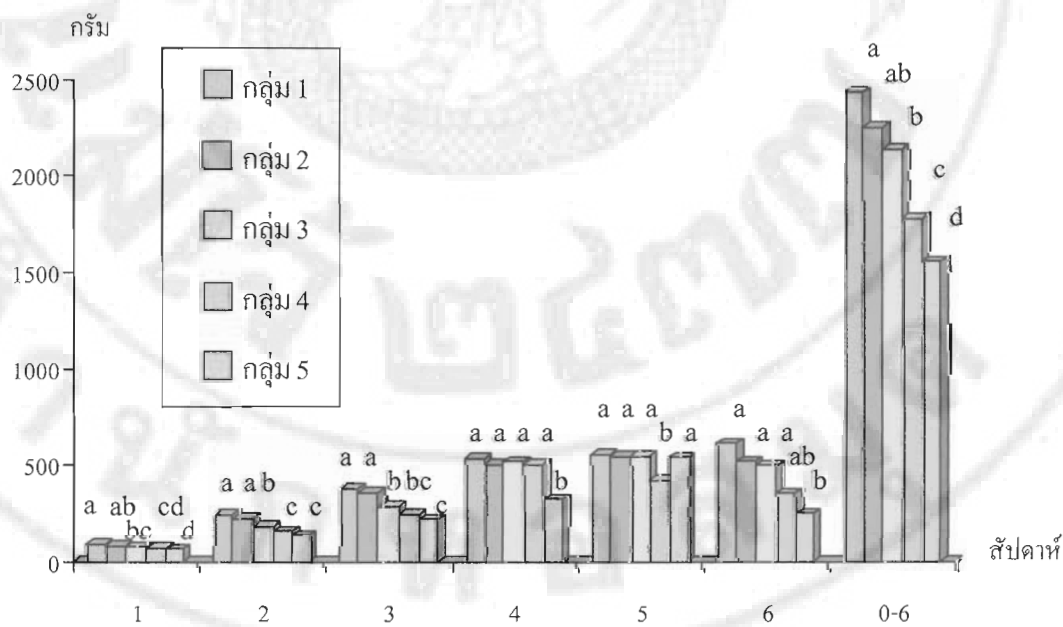
หมายเหตุ ** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)
ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)
a, b, c, d, e = ตัวอักษรเหนือค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ
กลุ่มที่ 1 คือ อาหารควบคุม (control)
กลุ่มที่ 2 คือ อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 25 เปอร์เซ็นต์
กลุ่มที่ 3 คือ อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 50 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 4 คือ อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 75 เปอร์เซ็นต์

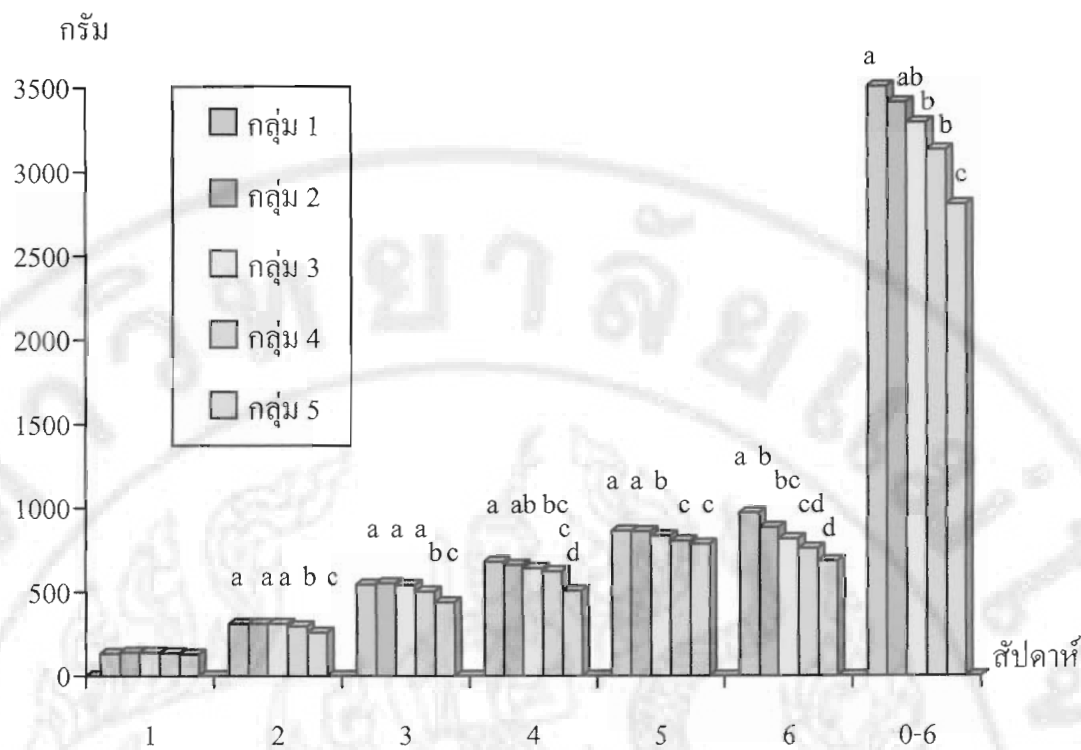
กลุ่มที่ 5 คือ อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 100 เปอร์เซ็นต์



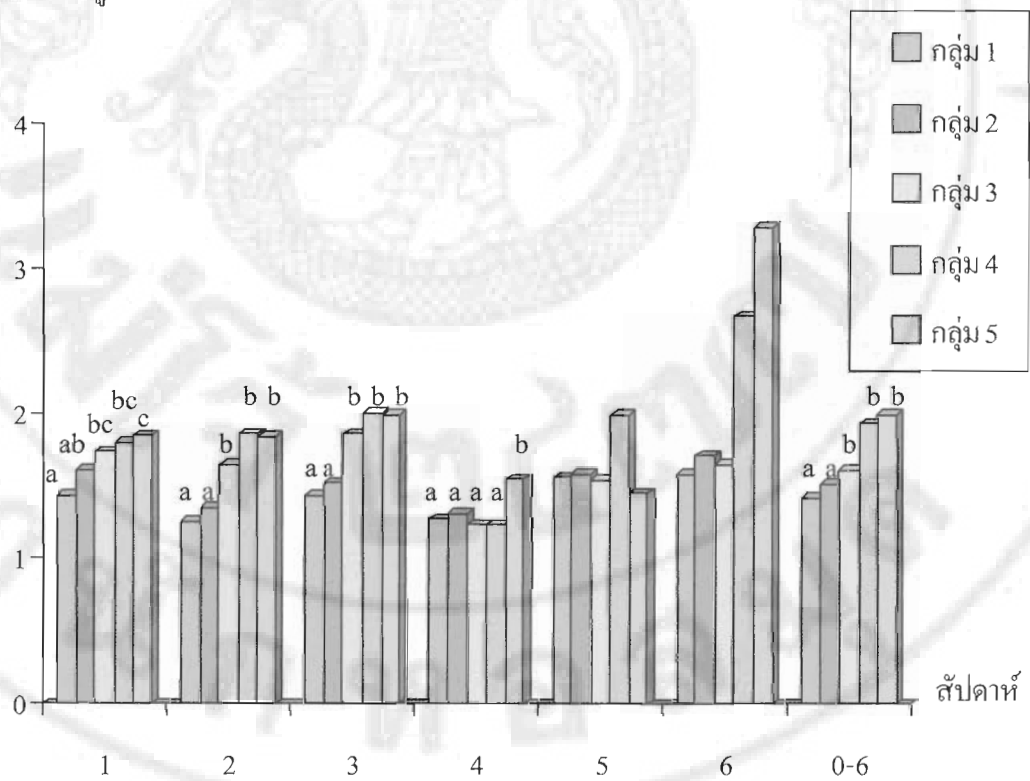
ภาพ 8 แผนภูมิแท่งแสดงน้ำหนักตัวของไก่เฉลี่ย 0-6 สัปดาห์



ภาพ 9 แผนภูมิแท่งแสดงน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 0-6 สัปดาห์



ภาพ 10 แผนภูมิแท่งแสดงปริมาณอาหารที่กิน 0-6 สัปดาห์



ภาพ 11 แผนภูมิแท่งแสดงอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 0-6 สัปดาห์

ผลการทดลองของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้อง และระดับคอเลสเตอรอลในเลือด

จากการศึกษาผลของการใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดในอาหารไก่กระตัง โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่มการทดลอง ซึ่งแต่ละกลุ่มการทดลองใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดในระดับที่แตกต่างกัน คือ 0 25 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มที่ 1 2 3 4 และ 5 ตามลำดับ) มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้อง และระดับคอเลสเตอรอลในเลือดของไก่กระตังดังนี้

ไก่กระตังเพศ ผลการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องของไก่กระตังมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่ากลุ่มที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องต่ำกว่ากลุ่มที่ 3 4 5 และ 1 ซึ่งเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องเท่ากับ 2.60 3.04 3.09 3.10 และ 3.43 ตามลำดับ ($P>0.05$) จากตาราง 11 และตารางผนวก 57-58 และปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือดของไก่กระตังมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีแนวโน้มว่ากลุ่มที่ 5 มีระดับคอเลสเตอรอลต่ำกว่ากลุ่มที่ 4 3 2 และ 1 ซึ่งระดับคอเลสเตอรอลในเลือดเท่ากับ 129.27 133.76 136.76 139.23 และ 143.00 mg/dl ตามลำดับ จากตาราง 11 และตารางผนวก 59 – 60

การใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดไม่มีผลต่อปริมาณไขมันสะสมในช่องท้อง ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าไก่กระตังเพศที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการสะสมของไขมันช่องท้องต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ สอดคล้องกับงานทดลองของ Abdollahi et al. (no date) ได้ทดลองเสริมโปรไบโอติก (*Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis*) ในอาหารไก่พันธุ์ Ross คณะเพศ ผลปรากฏว่าในกลุ่มที่เสริมโปรไบโอติกทั้ง 2 ชนิด ทั้ง 3 ระดับ (320 400 480 gr probiotic/ ton diets) ทำให้ไขมันช่องท้องลดลงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยมีเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องเท่ากับ 2.598 ± 1.007 2.764 ± 0.309 2.431 ± 0.455 และ 3.040 ± 0.249 ตามลำดับ สอดคล้องกับ Muzaffer et al. (2003) ได้ทำการทดลองเสริมโปรไบโอติก (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus. bulgaricus*, *Lactobacillus. acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Streptococcus. thermophilus*, *Enterococcus faecium*, *Aspergillus oryza*, *Candida pintolopesii*) ในอาหารไก่พันธุ์ Ross 308 จากผลการทดลอง พบว่ากลุ่มที่เสริมโปรไบโอติกระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้อง ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมโปรไบโอติก คือ 26.81 และ 27.77 ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ขัดแย้งกับ Safalaoh (2006) ได้ทำการทดลองโดยการเสริมจุลินทรีย์ (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis*, *Rhodopseudomonas palustris*, *Rhodobacter sphaeroides*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*, *Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*, *Aspergillus oryzae* and *Mucor hiemalis*) 0.001 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำ ของไก่กระตัง จากผลการทดลอง พบว่ากลุ่มที่เสริมจุลินทรีย์มีเปอร์เซ็นต์ไขมัน

ช่องท้อง ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมจุลินทรีย์ คือ 0.89 ± 0.09 และ 0.95 ± 0.16 ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ซึ่งจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในยีสเจอร์นั้นมีผลต่อการย่อยและการดูดซึมอาหารของไก่ ช่วยทำให้สมรรถภาพการผลิต และคุณภาพซากสูงขึ้น เนื่องจากสัตว์กระเพาะเดี่ยวไม่มีเอนไซม์ที่ช่วยในการย่อย และน้ำตาลกลุ่มที่ย่อยไม่ได้มักจะละลายน้ำและมีผลในการขัดขวางการดูดซึมของสารอาหารอื่นอีกด้วย น้ำตาลที่ย่อยไม่ได้เหล่านี้เรียกว่า น้ำตาลหลายโมเลกุลที่ไม่ใช่แป้งและสามารถละลายน้ำได้ (water-soluble viscous non-starch polysaccharides, NSP) พบมากในวัตถุดิบที่มาจากพืช การที่มี NSP ในอาหารจะมีผลต่อเชื้อแบคทีเรียในลำไส้ โดยทำให้เชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคลำไส้ (*E. coli* *Clostridium spp.* และ *Enterococci*) เปลี่ยนแปลงไป และ NSP ในอาหารลดการย่อยและดูดซึมสารอาหาร และยังมีผลทำให้สารอาหารค้างอยู่ในลำไส้ และผ่านไปอย่างช้า ๆ จนกระทั่งถึงปลายลำไส้เล็ก ซึ่งจะทำให้เกิดการหมักของสารอาหารมากขึ้น ทำให้เชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคเจริญเติบโตมากขึ้น และเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคมีผลต่อการนำสารอาหารไปใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไขมัน ในการย่อยไขมัน น้ำดีเป็นส่วนสำคัญ โดยน้ำดีจะรวมตัวกับไขมันและทำให้ไขมันกระจายตัวได้ดีในรูปของไมเซลล์ ซึ่งเป็นขบวนการสำคัญในการย่อยไขมัน เชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคนานานมากในลำไส้สามารถที่จะลดขบวนการย่อยไขมันหรือก่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับขบวนการของน้ำดี การเพิ่มการทำงานของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคลำไส้เล็กจะลดการทำงานของน้ำดี ซึ่งจะมีผลทำให้ไขมันถูกย่อยและดูดซึมได้น้อยลง เมื่อเสริมแบคทีเรียที่มีประโยชน์ซึ่งมีอยู่ในยีสเจอร์จะสามารถป้องกันการเกิดของแบคทีเรียที่ก่อโรคได้ รวมทั้งยังสนับสนุนการทำงานและการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่มีประโยชน์ด้วย (ฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท ออลเวท จำกัด, 2544ก และ 2544ข)

จากการทดลองพบว่าการใช้กากันเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดในอาหารไก่กระทุกระดับต่าง ๆ มีแนวโน้มของปริมาณคอเลสเตอรอลลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติตามระดับของกากันเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Buwjoorn and Yamauchi (2005) ที่รายงานว่ากากันเห็ดหอมทดแทนรำละเอียดระดับ 2.5 5 7.5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ค่าคอเลสเตอรอลในเลือดไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มทำให้ค่าคอเลสเตอรอลต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ดังนี้ 135.00 ± 4.76 129.25 ± 11.48 139.75 ± 9.99 139.00 ± 6.10 และ 143.00 ± 15.47 mg/dl ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และนอกจากนี้ Yang et al. (2002) ได้ทำการทดลองการให้สารสกัดของเห็ดหอมในระดับ 50 100 150 และ 200 mg/kg/day ในหนู เทียบกับกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่าระดับคอเลสเตอรอลในเลือดของกลุ่มที่ให้สารสกัดของเห็ดหอมทุกระดับต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ดังนี้ 80.9 ± 3.9 86.1 ± 3.2 82.7 ± 4.8 75.0 ± 4.7 และ 100.1 ± 4.6 mg/dl ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) รวมทั้ง

เช่นเดียวกับการทดลองของ Fukushima et al. (2001) ได้ทดลองในหนูโดยให้เห็ดหอม 5 เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่า ที่อายุ 0 1 2 3 และ 4 สัปดาห์ กลุ่มที่ให้เห็ดหอมมีระดับคอเลสเตอรอลเท่ากับ 1.54 ± 0.13 1.98 ± 0.19 2.25 ± 0.10 2.31 ± 0.13 และ 2.63 ± 0.21 mg/dl ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่ากลุ่มควบคุมเท่ากับ 1.68 ± 0.13 2.23 ± 0.35 2.46 ± 0.16 2.51 ± 0.29 และ 2.92 ± 0.92 mg/dl ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

Sugiyama et al. (1997) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า Eritadenine ซึ่งเป็นสารที่มีอยู่ในเห็ดหอมสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในหนูได้ ในการศึกษาเกี่ยวกับก้านเห็ดหอมนี้ไม่มีผลทำให้ระดับคอเลสเตอรอลลดลง แต่อาจเป็นไปได้เกี่ยวกับปริมาณคุณสมบัติทางยาของก้านเห็ดหอมมีน้อยกว่าในดอกเห็ดหอม รวมทั้งคุณสมบัติของโปรไบโอติกสามารถลดระดับคอเลสเตอรอล และความดันโลหิตสูงได้ (Probiotics – Friendly Bacteria with a Host of Benefits, 2000)

ตาราง 11 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้อง และระดับคอเลสเตอรอลในเลือด

	Experimental diets					ANOVA	C.V. %
	กลุ่มที่	กลุ่มที่	กลุ่มที่	กลุ่มที่	กลุ่มที่		
	1	2	3	4	5		
abdominal fat (%)	3.43	2.60	3.04	3.09	3.10	ns	28.66
blood cholesterol (mg/dl)	143.00	139.23	136.76	133.76	129.27	ns	6.69

หมายเหตุ ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

กลุ่มที่ 1 คือ อาหารควบคุม (control)

กลุ่มที่ 2 คือ อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 25 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 3 คือ อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 50 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 4 คือ อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 75 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 5 คือ อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 100 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือด

จากการศึกษาผลของการใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดในอาหารไก่กระตัง โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่มการทดลอง ซึ่งแต่ละกลุ่มการทดลองใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดในระดับที่แตกต่างกัน คือ 0 25 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มที่ 1 2 3 4 และ 5 ตามลำดับ) มีผลต่อระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดของไก่กระตังดังนี้

ไก่กระตังเพศผู้ ผลการทดลองพบว่า ปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในเลือดของไก่กระตังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยพบว่ากลุ่มที่ 3 และ 4 มีระดับไตรกลีเซอไรด์ต่ำกว่า และแตกต่างจากกลุ่มที่ 1 แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ 5 และ 2 โดยมีระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดเท่ากับ 86.97 87.17 95.13 90.67 และ 92.67 mg/dl ตามลำดับ จากตาราง 12 และตารางผนวก 61 – 62

