ผลการเสริมเอนไซม์เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

EFFECTS OF ENZYME SUPPLEMENTATION FOR INCREASING NUTRIENT UTILIZATION IN LAYING RATION ON PRODUCTION PERFORMANCE AND EGG QUALITY

เชิดศักดิ์ ทองรอด

CHERDSAK THONGROD

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2558

KMITL-2015-AG-M-031-194

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลการเสริมเอนไซม์เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

EFFECTS OF ENZYME SUPPLEMENTATION FOR INCREASING NUTRIENT UTILIZATION IN LAYING RATION ON PRODUCTION PERFORMANCE AND EGG QUALITY

เชิดศักดิ์ ทองรอด

CHERDSAK THONGROD

เลขหมู่
เลขทะเบียน 148464
วัน.เดือน.ปี 30 มิ.ย. 2560

b 12869784
i

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวศาสตร์
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2558
KMITL-2015-AG-M-031-194

EFFECTS OF ENZYME SUPPLEMENTATION FOR INCREASING NUTRIENT UTILIZATION IN LAYING RATION ON PRODUCTION PERFORMANCE AND EGG QUALITY

CHERDSAK THONGROD

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN ANIMAL SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2015

KMITL-2015-AG-M-031-194

COPYRIGHT 2015

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการเสริมเอนไซม์เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพของไข่

Effects of Enzyme Supplementation for Increasing Nutrient Utilization in Laying Ration on Production Performance and Egg Quality

นักศึกษา นายเชิดศักดิ์ ทองรอด

รหัสประจำตัว 53640405

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.วิชัย ศุภลักษณ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.กานต์	สุขสุแพทย์	
ผศ.น.สพ.ดร.จำลอง	มิตรชาวไทย	
รศ.เศรษฐสิทธิ์	แสงโสภณจิตร	
ผศ.ดร.กนกรัตน์	ศรีกิจเกษมวัฒน์	
รศ.วิชัย	ศุภลักษณ์	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 17 กรกฎาคม 2558

สถานที่สอบ ห้องปริญญาโทภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง (ชั้น 3 ตึกบุนนาค L)

คณบดีรับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑล แก่นมณี)

คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

วันที่ 22 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2558

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการเสริมเอนไซม์เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่
นักศึกษา	นายเชิดศักดิ์ ทองรอด
รหัสประจำตัว	53640405
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สัตวศาสตร์
พ.ศ.	2558
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.วิชัย ศุภลักษณ์

บทคัดย่อ

การศึกษาการเสริมเอนไซม์รวมเพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ของโภชนะในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบรูณ์ ใช้ไก่ไข่พันธุ์ผสมทางการค้า (B-layer) อายุ 32 สัปดาห์ จำนวน 160 ตัว จัดแบ่งไก่ 5 กลุ่มๆละ 4 ซ้ำๆละ 8 ตัวเลี้ยงในกรงเดี่ยว กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุมอาหารมีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy, ME) 2,750 kcal/kg และโปรตีน 16% กลุ่มที่ 2 ให้อาหารลดพลังงาน 200 kcal/kg กลุ่มที่ 3 ให้อาหารลดพลังงาน 200 kcal/kg และลดโปรตีน 2% จากกลุ่มควบคุม (ลดลง 0.32%) กลุ่มที่ 4 และกลุ่มที่ 5 เสริมเอนไซม์ทางการค้า (Concenzyme NSP II)® 0.5 kg/1000 kg ในสูตรอาหารกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 ตามลำดับ บันทึกข้อมูลสมรรถภาพการผลิตไข่และวัดค่าคุณภาพไข่ ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าผลผลิตไข่และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ แสดงผลกระทบจากการลดโภชนะ(ในกลุ่มที่ 3) ส่วนคุณภาพไข่ อาทิเช่น มวลไข่ ความแข็งเปลือก ความหนาเปลือกและความถ่วงจำเพาะแสดงผลการทดลองในกลุ่มที่ 4 และกลุ่มที่ 5 แสดงผลดีขึ้นเท่ากับระดับกลุ่มควบคุม จึงสรุปได้ว่าการเสริมเอนไซม์รวมในไก่ไข่ที่ได้รับอาหารพลังงานและโปรตีนต่ำสามารถทำให้ผลผลิตและคุณภาพไข่อยู่ในระดับปกติ ซึ่งสามารถนำไปใช้กับอาหารที่มีคุณภาพต่ำได้

Thesis Title	Effect of Enzyme Supplementation for Increasing Nutrient Utilization in Laying Ration on Production Performance and Egg Quality
Student	Mr. Cherdsak Thongrod
Student ID	53640405
Degree	Master of Science
Programme	Animal Science
Year	2015
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Wichai Suphaluck

ABSTRACT

This study was designed in CRD to determine the improvement of nutrient utilization after supplementing multi-enzymes on laying hen performances. One hundred and sixty commercial laying hen (B-layer) about 32 weeks were allocated with 4 replicates of 8 birds in single cage into 5 groups of treatment including: control group (ME 2,750 kcal/kg and protein 16 %), group 2; ME was decreased 200 kcal/kg, group 3; ME and protein was decreased 200 kcal/kg and 0.32 %, respectively. Group 4 and 5; multi-enzymes (Concenzyme NSP II)® was supplemented 0.5 kg/ton of feed in diet of group 2 and 3. Production and egg quality were examined for 12 weeks. It was found that egg production and FCR were affected from the decreasing of ME and protein (showed in group 3). The qualities of egg such as egg mass, shell strength, shell thickness and egg gravity were also affected but after supplementing with enzymes these parameters (showed in group 4 and 5) were improved to the same level as control group. In conclusion, enzymes supplementing in laying hen diet which contain low ME or low ME and protein able to maintain egg production and quality as normal. Therefore, enzyme supplementing in laying diet may beneficial to the diet which may consist of poor quality ingredient.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีนั้น ต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์วิชัย ศุภลักษณ์ ที่ให้คำปรึกษา ให้ความช่วยเหลือและชี้แนะ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.กานต์ สุขสุแพทย์ ที่ให้คำแนะนำ ช่วยแก้ไขปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า จนในที่สุดทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ต้นสังกัดของข้าพเจ้าที่ได้มอบทุนไทยเข็มแข็ง 2 ให้ข้าพเจ้ามาศึกษาต่อ

ขอขอบคุณ คุณอำพล กล่อมปัญญา คุณญาณินีส์ เพ็งศิลา เจ้าหน้าที่ประจำงานฟาร์มสัตว์ปีก คณะเทคโนโลยีการเกษตร เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการโภชนศาสตร์และน้องๆสัตวศาสตร์ทุกคนที่อำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือ

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณ คุณวันเพ็ญ ทองรอด ที่เป็นคู่คิดและกำลังใจที่ดีตลอดมา สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่งตลอดจนครูอาจารย์ทุกท่านที่ ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์อันดีงามให้แก่ข้าพเจ้า

เชิดศักดิ์ ทองรอด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VIII

สารบัญภาพ IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ 2

1.3 สถานที่ทำการทดลอง 2

1.4 ขั้นตอนการศึกษา 2

1.5 ระยะเวลาการศึกษา 2

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 ความหมายและหน้าที่ของโภชนะ 3

2.2 อาหารข้น 5

2.2.1 วัตถุดิบประเภทแป้งและพลังงานสูง 5

2.2.2 วัตถุดิบประเภทที่ให้โปรตีนสูง 7

2.2.3 วัตถุดิบประเภทเสริมแร่ธาตุ 10

2.2.4 วัตถุดิบประเภทเสริมวิตามิน 10

2.3 ทางเดินอาหารและการย่อยอาหารของสัตว์ปีก 11

2.3.1 ในปาก 12

2.3.2 ในหลอดอาหาร 12

2.3.3 ในกระเพาะอาหาร 13

2.3.4 ในลำไส้เล็ก 13

2.3.5 ในลำไส้ใหญ่ 14

2.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการย่อยได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ 15

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5 บทบาทของเอนไซม์ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ 16
2.6 ความสำคัญและวัตถุประสงค์ของการเสริมเอนไซม์ในอาหารสัตว์ 22
2.7 ข้อควรระวังในการเสริมเอนไซม์ในอาหารสัตว์ 30