สารเพิ่มเติมที่ใช้เป็นส่วนผสมของอาหาร ถ้าใช้ในระดับพอดีก็จะเป็นผลดี แต่ถ้าใช้น้อยไปหรือมากเกินไปก็จะไม่เกิดผลดีเช่นกัน จากผลการทดลองครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า กลุ่มที่ 3 และ 4 เป็นระดับที่พอดีที่ทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ถ้าไม่ใช้เลยอย่างกลุ่มที่ 1 ใช้ปริมาณน้อยอย่างกลุ่มที่ 2 และใช้ปริมาณมากอย่างกลุ่มที่ 5 กลับมีค่าสูงขึ้น ซึ่ง Yang et al. (2002) ได้ทำการทดลองการให้สารสกัดของเห็ดหอมในระดับ 50 100 150 และ 200 mg/kg/day ในหนูเทียบกับกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่าระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดของกลุ่มที่ให้สารสกัดของเห็ดหอมทุกระดับต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ดังนี้ 91.1 ± 7.1 74.0 ± 3.8 73.3 ± 3.5 58.7 ± 2.9 และ 105.8 ± 4.0 mg/dl ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ขัดแย้งกับ Buwjoom and Yamauchi (2005) ที่รายงานว่า การใช้ก้านเห็ดหอมทดแทนรำละเอียดระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ในไก่กระตังเพศผู้ ค่าไตรกลีเซอไรด์ในเลือดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกลุ่มควบคุม คือ 101.75 ± 7.5 และ 28.75 ± 7.17 mg/dl และขัดแย้งกับ Shimada et al. (2002) รายงานว่าเห็ดหอมที่ 2 เปอร์เซ็นต์ซึ่งถูกเลี้ยงในหนู พบว่าทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์สูงกว่ากลุ่มควบคุม และการทดลองของ Fukushima et al. (2001) ได้ทดลองในหนูโดยให้เห็ดหอม 5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าที่อายุ 4 สัปดาห์ ระดับไตรกลีเซอไรด์สูงกว่ากลุ่มควบคุมเช่นกัน

ในการศึกษาเกี่ยวกับก้านเห็ดหอมที่ระดับ 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ลดลง อาจเกี่ยวกับคุณสมบัติทางยาที่มีอยู่เล็กน้อยในก้านเห็ดหอม รวมทั้งแบคทีเรียที่อยู่ในยีสเจอร์ซึ่งช่วยเกี่ยวกับการย่อย และดูดซึมได้ของไขมัน (บริษัท เอ ไอ พี จำกัด, 2540; Buwjoom and Yamauchi, 2005)

ตาราง 12 ค่าเฉลี่ยระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือด

	Experimental diets					ANOVA	C.V. %
	กลุ่มที่	กลุ่มที่	กลุ่มที่	กลุ่มที่	กลุ่มที่		
	1	2	3	4	5		
blood triglyceride (mg/dl)	95.13 ^a	92.67 ^{ab}	86.97 ^b	87.17 ^b	90.67 ^{ab}	*	3.97

หมายเหตุ * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
a, b = ตัวอักษรเหนือค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ
กลุ่มที่ 1 คือ อาหารควบคุม (control)
กลุ่มที่ 2 คือ อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 25 เปอร์เซ็นต์
กลุ่มที่ 3 คือ อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 50 เปอร์เซ็นต์
กลุ่มที่ 4 คือ อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 75 เปอร์เซ็นต์
กลุ่มที่ 5 คือ อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 100 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองค่าเฉลี่ยเม็ดเลือดขาว

จากการศึกษาผลของการใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดในอาหารไก่กระທง โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่มการทดลอง ซึ่งแต่ละกลุ่มการทดลองใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดในระดับที่แตกต่างกัน คือ 0 25 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มที่ 1 2 3 4 และ 5 ตามลำดับ) มีผลต่อค่าเฉลี่ยเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิดของไก่กระທงดังนี้

ค่าเฉลี่ยเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocyte

ไก่กระທงคณะศ ผลการทดลองพบว่า จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocyte มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยกลุ่มที่ 4 มีจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocyte มากกว่ากลุ่มที่ 1 5 3 และ 2 ซึ่งมีจำนวนเท่ากับ 82.00 77.00 76.75 75.25 และ 72.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากตาราง 13 และตารางผนวก 63-64

ค่าเฉลี่ยเม็ดเลือดขาวชนิด Heterophil

ไก่อะเทศทะเลเทศ ผลการทดลองพบว่า จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Heterophil มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยกลุ่มที่ 2 มีจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Heterophil มากกว่ากลุ่มที่ 5 3 1 และ 4 ซึ่งมีจำนวนเท่ากับ 25.50 23.25 23.00 21.00 และ 17.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากตาราง 13 และตารางผนวก 65-66

ค่าเฉลี่ยเม็ดเลือดขาวชนิด Monocyte

ไก่อะเทศทะเลเทศ ผลการทดลองพบว่า จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Monocyte มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยกลุ่มที่ 2 มีจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Monocyte มากกว่ากลุ่มที่ 3 1 5 และ 4 ซึ่งมีจำนวนเท่ากับ 1.50 1.00 0.75 0.50 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากตาราง 13 และตารางผนวก 67-68

ค่าเฉลี่ยเม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophil

ไก่อะเทศทะเลเทศ ผลการทดลองพบว่า จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophil มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยกลุ่มที่ 1 มีจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophil มากกว่ากลุ่มที่ 2 3 5 และ 4 ซึ่งมีจำนวนเท่ากับ 1.25 1.00 0.75 0.50 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากตาราง 13 และตารางผนวก 69-70

ผลการทดลองอัตราส่วนของเม็ดเลือดขาวชนิด Heterophil/Lymphocyte ของไก่อะเทศทะเลเทศ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตาราง 14 และตารางผนวก 71-72

จากการทดลองพบว่าการใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสต์เจอร์ทดแทนรำละเอียดไม่มีผลต่อจำนวนเม็ดเลือดขาวในไก่อะเทศ ($P>0.05$) เช่นเดียวกับการทดลอง Anukam et al. (2004) ได้ทดลองเลี้ยงหนูด้วยโปรไบโอติก 2 สายพันธุ์ (*Lactobacillus rhamnosus* and *Lactobacillus fermentum*) พบว่าหนูที่เลี้ยงด้วยโปรไบโอติกเปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocytes และ Neutrophils แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) ซึ่งเท่ากับ 84.0 ± 3.04 และ 85.62 ± 2.50 เปอร์เซ็นต์ และจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophils เท่ากับ 5.18 ± 1.39 และ 6.66 ± 2.46 เปอร์เซ็นต์ และการทดลองของ Çetin et al. (2005) ได้ทดลองให้โปรไบโอติก 1 g/kg ในไก่ทองพบว่า กลุ่มที่เสริมโปรไบโอติกมีระดับภูมิคุ้มกันเพิ่มขึ้นกว่ากลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) คือ 7.06 และ 6.76 g/l แต่จำนวนเม็ดเลือดขาวมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับกลุ่มควบคุม ซึ่งให้ข้อสรุปว่า เมื่อระดับภูมิคุ้มกันเพิ่มขึ้นจะส่งผลด้านบวกต่อสมรรถภาพการผลิต ผลผลิต และการต่อต้านเชื้อโรค ซึ่งสอดคล้องกับสัญญา (2534) กล่าวว่าระบบเลือดเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับการปรับสมดุลในร่างกาย อาทิเช่นร่างกายอยู่ในสภาวะติดเชื้อก็จะมี

การสร้างเม็ดเลือดขาวเพิ่มขึ้นเพื่อทำลายเชื้อโรคนั้น ๆ แต่ในสภาวะร่างกายปกติไม่เกิดการติดเชื้อ ร่างกายก็ไม่จำเป็นที่จะต้องสร้างเม็ดเลือด Gross and Siegel (1983) กล่าวว่าอัตราส่วนเม็ดเลือดขาวชนิด Heterophil/Lymphocyte สามารถใช้ประเมินถึงความเครียดในไก่ได้ ซึ่งพบว่ามี ความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งอัตราส่วนเม็ดเลือดขาวชนิด Heterophil/Lymphocyte สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยมีสาเหตุ เช่น ได้รับการกระตุ้นจาก ความเครียด โรค สารพิษ การกำจัดพื้นที่ การอดอาหาร ฮอร์โมนจากต่อมหมวกไต การจับและการ ขนส่ง และการกำจัดอาหาร เป็นต้น (Siegel, 1995)

Probiotics – Friendly Bacteria with a Host of Benefits (2000) รายงานว่าโปรไบโอติกช่วย เพิ่มภูมิคุ้มกันเฉพาะ ยับยั้งหรือควบคุมแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค และในเห็ดหอมยังมีคุณสมบัติทาง ยาที่สามารถยับยั้งเนื้องอก การติดเชื้อของไวรัส และเพิ่มระบบของภูมิคุ้มกัน (Hamid et al., 2005; Shiitake, no date)

ตาราง 13 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิด

ชนิดของเม็ด เลือดขาว	ค่าเฉลี่ยเม็ดเลือดขาว					ANOVA	C.V. %
	กลุ่มที่	กลุ่มที่	กลุ่มที่	กลุ่มที่	กลุ่มที่		
	1	2	3	4	5		
Lymphocyte	77.00	72.00	75.25	82.00	76.75	ns	6.37
Heterophil	21.00	25.50	23.00	17.50	23.25	ns	20.64
Monocyte	0.75	1.50	1.00	0.25	0.50	ns	88.38
Eosinophil	1.25	1.00	0.75	0.25	0.50	ns	78.88

หมายเหตุ ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

กลุ่มที่ 1 คือ อาหารควบคุม (control)

กลุ่มที่ 2 คือ อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 25 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 3 คือ อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 50 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 4 คือ อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 75 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 5 คือ อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 100 เปอร์เซ็นต์

ตาราง 14 ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนเม็ดเลือดขาวชนิด Heterophil/Lymphocyte

อัตราส่วนเม็ด เลือดขาว	Experimental diets					ANOVA	C.V. %
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5		
Heterophil/ Lymphocyte	0.28	0.36	0.31	0.22	0.31	ns	26.19

หมายเหตุ ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

กลุ่มที่ 1 คือ อาหารควบคุม (control)