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 31
3.1 สัตว์ทดลอง 31
3.2 เอนไซม์รวม 31
3.3 อุปกรณ์ 31
3.3.1 อุปกรณ์ในการเลี้ยงไก่ไข่ 31
3.3.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพไข่ 31
3.3.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร โดยวิธี Proximate Analysis 32
3.4 วิธีการทดลอง 32
3.4.1 แผนการทดลอง 32
3.4.2 วิธีการทดลอง 34
3.4.3 การบันทึกข้อมูล 34
3.4.4 การคำนวณข้อมูล 34
3.4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 36

บทที่ 4 ผลการทดลอง 37
4.1 ศึกษาผลการเสริมเอนไซม์เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ 37
4.1.1 เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ 37
4.1.2 ปริมาณอาหารที่กิน 38
4.1.3 ต้นทุนค่าอาหาร 39
4.1.4 มวลไข่ (Egg mass) 39
4.1.5 ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่ 40
4.1.6 อัตราการเลี้ยงรอด 41

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.7 น้ำหนักไข่ทั้งฟอง 42
4.1.8 น้ำหนักเปลือกไข่ 43
4.1.9 น้ำหนักไข่แดง 43
4.1.10 น้ำหนักไข่ขาว 44
4.1.11 ความแข็งเปลือกไข่ 45
4.1.12 ความหนาเปลือกไข่ 46
4.1.13 ความถ่วงจำเพาะของไข่ 46
4.1.14 ค่าฮอกยูนิต(Haugh unit) 47
4.1.15 สีไข่แดง 48

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง 49
5.1 สมรรถภาพการผลิตและประสิทธิภาพการใช้อาหาร 49
5.1.1 เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ 49
5.1.2 ปริมาณอาหารที่กิน 49
5.1.3 ต้นทุนค่าอาหาร 50
5.1.4 มวลไข่ 50
5.1.5 ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่ 51
5.1.6 อัตราการเลี้ยงรอด 51
5.2 คุณภาพไข่ 51
5.2.1 น้ำหนักไข่ทั้งฟอง 51
5.2.2 น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักไข่ขาวและค่าฮอกยูนิต 51
5.2.3 คุณภาพเปลือกไข่ 52
5.2.4 ความถ่วงจำเพาะ 52
5.2.5 สีไข่แดง 53

บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 54
6.1 สรุปผลการทดลอง 54
6.2 ข้อเสนอแนะ 54

บรรณานุกรม 55

ประวัติผู้เขียน 59

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 การย่อยอาหารในส่วนทางเดินอาหารของสัตว์ปีก 14
2.2 ชนิดและประโยชน์ของเอนไซม์ที่ใช้ในอาหาร 18
3.1 สูตรอาหารไก่ไข่ที่ใช้ทดลองและปริมาณโภชนะในอาหาร 33
4.1 เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ของไก่ไข่ทดลองในแต่ละช่วงอายุทดลอง(Hen day production) 37
4.2 ปริมาณอาหารที่กินได้ของไก่ไข่ทดลอง 38
4.3 ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไข่ของไก่ไข่ทดลอง (บาท/ น้ำหนักไข่ 100 กรัม) 39
4.4 ค่า Egg mass ของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม (กรัม) 40
4.5. ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่ของไก่ไข่ทดลอง 41
4.6 อัตราการเลี้ยงรอดของไก่ไข่ในแต่ละช่วงอายุทดลอง (เปอร์เซ็นต์) 42
4.7 น้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลอง (กรัม/ฟอง) 42
4.8 น้ำหนักเปลือกไข่เทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ไข่ทดลอง (เปอร์เซ็นต์) 43
4.9 น้ำหนักไข่แดงเทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ไข่ทดลอง (เปอร์เซ็นต์) 44
4.10 น้ำหนักไข่ขาวเทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ไข่ทดลอง (เปอร์เซ็นต์) 44
4.11 ความแข็งเปลือกไข่ของไก่ไข่ทดลอง (กรัม/ตารางเซนติเมตร) 45
4.12 ความหนาเปลือกไข่ของไก่ไข่ทดลอง (มิลลิเมตร) 46
4.13 ค่าความถ่วงจำเพาะของไข่ของไก่ไข่ทดลองที่ได้รับอาหารทั้ง 5 กลุ่ม 47
4.14 ค่า Haugh unit ของไข่ไก่ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม 48
4.15 สีไข่แดงของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม 48