กลุ่มที่ 2 คือ อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 25 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 3 คือ อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 50 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 4 คือ อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 75 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 5 คือ อาหารที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 100 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาเรื่องการใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดในสูตรอาหารระดับต่าง ๆ ของไก่กระทอง เพื่อศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโต การสะสมไขมันช่องท้อง ระดับคอเลสเตอรอล ระดับไตรกลีเซอไรด์ และจำนวนเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิด สามารถสรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะได้ดังนี้

สรุปผลการทดลอง

1. ด้านสมรรถภาพการผลิต พบว่ากลุ่มที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอาหารที่กินโดยรวม, อัตราการเจริญเติบโตสูงสุด ส่วนกลุ่มที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำสุด และอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของกลุ่มที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ ดีที่สุด ส่วนกลุ่มที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่ามากที่สุด
2. ด้านเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้อง พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าไก่กระทองกลุ่มที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 25 เปอร์เซ็นต์มีเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ
3. ด้านระดับคอเลสเตอรอลในเลือด พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าไก่กระทองกลุ่มที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 100 เปอร์เซ็นต์มีระดับคอเลสเตอรอลในเลือดต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ
4. ด้านระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือด พบว่าปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในเลือดของไก่กระทองมีความแตกต่างกัน โดยพบว่ากลุ่มที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ มีระดับไตรกลีเซอไรด์ต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ
5. ด้านปริมาณเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิด (Lymphocyte Heterophil Monocyte และ Eosinophil) รวมทั้งอัตราส่วนเม็ดเลือดขาวชนิด Heterophil/Lymphocyte พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกลุ่มการทดลอง แต่มีแนวโน้มในกลุ่มที่ใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocyte สูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ และยังพบว่าอัตราส่วนเม็ดเลือดขาวชนิด Heterophil/Lymphocyte มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ

ข้อเสนอแนะ

ผลของการใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียด ต่อไขมันช่องท้อง คอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และจำนวนเม็ดเลือดขาวในไก่กระทอง พบว่าการใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดในระดับที่แตกต่างกันมากมีผลต่อระดับไตรกลีเซอไรด์เช่นกัน โดยพบว่าการใช้ก้านเห็ดหอมหมักยีสเจอร์ทดแทนรำละเอียดระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ลดลง ซึ่งจากหลายงานทดลองพบว่าสารที่เป็นคุณสมบัติทางยาในเห็ดหอม สามารถลดไขมันในเส้นเลือด ต่อต้านมะเร็ง ยับยั้งเนื้องอก ต้านไวรัส เป็นต้น ยีสเจอร์ก็จัดว่าเป็น โปรไบโอติกชนิดหนึ่ง ซึ่งมีประโยชน์มากมาย เช่น ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อย และการดูดซึม สารอาหารได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะกากเยื่อใย จึงทำให้ใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้อย่างเต็มที่ และสามารถใช่วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีเยื่อใยสูงได้เป็นดีขึ้น ช่วยให้การดูดซึมในส่วนลำไส้เล็กเพิ่มมากขึ้น การสะสมอาหารที่ย่อยไม่หมดที่ลำไส้ใหญ่จึงน้อยลงทำให้จุลินทรีย์ที่ก่อโรคลดจำนวนลง สัตว์จึงมีสุขภาพดีขึ้น

ซึ่งในอนาคตอาจนำทั้งเห็ดหอม และยีสเจอร์ไปทดลองร่วมด้วยกันในระดับต่าง ๆ ได้อีก และจากงานทดลองนี้พบข้อบกพร่องอยู่บ้าง คือ ในการใช้เห็ดหอมเป็นส่วนประกอบของอาหาร ควรทำในฤดูอื่นนอกจากฤดูฝน เนื่องจากถ้าทำในช่วงที่มีอากาศมีความชื้นสูงจะเป็นเหตุให้เห็ดขึ้นรา ไก่เมื่อได้รับเชื้อราจึงเป็นผลให้เป็นโรคลำไส้อักเสบและโรคอื่น ๆ ตามมา อีกทั้งการใช้ น้ำมันมาประกอบสูตรอาหารควรใช้น้ำมันใหม่ ๆ หากใช้น้ำมันเก่าอาจทำให้ความน่ากินของอาหารลดลง เป็นเหตุให้อาหารเกิดการจับตัวกันเป็นก้อน และมีกลิ่นหืนมาก เพราะฉะนั้นในการทดลองครั้งต่อไปควรเอาใจใส่เกี่ยวกับรายละเอียดเล็ก ๆ น้อย ๆ ให้มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กมลวรรณ กุหลาบวงศ์. 2539. การลดคอเลสเตอรอลเพื่อชีวิตที่ยืนยาว. *อาหารเพื่อสุขภาพ* 9(60): 50-52.
- กลุ่มบัณฑิตเกษตรก้าวหน้า. 2538. *รวมเรื่องการเพาะเห็ดหอมในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: มติชน. 175 น.
- กาญจน์ ธรรมพิพัฒนกุล, บุญชัย อมตวาทัญญู และ วิพัญญ์ ไชยสงคราม. 2530. สารตกค้างออกซิเตตราซัยคลินและเตตราซัยคลิน. *สัตวแพทย์* 6(1): 84.
- กุศล คำเพราะ. 2539. เอนไซม์ในอาหารสัตว์ปีก. *สัตว์เศรษฐกิจ*. 13(293): 43-46.
- เกษม แก้วอิม และ มณฑนา แก้วอิม. 2527. *Atlas of Human Histology*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล. 169 น.
- ชรินทร์ เขียววรรธ. 2539. การใช้โปรไบโอติกเอนไซม์และกรดอินทรีย์ในอาหารสัตว์. *สัตวบาล* 16(23): 23-24.
- ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. 2525. *การเพาะเห็ดและเห็ดบางชนิดในประเทศไทย*. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ: มิตรสยาม. 124 น.
- ธาดา สืบหลินวงศ์ และ นวสิทธิ์ กมลวารินทร์. 2542. *ชีวเคมีทางการแพทย์*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 10 น.
- นวลจันทร์ พารักษา. 2533. สารนำรู้เกี่ยวกับโปรไบโอติก. *สุกธาสัน* 15(59): 5-8.
- บริษัท เอ ไอ พี จำกัด. 2540. *Yeasture*. นครปฐม: ม.ป.พ. 4 น. (จุลสาร).
- บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2541. *โภชนศาสตร์สัตว์*. เชียงใหม่: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 356 น.
- ประสิทธิ์ โพธิ์ปักษ์ และ นันทริกา ชันชื้อ. 2540. "white blood cell". *พจนานุกรมศัพท์สัตวแพทย์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. น. 356.
- ปัญญา โพธิ์ฐิตร์ตัน และ กิตติพงษ์ ศิริวานิชกุล. 2538. *เทคโนโลยีการเพาะเห็ด*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง. 421 น.
- ฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท ออลเวท จำกัด. 2544ก. *ทางเลือกในการใช้ยาปฏิชีวนะในการเร่งการเจริญเติบโต ตอนที่ 1*. *สัตว์บก* 8(96): 65-70.

_____. 2544ข. ทางเลือกในการใช้ยาปฏิชีวนะในการเร่งการเจริญเติบโต ตอนที่ 2.

สัตว์บก 9(97): 75-76.

พรทิพย์ โล่ห์เลขา. 2536. **ไลโปโปรตีน และภาวะหลอดเลือดแข็งตัว**. กรุงเทพฯ: ชัยเจริญ. 235 น.

พันธุ์ทวี ภักดีดินแดน. 2530. **การทำเชื้อและเพาะเห็ด**. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร. 6 น. (จุลสาร).

ภาควิชาอายุรศาสตร์ สาขาวิชาโลหิตวิทยา. 2524. **คู่มือโลหิตวิทยา**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ:

โรงพิมพ์พิมพ์เนศ. 344 น.

เมตตา เมฆานนท์. 2541. ยีสต์: พืชเซลล์เดียวที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับการเลี้ยงสัตว์. **สัตว์เศรษฐกิจ**.

16(352): 66-71.

ลิขิต เอียดแก้ว. 2532. **ไก่กระทง**. กรุงเทพฯ: ฐานเกษตรกรรม. 23 น.

วัลลภ พรหมทอง. 2543. **เห็ดหอม เห็ดเพาะกินได้ เพาะขายรวย**. กรุงเทพฯ: มติชน. 40 น.

วิทย์ เทียงบุญธรรม. 2538ก. “ไขมันช่องท้อง”. **พจนานุกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์**. พิมพ์ครั้งที่

8. กรุงเทพฯ: อักษรพิทยา. น. 1.

_____. 2538ข. “cholesterol”. **พจนานุกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์**. พิมพ์ครั้งที่ 8.

กรุงเทพฯ: อักษรพิทยา. น. 160.

_____. 2538ค. “leucocyte”. **พจนานุกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์**. พิมพ์ครั้งที่ 8.

กรุงเทพฯ: อักษรพิทยา. น. 499.

_____. 2538ง. “triglyceride”. **พจนานุกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์**. พิมพ์ครั้งที่ 8.

... กรุงเทพฯ: อักษรพิทยา. น. 1,796.

_____. 2539. “cholesterol”. **A New English-Thai Dictionary (ฉบับรวมศาสตร์)**.

กรุงเทพฯ: อักษรพิทยา. น. 246.

วิโรจน์ จันทรัตน์. 2537. **กายวิภาคและสรีรวิทยาของสัตว์ปีก**. เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีทาง

สัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 899 น.