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 ทางเดินอาหารของสัตว์ปีก 12

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การที่จะเลี้ยงสัตว์ให้ประสบผลสำเร็จได้นั้นต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่างมาสนับสนุนเช่น มีเงินทุนอย่างเพียงพอ ใช้พันธุ์สัตว์ที่ดีมาเลี้ยง ใช้อาหารที่ดี มีการวางแผนและการจัดการที่ดี อาหารนับเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการผลิตสัตว์มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลี้ยงสัตว์สมัยปัจจุบันต้องใช้อาหารที่มีคุณภาพดีและมีปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการของสัตว์ อาหารสัตว์นับเป็นตัวแปรที่สำคัญตัวหนึ่งที่จะเป็นตัวกำหนดกำไรหรือขาดทุนในการเลี้ยงสัตว์ เพราะต้นทุนในการเลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่คืออาหารประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทุนทั้งหมด (วัลยา จูมี. 2553)ดังนั้นการจัดการด้านอาหารและการให้อาหารสัตว์จึงนับว่ามีความสำคัญมากเพราะมีผลกระทบโดยตรงต่อการให้ผลผลิตของไก่ไข่ การเลี้ยงไก่ไข่มีเป้าหมายสำคัญคือ การให้ไก่ผลิตไข่ได้มากที่สุดและได้ไข่ที่มีขนาดฟองใหญ่ ซึ่งปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อปริมาณ ขนาดและคุณภาพของไข่ไก่คืออาหาร โภชนะในอาหารและการย่อยได้ของสัตว์ สัตว์สามารถนำโภชนะในอาหารนั้นไปใช้ได้มากน้อยเพียงใด ถ้าสัตว์สามารดูดซึมโภชนะในอาหารเข้าไปใช้ได้มากก็จะทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตดี ให้ผลผลิตได้มาก สิ่งที่ช่วยในการย่อยได้ของสัตว์ที่ดีอย่างหนึ่งก็คือ การเสริมเอนไซม์ในการช่วยย่อย เนื่องจากไก่ไข่ซึ่งเป็นสัตว์ปีกมีกระเพาะเดี่ยวสามารถผลิตเอนไซม์ย่อยอาหารได้เองนั้นมีเพียงไม่กี่ชนิด เช่น อะไมเลส (Amylase) สำหรับย่อยแป้ง และโปรติเอส (Protease) สำหรับย่อยโปรตีน แต่ในขณะที่วัตถุดิบอาหารสัตว์นั้นมีสารอาหารอื่นที่นอกเหนือจากแป้งและโปรตีน เช่น ในกากถั่วเหลือง รำข้าวและข้าวโพดมีโพลิแซคคาไรด์ที่มีชื่อว่า เบต้า-แมนแนน (Beta-mannan) ไซแลน (Xylan) เบต้า-กลูแคน(Beta-glucan)และเซลลูโลส (Cellulose)เป็นองค์ประกอบในปริมาณที่มาก ดังนั้นหากเราเติมเอนไซม์ย่อยโพลิแซคคาไรด์เหล่านี้ลงไปในอาหารสัตว์ ก็จะช่วยย่อยโพลิแซคคาไรด์ให้กลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวให้สัตว์ดูดซึมไปใช้เป็นพลังงานได้ (โชคชัย ช่วยณรงค์. 2552)

ดังนั้นการหวังที่จะใช้เอนไซม์ย่อยสลายผสมลงในอาหารสัตว์ ทำให้สัตว์สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารได้สูงก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกร ปัจจุบันจึงมีการนำวัตถุดิบทางเลือกมาใช้ในธุรกิจอาหารสัตว์เพิ่มมากขึ้น อาจจะมีคุณภาพที่ต่ำ ซึ่ง วัตถุดิบจำพวกกากเหลือต่างๆ (by product) มาใช้ในสูตรอาหารสัตว์กระเพาะเดี่ยว วัตถุดิบเหล่านี้จะมีองค์ประกอบจำพวก non starch polysaccharide (NSP) ในปริมาณมาก ทำให้สัตว์ปีกใช้ประโยชน์ไม่ได้ ในการเสริมเอ็นไซม์ลงไปในอาหารจะทำให้ได้ค่าโภชนะต่างๆปลดปล่อยออกมาจากวัตถุดิบ