_____. 2540. **กายวิภาคและสรีรวิทยาสัตว์เลี้ยง**. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: ภาควิชา

เทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 980 น.

สัญญา จตุรสิทธา. 2543. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 244 น.

สัญญา ร้อยสมมุติ. 2534. **ของเหลวในร่างกายมนุษย์**. ขอนแก่น: คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัย

ขอนแก่น. 304 น.

สุกิจ ชันธปราบ, ทาฮาฮิโต นิกกิ และ คิซาชิโร โนบุกนิ. 2539. ปริมาณการกินอาหารที่มีผลต่อ อัตราการเจริญเติบโตและเปอร์เซ็นต์ของกล้ามเนื้อ, กระดูก, อวัยวะภายใน และ ไขมันใน ไก่กระทงเพศผู้. น. 271-283. ใน รายงานการประชุมวิชาการครั้งที่ 2. เชียงใหม่: สถาบัน เทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้.

สุทธพรรณ ศรีรัตน์ และ อรุณี จันทรสนิท. 2538. การศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์และความ ต้องการในงานวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับการใช้วัสดุจากการเกษตรเพื่อเพาะเห็ดหอมใน ประเทศไทย. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย. (จุลสาร).

สุทัศน์ ศิริ. 2540. เทคนิคการวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์งานวิจัยทางสัตว์. เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 194 น.

สุรินทร์ วิโมกษ์สันถว, เจมส์ เอ. เอลสัน และ มนตรี จุฬาวรรณพล. 2523. ชีวเคมีฉบับปรับปรุง ใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 424 น.

สุวรรณ เกษตรสุวรรณ. 2526. การเลี้ยงไก่. กรุงเทพฯ: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์. 395 น.

เสาวนิตย์ คูประเสริฐ. 2537. โภชนศาสตร์สัตว์. สงขลา: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากร ธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. 447 น.

อนงค์ จันทรศรีกุล. 2530. เห็ดเมืองไทย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช. 161 น.

อริสา อิ่มสำราญ, สุวรรณ วรกุลสวัสดิ์, วรรณรัตน์ โต้งสูงเนิน, รวีวรรณ พัวณาโชคชัย และ อภิชัย เลิศจรรยาภักย์. 2545. คู่มือปฏิบัติการชีวเคมี. เชียงใหม่: ภาควิชาชีวเคมี คณะ แพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 106 น.

อรุณี จันทรสนิท. 2530. เพาะเห็ดหอม. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 145 น.

อานนท์ เอื้อตระกูล. 2532. การเพาะเห็ดหอมในขอนไม้. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ. 180 น.

อาภัสสรฯ ชมิคท์. 2537. ชีวเคมี. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทย- ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 596 น.

อุษณีย์ วิจิเขตคานวน. 2547. ชีวเคมีของลิปิดและไลโปโปรตีน. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: ภาควิชาเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 194 น.

Abdollahi, M.R., A.Kamyab, A.Bazzazzadekan, A.Nik-Khah and A.Z.Shahneh. no date. **Effect**

- of Different Levels of Bacterial Probiotic on Broilers Performance.** Animal Science Department College of Agriculture University of Tehran Karaj-Iran. 185 p.
- Anukam, K. C, E. O. Osazuwa, G. Reid and R. I. Ozolua. 2004. Feeding probiotic strains *Lactobacillus rhamnosus* GR-1 and *Lactobacillus fermentum* RC-14 does not significantly alter haematological parameters of Sprague-Dawley rats. **Hellenic Society of Haematology** 7(4): 497-501.
- Arienzo, D. A., F. Manguso and G. Mazzacca. 1998. Prognostic value of progressive decrease in serum cholesterol in predicting survival in Child-PughC viral cirrhosis. **Scand. J. Gastroenterol** 33(11): 1213-1218.
- Becker, W. A., J. V. Spencer and J. A. Verstrate. 1979. Prediction of fat and fat free live weight in broiler chickens using backskin fat, abdominal fat and live body weight. **Poultry Science** 58: 835-842.
- Buwjoom, T. and K. Yamauchi. 2005. Effects of shiitake mushroom stalk meal on growth performance, carcass yield and blood composition in broilers. **The Journal Poultry Science** 42: 283-290.
- Buwjoom, T., S. Tangtaweewipat, N. Thongwittaya and K. Yamauchi. 2004. Chemical composition, nutritent digestibility and metabolizable energy of shiitake mushroom stalk meal. **The Journal Poultry Science** 41: 322-328.
- Çet'in N, B. K. Güçlü and E. Çet'in. 2005. The effects of probiotic and mannanoligosaccharide on some haematological and immunological parameters in turkeys. **Journal of Veterinary Medicine Series** 52(6): 263-267.
- David R. J. 1983. **Biochemistry: triglycerols.** Towson State University. 450 p.
- Fukushima, M. T. Ohashi, Y. Fujiwara, K. Sonoyama and M. Nakano. 2001. Cholesterol-lowering effects of maitake (*Grifola frondosa*) fiber, shiitake (*Lentinus edodes*) fiber and enokitake (*Flammulina velutipes*) fiber in rats. **The Society for Experimental Biology and Medicine** 3: 758-765.
- Gross, W. B. and H. S. Siegel. 1983. Evaluation of Heterophil/Lymphocyte as a measure of stress in chickens. **Avian Disease** 27(4): 972-979.
- Gurkirpal, Y. 1978. Identification of chicken serum protein by immunoelectrophoretic methods.

Poultry Science 57: 1451-1455.

Hamid, R., Haghighi, J. Gong, C. L. Gyles, M. A. Hayes, B. Sanei, P. Parvizi, H. Gisavi, J. R.

Chambers and S. Sharif. 2005. Modulation of antibody-mediated immune response by probiotics in chickens. **Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology** 12: 1387-1392.

Jin, L. A. Y. W. HO, N. Abdullah and S. Jalaludin. 1998. Growth performance, intestinal microbial populations, and serum cholesterol of broiler fed diets containing *Lactobacillus* cultures. **Poultry Science** 77: 1259-1263.

Jin, L. Z., Y. W. HO, N. Abdullah and S. Jalaludin. 2000. Digestive and bacterial enzyme activities in broilers fed diets supplemented with *Lactobacillus* cultures. **Poultry Science** 79: 886-891.

Konjufca, V. H., G. M. Pesti, and R. I. Bakalli. 1997. Modulation of cholesterol levels in broiler meat by dietary garlic and copper. **Poultry Science** 77: 1259-1265.

March, B. E., S. Chu and C. Macmillan. 1982. The effects of feed intake on adipocytes in the abdominal fat pad of mature broiler-type female chickens. **Poultry Science** 61: 1137-1146.

Martin, D. W., P. A. Mayes and V. W. Rodwell. 1981. **Harper's Review of Biochemistry**. Lange Medical Publications. pp. 237-242.

Mohan, B., R. Kadirvel, A. Natarajan and M. Bhaskaran. 1996. Effect of probiotic supplementation on growth, nitrogen utilization and serum cholesterol in broilers. **British Poultry Science** 37: 395-401.

Muzaffer, D., F. Okanl and K. Çelik. 2003. Effect of dietary probiotic, organic acid and antibiotic supplementation to diets on broiler performance and carcass yield. **Pakistan Journal of Nutrition** 2: 89-91.

Pollman, D. S. 1986. Probiotic in Pig Diets Recent Advance in Animal Nutrition. England; n.p. pp. 193-206.

Probiotics – Friendly Bacteria with a Host of Benefits. 2000. [Online]. Available <http://dairycouncilofca.org/PDFs/probiotics.pdf> (5 November 2006).

Safalaoh, A. C. L. 2006. Body weight gain, dressing percentage, abdominal fat and cholesterol of

- broilers supplemented with a microbial preparation. **African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development** 6: 1-10.
- Sanders, M. E. and T. R. Jlaenhammer. 2001. Invited Review: The Scientific basis of *Lactobacillus acidophilus* NCFM functionality as a probiotic. **Journal Dairy Science** 84: 319-331.
- Santoso, U., K. Tanaka and S. Ohtani. 1995. Effect of dried *Bacillus subtilis* culture on growth, body composition and hepatic lipogenic enzyme activity in female broiler chicks. **British Journal Nutrition** 74: 523-529.
- Sassolas, A. and R. Cartier. 1999. Hypcholesterolemias: cause and diagnosis. **Amm. Biol. Clin. (parts)**. 57(5): 555-560.
- Shiitake. no date. [Online]. Available <http://www.medimushrooms.com/HistorySA.htm#5> (23 August 2006).
- Shimada, Y., T. Morita and K. Sugiyama. 2002. Effects of *Lentinus edodes* on fatty acid and molecular species profiles of phosphatidylcholine in rats fed different level of corn oil. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry** 66: 1759-1763.
- Siegel, H. S. 1995. Stress, strains and resistance. **British Poultry Science** 36(1): 3-22.
- Siemianowicz, K., J. Gminnski and H. Magicra-Molendowska. 2000. Serum total cholesterol and triglycerides levels in patients with lung cancer. **Int. L. Mol. Med.** 5(2): 201-215.
- Stevens, A. and J. S. Lowe. **Histology**. New York: Gower Medical Publishing. pp. 67-78.
- Sugiyama, K., A. Yamakawa, H. Kawagishi and S. Saeki. 1997. Dietary eritadenin modifies plasma phosphatidylcholine molecular species profiles in rats fed different types of fat. **The Journal of Nutritional** 127: 593-599.
- Tzeng Ren-Yu and W. A. Becker. 1981. Growth patterns of body and abdominal fat weights in male broilers chickens. **Poultry Science** 60: 1101-1106.
- Voet, D and J. G. Voet. 1995. Enzyme immunosay with special reference to ELISA techniques. **Journal of clinical pathology** 31:507-525.
- Wiseman, J. 1984. **Fats in Animal Nutrition**. London. Butterworths. 521 p.
- Yanng Byung-Keun, Dong-Hyun Kim, Sang-Chul Jeong, Surajit Das, Yong-Sun Choi, Joon-Shik Shin, Sang-Chul Lee and Chi-Hyun Song. 2002. Hypoglycemic effect of a *Lentinus edodes* exo-polymer produced from a submerged mycelial culture. **Bioscience**,

Biotechnology and Biochemistry 66(5): 937-942.