เพิ่มมากขึ้นซึ่ง Marquardt *et al.* (1996) ได้รายงานว่าการใช้เอ็นไซม์ในวัตถุดิบปกติ เช่น ปลายข้าว หรือ ข้าวไรย์ ข้าวโอ๊ต ข้าวบาเล่ย์ จะสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้ในอาหารสัตว์ปีก (รัชดาภรณ์ ศรีปรางค์โคบายาชิ และคณะ. 2556) กล่าวว่าในการเติมเอ็นไซม์รวมในอาหารสัตว์จะช่วยย่อยสารอาหารโมเลกุลใหญ่ให้เป็นสารอาหารโมเลกุลเล็กลง สัตว์สามารถดูดซึมสารอาหารได้อย่างเต็มที่ การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อดูผลการใช้เอนไซม์รวมผสมในอาหารที่ลดพลังงานและโปรตีนต่อการผลิตไข่และคุณภาพไข่

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมเอนไซม์รวม
2) เพื่อศึกษาคุณภาพของผลผลิตไข่จากไก่ที่ได้รับอาหารเสริมเอนไซม์รวม

1.3 สถานที่ทำการทดลอง

โรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ โรงผสมอาหาร ห้องปฏิบัติการทางเทคโนโลยีอาหารสัตว์ หลักสูตรสัตวศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

ศึกษาการเสริมเอนไซม์รวมในอาหารไก่ไข่ที่ปรับลดโภชนะพลังงาน และโปรตีน เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ

1.5 ระยะเวลาการศึกษา

ใช้ระยะเวลาทั้งหมด 6 เดือน

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายและหน้าที่ของโภชนะ

ศิริลักษณ์ ภูวดลไพโรจน์ (2553) กล่าวว่า โภชนะหรือสารอาหาร (nutrient) หมายถึง สารเคมีหรือกลุ่มของสารเคมีที่มีคุณสมบัติทางเคมีและหน้าที่คล้ายคลึงกันเมื่อสัตว์กินเข้าไปจะช่วยให้สัตว์ดำรงชีวิตอยู่ได้ตามปกติ โภชนะแบ่งออกเป็น 6 ประเภท คือ น้ำ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน แร่ธาตุ และวิตามิน โภชนะต่างๆ เหล่านี้นอกจากจะเป็นส่วนประกอบที่มีอยู่ในอาหารตามธรรมชาติแล้ว โภชนะบางชนิดยังสามารถสังเคราะห์ขึ้นมาได้ เช่น วิตามินเอ กรดอะมิโนไลซีน ฯลฯ

ในอาหารหรือวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยทั่วๆไปแล้ว จะมีส่วนประกอบของโภชนะต่างๆ ในปริมาณและสัดส่วนที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารนั้นๆ(พันทิพา พงษ์เพียจันทร์.2539) ตัวอย่างเช่น ปลาป่นจะมีปริมาณโปรตีนมากกว่าปลายข้าวในขณะที่ปลายข้าวมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากกว่าปลาป่น ฯลฯ วัตถุดิบอาหารสัตว์ใดที่มีโภชนะประเภทใดประเภทหนึ่งเป็นโภชนะหลัก หรือมีโภชนะประเภทหนึ่งในปริมาณที่มากกว่าโภชนะประเภทอื่นที่เป็นองค์ประกอบในวัตถุดิบอาหารนั้น ก็จัดให้วัตถุดิบอาหารสัตว์นั้นเป็นแหล่งของโภชนะดังกล่าว เช่น ปลาป่นเป็นแหล่งของโปรตีน ปลายข้าวเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต ดังนั้นในการประกอบอาหารสัตว์หรือผสมอาหารเลี้ยงสัตว์ จึงมีความจำเป็นต้องนำวัตถุดิบอาหารสัตว์หลายชนิดผสมกันเพื่อให้อาหารผสมนั้นมีโภชนะครบทุกประเภทตามปริมาณสัดส่วนที่สัตว์ต้องการ ทั้งนี้เพราะโภชนะแต่ละประเภทต่างมีความสำคัญและหน้าที่เฉพาะต่อร่างกายแตกต่างกันไป ซึ่งถ้าสัตว์ได้รับโภชนะประเภทใดประเภทหนึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย จะส่งผลต่อการดำรงชีวิตและการให้ผลผลิตของสัตว์ลดลงหรือเสียหายได้ โภชนะในอาหารมีดังนี้