Zempleni, J. and H. Daniel. 2003. **Molecular Nutrition**. UK: AMA DataSet Ltd. 409 p.





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

ตารางผนวก

ตารางผนวก 1 ข้อมูลน้ำหนักไก่กระทงเมื่อเริ่มต้นการทดลอง

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	40.00	41.25	38.75	37.50	39.38
T2	40.00	38.75	37.50	37.50	38.44
T3	38.75	40.00	41.25	37.50	39.38
T4	39.38	40.00	38.75	37.50	38.91
T5	38.75	40.00	40.00	37.75	39.13

ตารางผนวก 2 วิเคราะห์ ความแปรปรวนน้ำหนักไก่กระทงเมื่อเริ่มต้นการทดลอง

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	2.45	0.61	0.34 ^{ns}	3.06	4.89
Error	15	26.91	1.79			
Total	19	29.36	1.55			

GRAND MEAN = 39.04

CV = 3.43 เปอร์เซ็นต์

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 3 ข้อมูลน้ำหนักไก่กระทงอายุ 1 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	130.00	137.50	130.00	135.00	133.13
T2	135.00	118.75	125.00	121.25	125.00
T3	122.50	125.00	120.00	117.50	121.25
T4	112.50	121.25	111.25	116.25	115.31
T5	111.25	109.38	110.00	106.25	109.22

ตารางผนวก 4 วิเคราะห์ ความแปรปรวนน้ำหนักไก่กระทงอายุ 1 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	1335.82	333.96	16.66**	3.06	4.89
Error	15	300.69	20.05			
Total	19	1636.51	86.13			

GRAND MEAN = 120.78

CV = 3.70 เปอร์เซ็นต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 5 ข้อมูลน้ำหนักไก่กระทองอายุ 2 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	375.00	386.25	373.75	396.25	382.81
T2	372.50	357.50	356.25	337.50	355.94
T3	312.50	306.25	325.00	298.75	310.63
T4	273.75	283.75	286.25	261.25	276.25
T5	262.50	250.00	248.75	236.25	249.38

ตารางผนวก 6 วิเคราะห์ ความแปรปรวนน้ำหนักไก่กระทองอายุ 2 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	48407.03	12101.76	88.31**	3.06	4.89
Error	15	2055.47	137.03			
Total	19	50462.50	2655.92			

GRAND MEAN = 351.00

CV = 3.71 เปอร์เซนต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 7 ข้อมูลน้ำหนักไก่กระทงอายุ 3 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	762.50	821.25	748.75	737.50	767.50
T2	731.25	720.00	730.00	692.50	718.44
T3	622.50	597.50	608.75	583.75	603.13
T4	535.00	550.00	518.75	506.25	527.50
T5	493.75	483.75	437.50	473.75	472.19

ตารางผนวก 8 วิเคราะห์ ความแปรปรวนน้ำหนักไก่กระทงอายุ 3 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	248441.72	62110.43	105.30**	3.06	4.89
Error	15	8847.66	589.84			
Total	19	257289.38	13541.55			

GRAND MEAN = 617.75

CV = 3.93 เปอร์เซ็นต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 9 ข้อมูลน้ำหนักไก่กระทองอายุ 4 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	1325.00	1323.75	1287.50	1278.75	1303.75
T2	1217.50	1198.75	1232.50	1243.13	1222.97
T3	1150.00	1133.75	1120.00	1093.75	1124.38
T4	1073.75	1096.25	1084.29	1032.86	1071.79
T5	823.75	784.38	852.86	868.57	832.39

ตารางผนวก 10 วิเคราะห์ ความแปรปรวนน้ำหนักไก่กระทองอายุ 4 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	516119.49	129029.87	176.95**	3.06	4.89
Error	15	10937.52	729.17			
Total	19	527057.00	27739.84			

GRAND MEAN = 1111.05

CV = 2.43 เปอร์เซนต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 11 ข้อมูลน้ำหนักไก่กระทองอายุ 5 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	1860.00	1900.00	1812.50	1862.50	1858.75
T2	1773.75	1788.75	1762.50	1760.00	1771.25
T3	1687.50	1612.50	1725.00	1662.50	1671.88
T4	1612.50	1557.13	1445.71	1597.14	1553.12
T5	1457.14	1372.50	1380.00	1410.00	1404.91

ตารางผนวก 12 วิเคราะห์ ความแปรปรวนน้ำหนักไก่กระทองอายุ 5 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	512767.44	128191.86	59.18**	3.06	4.89
Error	15	32493.10	2166.21			
Total	19	545260.55	28697.92			

GRAND MEAN = 1651.98

CV = 2.81 เปอร์เซนต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 13 ข้อมูลน้ำหนักไก่กระทองอายุ 6 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	2493.75	2518.75	2400.00	2471.25	2470.94
T2	2328.75	2262.50	2323.75	2248.75	2290.94
T3	2150.00	2225.00	2196.25	2122.50	2173.44
T4	2028.57	2010.00	2040.00	2060.00	2034.64
T5	1700.00	1698.75	1816.67	1842.86	1764.57

ตารางผนวก 14 วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักไก่กระทองอายุ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	1140917.26	285229.31	112.83 **	3.06	4.89
Error	15	37917.77	2527.85			
Total	19	1178835.03	62043.95			

GRAND MEAN = 2146.90

CV = 2.34 เปอร์เซนต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 15 ข้อมูลน้ำหนักไก่กระทองอายุที่เพิ่มขึ้นอายุ 1 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	90.00	96.25	91.25	97.50	93.75
T2	95.00	80.00	87.50	83.75	86.56
T3	83.75	85.00	78.75	80.00	81.88
T4	73.13	81.25	72.50	78.75	76.41
T5	72.50	69.34	70.00	68.75	70.15

ตารางผนวก 16 วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักไก่กระทองที่เพิ่มขึ้นอายุ 1 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	1321.34	330.37	19.56**	3.06	4.89
Error	15	253.34	16.89			
Total	19	1574.69	82.88			

GRAND MEAN = 81.74

CV = 5.02 เปอร์เซ็นต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 17 ข้อมูลน้ำหนักไก่กระทองที่เพิ่มขึ้นอายุ 2 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	245.00	248.75	243.75	261.25	249.69
T2	237.50	238.75	231.25	216.25	230.94
T3	190.00	181.25	205.00	181.25	189.38
T4	161.25	162.50	175.00	145.00	160.94
T5	151.25	140.63	138.75	130.00	140.16

ตารางผนวก 18 วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักไก่กระทองที่เพิ่มขึ้นอายุ 2 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	33915.08	8478.77	80.96**	3.06	4.89
Error	15	1571.00	104.73			
Total	19	35486.08	1867.69			

GRAND MEAN = 194.21

CV = 5.26 เปอร์เซ็นต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 19 ข้อมูลน้ำหนักไก่กระทงที่เพิ่มขึ้นอายุ 3 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	387.50	435.00	375.00	341.25	384.69
T2	358.75	362.50	373.75	355.00	362.50
T3	310.00	291.25	283.75	285.00	292.50
T4	261.25	266.25	232.00	245.00	251.25
T5	231.25	233.75	188.75	237.50	222.81

ตารางผนวก 20 วิเคราะห์ ความแปรปรวนน้ำหนักไก่กระทงที่เพิ่มขึ้นอายุ 3 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	77776.08	19444.02	39.10**	3.06	4.89
Error	15	7458.78	497.25			
Total	19	85234.86	4486.05			

GRAND MEAN = 302.72

CV = 7.36 เปอร์เซ็นต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 21 ข้อมูลน้ำหนักไก่กระทองที่เพิ่มขึ้นอายุ 4 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	562.50	502.50	538.75	541.25	536.25
T2	486.25	478.75	502.50	550.63	504.53
T3	527.50	536.25	511.25	510.00	521.25
T4	538.75	546.25	491.43	454.29	507.68
T5	330.00	300.63	352.83	327.14	327.65

ตารางผนวก 22 วิเคราะห์ ความแปรปรวนน้ำหนักไก่กระทองที่เพิ่มขึ้นอายุ 4 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	117771.13	29442.78	35.57 **	3.06	4.89
Error	15	12415.54	827.70			
Total	19	130186.66	6851.93			

GRAND MEAN = 479.47

CV = 6.00 เปอร์เซ็นต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 23 ข้อมูลน้ำหนักไก่กระทองที่เพิ่มขึ้นอายุ 5 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	535.00	576.25	525.00	583.75	555.00
T2	556.25	590.00	530.00	516.88	548.28
T3	537.50	478.75	605.00	568.75	547.50
T4	538.75	304.29	361.43	493.75	424.56
T5	515.71	588.13	527.14	541.43	543.10

ตารางผนวก 24 วิเคราะห์ ความแปรปรวนน้ำหนักไก่กระทองที่เพิ่มขึ้นอายุ 5 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	49426.47	12356.62	3.46*	3.06	4.89
Error	15	53599.00	3573.27			
Total	19	103025.47	5422.39			