1) น้ำ เป็นส่วนประกอบสำคัญของร่างกายไก่โดยที่ในตัวไก่มีน้ำเป็นองค์ประกอบถึง 55-78 % ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับอายุของไก่ด้วยโดยที่ไก่เล็กจะมีน้ำมากกว่าในไก่โตและในไก่ไข่จะประกอบด้วยน้ำมากกว่า 65 % น้ำช่วยให้อาหารที่อยู่ในกระเพาะอ่อนนุ่มเพื่อให้กึ๋นทำงานได้ง่ายขึ้น อีกทั้งยังช่วยในระบบการย่อยการดูดซึมน้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโลหิตและน้ำเหลืองทำหน้าที่นำพาโภชนะที่ย่อยแล้วจากลำไส้ไปยังส่วนต่างๆของร่างกายและนำของเสียขับถ่ายออกนอกร่างกายถ้าไก่ขาดน้ำ เกิน 24 ชม.จะตาย ดังนั้นจึงควรมีน้ำสะอาดให้ไก่กินตลอดเวลา

2) คาร์โบไฮเดรตเป็นกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่ประกอบไปด้วยธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน(H) ออกซิเจน (O) โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือพวกที่เป็นน้ำตาลและพวกที่ไม่ใช่น้ำตาล

หน้าที่ของคาร์โบไฮเดรตคือเป็นแหล่งให้พลังงานแก่สัตว์จะพบได้ทั้งในพืชและสัตว์โดยพืชจะพบว่ามีอยู่ จำนวนมากในส่วนที่เป็น ราก หัว ผล เมล็ดหรือแม้กระทั่งในลำต้นและใบโดยอยู่ในรูปของแป้งส่วนในสัตว์จะมีคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าพืชโดยอยู่ในรูปของแป้งสัตว์(ไกลโคเจน Glycogen) ซึ่งจะสะสมที่ ตับหรือแทรกอยู่ตามกล้ามเนื้อใช้เป็นแหล่งของพลังงานเร่งด่วนสำหรับสัตว์ซึ่งคาร์โบไฮเดรตในอาหารสัตว์ส่วนใหญ่จะได้มาจากเมล็ดพืชซึ่งมีคาร์โบไฮเดรตประกอบอยู่ถึง 80 % เช่นปลายข้าว ข้าวฟ่าง มันเส้น หัวมันเทศเป็นต้น

3) โปรตีนเป็นโภชนะอีกชนิดหนึ่งซึ่งมีความสำคัญต่อสัตว์เป็นอย่างมากทั้งนี้เนื่องจากโปรตีนมีบทบาทที่สำคัญมากในร่างกายสัตว์นับตั้งแต่โครงสร้างที่สำคัญของเซลล์หน้าที่ที่สำคัญของโปรตีนในร่างกายสัตว์คือ

3.1) เป็นส่วนประกอบของเซลล์เพื่อสร้างการเจริญเติบโตให้กับกล้ามเนื้อกระดูกเนื้อเยื่อต่างๆ