GRAND MEAN = 523.68

CV = 11.41 เปอร์เซนต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 25 ข้อมูลน้ำหนักไก่กระทงที่เพิ่มขึ้นอายุ 6 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	633.75	618.75	587.50	608.75	612.19
T2	555.00	473.75	561.25	488.75	519.69
T3	462.50	612.50	471.25	460.00	501.56
T4	185.71	452.86	594.29	196.67	357.38
T5	242.86	130.00	206.67	432.83	253.10

ตารางผนวก 26 วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักไก่กระทงที่เพิ่มขึ้นอายุ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	324655.84	81163.96	6.28**	3.06	4.89
Error	15	193908.53	12927.24			
Total	19	518564.36	27292.86			

GRAND MEAN = 448.78

CV = 25.33 เปอร์เซนต์

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางผนวก 27 ข้อมูลน้ำหนักไก่กระทองที่เพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	2453.75	2477.50	2361.25	2433.75	2431.57
T2	2288.75	2223.75	2286.25	2211.26	2252.50
T3	2111.25	2185.00	2159.00	2085.00	2137.07
T4	1758.84	1813.40	1927.15	1613.46	1778.22
T5	1543.57	1462.48	1484.14	1737.68	1556.97

ตารางผนวก 28 วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักไก่กระทองที่เพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	2035803.67	508950.92	65.43**	3.06	4.89
Error	15	116679.14	7778.61			
Total	19	2152482.81	113288.57			

GRAND MEAN = 2030.86

CV = 4.34 เปอร์เซนต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 29 ข้อมูลปริมาณอาหารที่กินของไก่กระທးທး 1 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	126.25	133.13	146.25	130.00	133.00
T2	145.00	138.75	138.13	133.75	138.91
T3	141.25	142.50	142.50	141.88	142.03
T4	133.75	141.25	126.88	146.25	137.03
T5	138.75	141.25	122.50	116.25	129.69

ตารางผนวก 30 วิเคราะห์ ความแปรปรวนปริมาณอาหารที่กินของไก่กระທးທး 1 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	358.58	89.64	1.41 ^{ns}	3.06	4.89
Error	15	956.91	63.79			
Total	19	1315.49	69.24			

GRAND MEAN = 136.31

CV = 5.85 เปอร์เซนต์

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 31 ข้อมูลปริมาณอาหารที่กินของไก่กระທงທີ່ 2 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	311.25	311.88	311.88	311.25	311.57
T2	310.00	310.00	308.13	311.25	309.85
T3	310.00	310.00	311.25	311.25	310.63
T4	297.50	292.50	286.25	310.00	296.56
T5	268.75	253.75	260.00	247.50	257.50

ตารางผนวก 32 วิเคราะห์ ความแปรปรวนปริมาณอาหารที่กินของไก่กระທงທີ່ 2 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	8491.90	2122.97	57.06**	3.06	4.89
Error	15	558.09	37.21			
Total	19	9049.99	476.32			

GRAND MEAN = 297.21

CV = 2.05 เปอร์เซนต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 33 ข้อมูลปริมาณอาหารที่กินของไก่กระทองที่ 3 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	532.50	550.00	546.25	552.50	545.31
T2	553.75	556.25	548.75	551.25	552.50
T3	548.75	547.50	535.00	536.25	541.88
T4	497.50	515.00	510.00	496.88	504.85
T5	472.50	437.50	430.00	425.00	441.25

ตารางผนวก 34 วิเคราะห์ ความแปรปรวนปริมาณอาหารที่กินของไก่กระทองที่ 3 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	34265.19	8566.30	62.50**	3.06	4.89
Error	15	2056.07	137.07			
Total	19	36321.26	1911.65			

GRAND MEAN = 517.15

CV = 2.26 เปอร์เซนต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 35 ข้อมูลปริมาณอาหารที่กินของไก่กระหงที่ 4 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	681.25	683.75	672.50	673.75	677.81
T2	661.25	668.75	660.00	650.75	660.91
T3	647.50	648.75	636.25	623.75	639.06
T4	618.75	622.50	642.86	600.00	621.03
T5	531.25	497.50	485.71	511.43	506.47

ตารางผนวก 36 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอาหารที่กินของไก่กระหงที่ 4 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	72824.34	18206.09	99.70**	3.06	4.89
Error	15	2739.02	182.60			
Total	19	75563.37	3977.02			

GRAND MEAN = 620.91

CV = 2.17 เปอร์เซนต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 37 ข้อมูลปริมาณอาหารที่กินของไก่กระทองที่ 5 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	868.75	862.50	866.25	850.00	861.88
T2	865.00	863.75	858.75	856.25	860.94
T3	848.75	831.25	835.00	823.75	834.69
T4	803.75	792.86	802.86	815.70	803.79
T5	800.00	795.00	774.29	764.29	783.40

ตารางผนวก 38 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอาหารที่กินของไก่กระทองที่ 5 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	19393.33	4848.33	42.56**	3.06	4.89
Error	15	1708.77	113.92			
Total	19	21102.10	1110.67			

GRAND MEAN = 828.93

CV = 1.28 เปอร์เซนต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 39 ข้อมูลปริมาณอาหารที่กินของไก่กระทงที่ 6 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	997.50	982.50	911.25	986.25	969.38
T2	890.00	886.25	873.75	875.00	881.25
T3	856.25	816.25	748.75	835.00	814.06
T4	757.14	792.86	782.86	696.67	757.38
T5	711.43	694.29	708.33	612.86	681.73

ตารางผนวก 40 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอาหารที่กินของไก่กระทงที่ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	196548.25	49137.06	31.50**	3.06	4.89
Error	15	23396.41	1559.76			
Total	19	219944.66	11576.03			

GRAND MEAN = 820.75

CV = 4.81 เปอร์เซนต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 41 ข้อมูลปริมาณอาหารที่กินของไก่กระทองที่ 0-6 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	3517.50	3523.76	3454.38	3503.75	3499.86
T2	3425.00	3423.75	3387.51	3378.25	3403.64
T3	3352.75	3296.25	3208.75	3271.88	3403.64
T4	3108.39	3156.97	3151.71	3065.50	3120.64
T5	2922.68	2819.29	2780.83	2677.33	2800.04

ตารางผนวก 42 วิเคราะห์ ความแปรปรวนปริมาณอาหารที่กินของไก่กระทองที่ 0-6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	1208657.42	302164.36	87.63**	3.06	4.89
Error	15	51720.94	3448.06			
Total	19	1260378.36	66335.70			

GRAND MEAN = 3221.31

CV = 1.82 เปอร์เซนต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 43 ข้อมูลค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น
ของไก่กระทงที่ 1 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	1.40	1.38	1.60	1.33	1.43
T2	1.53	1.73	1.58	1.60	1.61
T3	1.69	1.68	1.81	1.77	1.74
T4	1.83	1.74	1.75	1.86	1.80
T5	1.91	2.04	1.75	1.70	1.85

ตารางผนวก 44 วิเคราะห์ ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่
เพิ่มขึ้นของไก่กระทงที่ 1 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.46	0.11	10.78**	3.06	4.89
Error	15	0.16	0.01			
Total	19	0.61	0.03			

GRAND MEAN = 1.68

CV = 6.10 เปอร์เซนต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 45 ข้อมูลค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น
ของไก่กระทงที่ 2 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	1.27	1.25	1.28	1.19	1.25
T2	1.31	1.30	1.33	1.44	1.35
T3	1.63	1.71	1.52	1.72	1.65
T4	1.84	1.80	1.64	2.14	1.86
T5	1.78	1.80	1.87	1.90	1.84

ตารางผนวก 46 วิเคราะห์ ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่
เพิ่มขึ้นของไก่กระทงที่ 2 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	1.25	0.31	25.49**	3.06	4.89
Error	15	0.18	0.01			
Total	19	1.43	0.08			

GRAND MEAN = 1.58

CV = 6.97 เปอร์เซ็นต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 47 ข้อมูลค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น
ของไก่กระทงที่ 3 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	1.37	1.26	1.46	1.62	1.43
T2	1.54	1.53	1.47	1.55	1.52
T3	1.77	1.88	1.89	1.88	1.86
T4	1.90	1.93	2.19	2.03	2.01
T5	2.04	1.87	2.28	1.79	1.99

ตารางผนวก 48 วิเคราะห์ ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่
เพิ่มขึ้นของไก่กระทงที่ 3 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	1.18	0.29	16.07**	3.06	4.89
Error	15	0.28	0.02			
Total	19	1.46	0.08			

GRAND MEAN = 1.76

CV = 7.68 เปอร์เซ็นต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 49 ข้อมูลค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น
ของไก่กระทองที่ 4 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	1.21	1.36	1.25	1.24	1.27
T2	1.36	1.40	1.31	1.18	1.31
T3	1.23	1.21	1.24	1.22	1.23
T4	1.15	1.14	1.31	1.32	1.23
T5	1.61	1.65	1.38	1.56	1.55

ตารางผนวก 50 วิเคราะห์ ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่
เพิ่มขึ้นของไก่กระทองที่ 4 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.29	0.07	9.74**	3.06	4.89
Error	15	0.11	0.01			
Total	19	0.40	0.02			

GRAND MEAN = 1.31
CV = 6.57 เปอร์เซนต์
** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 51 ข้อมูลค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น
ของไก่กระทงที่ 5 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	1.62	1.50	1.65	1.46	1.56
T2	1.56	1.46	1.62	1.66	1.58
T3	1.58	1.74	1.38	1.45	1.54
T4	1.49	2.61	2.22	1.65	1.99
T5	1.55	1.35	1.47	1.41	1.45

ตารางผนวก 52 วิเคราะห์ ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่
เพิ่มขึ้นของไก่กระทงที่ 5 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.73	0.18	2.88 ^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.95	0.06			
Total	19	1.68	0.09			

GRAND MEAN = 1.62
CV = 15.50 เปอร์เซนต์
ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 53 ข้อมูลค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น
ของไก่กระทงที่ 6 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	1.57	1.59	1.55	1.62	1.58
T2	1.60	1.87	1.56	1.79	1.71
T3	1.85	1.33	1.59	1.82	1.65
T4	4.08	1.75	1.32	3.54	2.67
T5	2.93	5.34	3.43	1.42	3.28

ตารางผนวก 54 วิเคราะห์ ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่
เพิ่มขึ้นของไก่กระทงที่ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	9.27	2.32	2.58 ^{ns}	3.06	4.89
Error	15	13.51	0.90			
Total	19	22.78	1.20			

GRAND MEAN = 2.17
CV = 43.57 เปอร์เซนต์
ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 55 ข้อมูลค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น
ของไก่กระทองที่ 0-6 สัปดาห์

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	1.41	1.39	1.47	1.41	1.42
T2	1.48	1.55	1.48	1.54	1.51
T3	1.63	1.59	1.57	1.64	1.61
T4	2.05	1.83	1.74	2.09	1.93
T5	1.97	2.34	2.03	1.63	1.99

ตารางผนวก 56 วิเคราะห์ ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่
เพิ่มขึ้นของไก่กระทองที่ 0-6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	1.04	0.26	11.06**	3.06	4.89
Error	15	0.35	0.02			
Total	19	1.39	0.07			

GRAND MEAN = 1.69

CV = 9.04 เปอร์เซ็นต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ (P<0.01)

ตารางผนวก 57 เปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องในไก่กระทงทะเลเทศ

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	2.76	2.90	3.69	4.39	3.44
T2	2.06	4.36	2.37	1.60	2.60
T3	3.75	3.04	2.41	2.95	3.04
T4	2.52	3.56	2.54	3.74	3.09
T5	2.00	2.45	3.98	3.95	3.10

ตารางผนวก 58 วิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องในไก่กระทงทะเลเทศ

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	1.43	0.36	0.47 ^{ns}	3.06	4.89
Error	15	11.47	0.76			
Total	19	12.90	0.68			

GRAND MEAN = 3.05

CV = 28.66 เปอร์เซ็นต์

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 59 ระดับคอเลสเทอรอลในเลือดไก่กระທงกะเพส

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	147.31	139.38	128.44	156.87	143.00
T2	135.26	125.05	154.31	142.3	139.23
T3	139.26	133.05	137.31	137.42	136.76
T4	133.26	130.05	137.42	134.31	133.76
T5	143.67	129.08	120.51	123.8	129.27

ตารางผนวก 60 วิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับคอเลสเทอรอลในเลือดไก่กระທงกะเพส

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	438.31	109.58	1.31 ^{ns}	3.06	4.89
Error	15	1252.23	83.48			
Total	19	1690.54	88.98			

GRAND MEAN = 136.40

CV = 6.69 เปอร์เซนต์

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 61 ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดไก่กระทงทะเลเทศ

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	95.75	89.50	98.93	96.35	95.13
T2	99.75	90.32	89.75	90.84	92.67
T3	86.45	90.56	81.34	89.54	86.97
T4	83.75	89.32	85.75	89.84	87.17
T5	91.75	90.32	89.75	90.84	90.67

ตารางผนวก 62 วิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดไก่กระทงทะเลเทศ

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	198.95	49.74	3.83 *	3.06	4.89
Error	15	194.62	12.97			
Total	19	393.57	20.71			

GRAND MEAN = 90.51

CV = 3.97 เปอร์เซ็นต์

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางผนวก 63 ข้อมูลจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocyte ในไก่อะทงคละเพศ

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	70.00	84.00	79.00	75.00	77.00
T2	72.00	72.00	69.00	75.00	72.00
T3	75.00	70.00	73.00	83.00	75.25
T4	85.00	86.00	80.00	77.00	82.00
T5	69.00	74.00	80.00	80.00	76.75

ตารางผนวก 64 วิเคราะห์ ความแปรปรวนของจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocyte ในไก่อะทงคละเพศ

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	211.30	52.83	2.23 ^{ns}	3.06	4.89
Error	15	355.50	23.70			
Total	19	566.80	29.83			

GRAND MEAN = 76.40

CV = 6.37 เปอร์เซนต์

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 65 ข้อมูลจำนวนเมล็ดเลือดขาวชนิด Heterophil ในไก่กระทงคณะแพศ

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	26.00	15.00	20.00	23.00	21.00
T2	26.00	25.00	28.00	23.00	25.50
T3	23.00	28.00	26.00	15.00	23.00
T4	13.00	14.00	20.00	23.00	17.50
T5	29.00	25.00	19.00	20.00	23.25

ตารางผนวก 66 วิเคราะห์ ความแปรปรวนของจำนวนเมล็ดเลือดขาวชนิด Heterophil ในไก่กระทง
คณะแพศ

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	144.20	36.05	1.74 ^{ns}	3.06	4.89
Error	15	310.75	20.72			
Total	19	454.95	23.95			

GRAND MEAN = 22.05

CV = 20.64 เปอร์เซนต์

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 67 ข้อมูลจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Monocyte ในไก่กระทงคละเพศ

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	2.00	0.00	1.00	0.00	0.75
T2	1.00	2.00	2.00	1.00	1.50
T3	1.00	1.00	0.00	2.00	1.00
T4	1.00	0.00	0.00	0.00	0.25
T5	1.00	1.00	0.00	0.00	0.50

ตารางผนวก 68 วิเคราะห์ ความแปรปรวนของจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Monocyte ในไก่กระทงคละเพศ

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	3.70	0.93	1.85 ^{ns}	3.06	4.89
Error	15	7.50	0.50			
Total	19	11.20	0.60			

GRAND MEAN = 0.80

CV = 88.38 เปอร์เซนต์

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 69 ข้อมูลจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophil ในไก่อะทงคละเพศ

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	2.00	1.00	0.00	2.00	1.25
T2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T3	1.00	1.00	1.00	0.00	0.75
T4	1.00	0.00	0.00	0.00	0.25
T5	1.00	0.00	1.00	0.00	0.50

ตารางผนวก 70 วิเคราะห์ ความแปรปรวนของจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophil ในไก่อะทงคละเพศ

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	2.50	0.63	1.79 ^{ns}	3.06	4.89
Error	15	5.25	0.35			
Total	19	7.75	0.41			

GRAND MEAN = 0.75

CV = 78.88 เปอร์เซ็นต์

ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 71 ข้อมูลอัตราส่วนของเม็ดเลือดขาวชนิด Heterophil/Lymphocyte ในไก่
กระตังทะเลเทศ

Treatment	Replication				Mean
	R1	R2	R3	R4	
T1	0.37	0.18	0.25	0.31	0.28
T2	0.36	0.35	0.41	0.31	0.36
T3	0.31	0.40	0.36	0.18	0.31
T4	0.15	0.16	0.25	0.30	0.22
T5	0.42	0.34	0.24	0.25	0.31

ตารางผนวก 72 วิเคราะห์ ความแปรปรวนของอัตราส่วนของเม็ดเลือดขาวชนิด
Heterophil/Lymphocyte ในไก่กระตังทะเลเทศ

S.O.V.	df	SS	MS	F - ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.04	0.01	1.88 ^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.09	0.01			
Total	19	0.13	0.01			

GRAND MEAN = 0.29
CV = 26.19 เปอร์เซนต์
ns = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)



ภาคผนวก ข

การเตรียมสารละลาย

สารละลายมาตรฐานคอเลสเตอรอล (200 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร)

ละลาย cholesterol 200 มิลลิกรัม ใน isopropanol 100 มิลลิลิตร

สารละลายมาตรฐานไตรโอเลอิน (200 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)

ละลาย triolein 200 มิลลิกรัม ใน isopropanol 100 มิลลิลิตร

ผงอลูมินา

ล้างผงอลูมินาด้วยน้ำกลั่น 2-3 ครั้ง นำไปอบที่อุณหภูมิ 100-110 องศาเซลเซียส 1 คืน
ผงอลูมินาที่ล้างแล้วสามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้อย่างน้อย 6 เดือน

Acetylacetone reagent

ละลาย acetylacetone 7.5 ลิตร ลงใน isopropanol 200 มิลลิลิตร เขย่าให้ผสมกันแล้วเติมน้ำ
กลั่นจนครบ 1 ลิตร

Iron reagent

ละลาย $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ 2.5 กรัม ใน 85 เปอร์เซ็นต์ phosphoric acid 100 มิลลิลิตร แล้วเก็บไว้ในขวดสีน้ำตาล

Saponification reagent

ละลาย potassium hydroxide 50 กรัม ในน้ำกลั่น 600 มิลลิลิตร แล้วเติม isopropanol จน
ครบ 1 ลิตร



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล: นางสาวสิริญาณ์ พาเหมาะ
วัน เดือน ปี เกิด: วันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2526
สถานที่เกิด: จังหวัดอุดรดิตถ์
วุฒิการศึกษา: - มัธยมศึกษาตอนปลาย ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนจังหวัดอุดรดิตถ์ พ.ศ. 2541
- ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สัตวศาสตร์) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ พ.ศ. 2547