3.2) ซ่อมแซมส่วนที่ซึกหรอของร่างกาย

3.3) เป็นส่วนประกอบของฮอร์โมนและน้ำย่อย

3.4) ใช้ป้องกันและต่อสู้เชื้อโรคโดยสร้างภูมิคุ้มกันโปรตีน ซึ่งเกิดมาจากการจับตัวเองของกรดอะมิโน กรดอะมิโนนี้มีอยู่หลายสิบชนิดซึ่งจะมีการเรียงตัวกันเป็นรูปแบบต่างๆ ในการผสมอาหารสัตว์ควรใช้แหล่งอาหารโปรตีนมากกว่า 1 แหล่งมาผสมกันเพื่อให้ได้โปรตีนคุณภาพดีนั่นคือมีกรดอะมิโนครบถ้วนตามที่สัตว์ต้องการ ยกตัวอย่างเช่น กากถั่วเหลืองมีกรดอะมิโนไลซีนสูงแต่มีกรดอะมิโน เมทไธโอนีนต่ำแต่กากงากลับมีไลซีนต่ำเมทไธโอนีนสูงเมื่อใช้กากถั่วเหลืองผสมกับกากงา สัตว์จะได้รับทั้งไลซีนและเมทไธโอนีนในปริมาณที่สูงขึ้นกว่าเดิมเลยทีเดียว กรดอะมิโนประกอบไปด้วย ธาตุคาร์บอน(C) ไฮโดรเจน(H) ออกซิเจน(O) ไนโตรเจน(N) และบางครั้งจะมีธาตุกำมะถัน(S) ฟอสฟอรัส (P) และธาตุเหล็ก (Fe) ประกอบอยู่ด้วยกรดอะมิโนที่สัตว์ขาดไม่ได้มีอยู่ 10 ตัวซึ่งทั้ง 10 ตัวนี้ร่างกายสัตว์กระเพาะเดี่ยวไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นเองได้จำเป็นต้องได้รับจากอาหารหากมีการให้อาหารโปรตีนสูงเกินไป(ใช้สูตรอาหารโปรตีนสูงกว่าสัตว์ต้องการ) จะเป็นการสูญเปล่าเพราะโปรตีนส่วนเกินร่างกายสัตว์จะขับทิ้งไม่มีการเก็บกรดอะมิโนหรือโปรตีนแหลือใช้ไว้จึงต้องคำนึงถึงกรดอะมิโนที่จำเป็นควรใช้โปรตีนจากพืชและสัตว์ร่วมกันหลีกเลี่ยงการผสมอาหารจากแหล่งเดียวและควรที่จะคำนึงถึงสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างพลังงานและโปรตีนหากสูตรอาหารมีพลังงานไม่เพียงพอ ร่างกายสัตว์จะดึงเอาโปรตีนมาใช้เป็นแหล่งพลังงานแทน

4) ไขมัน เป็นสารที่ประกอบไปด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนโดยมาจากการรวมตัวกันของกรดไขมันและแอลกอฮอล์ มีหน้าที่และความสำคัญ คือ ให้พลังงานเช่นเดียวกับคาร์โบไฮเดรต แต่ให้พลังงานมากกว่าถึง 2.25 เท่า ร่างกายจะสะสมไขมันไว้ใช้ในช่วงที่ขาดอาหาร หรือร่างกายต้องต่อสู้กับอากาศหนาวเย็นและใช้พลังงานมากรวมไปถึงการสืบพันธุ์การเจริญเติบโต และการจำศีล นอกจากนี้ยังเป็นตัวนำพาแหล่งของวิตามินที่ละลายในไขมันได้แก่ วิตามิน เอ ดี อี และ เค อีกทั้งยังช่วยให้อาหารมีความน่ากินมากขึ้นอาหารที่มีไขมันต่ำเกินไปจะแห้งเป็นฝุ่นฝืดคอ

5) วิตามินเป็นสารอาหารที่สัตว์ต้องการในปริมาณน้อย เมื่อเทียบกับโภชนะอื่นๆ การขาดวิตามินในอาหารจะทำให้กระบวนการย่อยผิดปกติและทำให้เกิดโรคต่างๆได้สารประกอบที่คล้ายวิตามินแต่มีสูตรโครงสร้างต่างกันเล็กน้อยถือเป็นแหล่งวิตามินได้เช่น แคโรทีน สเตอรอล วิตามินที่จำเป็นต่อสัตว์ มีอย่างน้อย 15 ตัว แต่ไม่จำเป็นต้องเติมในอาหารทุกมื้อ

6) แร่ธาตุ แร่ธาตุเป็นสารอนินทรีย์เคมีที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของโครงกระดูก เปลือกไข่และมีพบอยู่ในทุกส่วนของเนื้อเยื่อในร่างกายไก่ แร่ธาตุที่มีความจำเป็นต่อไก่แบ่งออกเป็น 2 พวก คือ แร่ธาตุที่ไก่ต้องการในปริมาณมาก(macro minerals)ซึ่งได้แก่ แคลเซี่ยม ฟอสฟอรัส แมกนีเซี่ยม โซเดียม คลอรีน โปแตสเซี่ยม และกำมะถัน และแร่ธาตุที่ไก่ต้องการปริมาณน้อย (trace minerals) ซึ่งได้แก่ เหล็ก ทองแดง โคบอลท์ ไอโอดีน แมงกานีส สังกะสี โมลิบดีเนียม ซิลิเนี่ยม และฟลูโอรีน

2.2 อาหารข้น

ภรณี ต่างวิวัฒน์ (2548) กล่าวว่าอาหารข้นเป็นอาหารที่มีโภชนะที่สัตว์ย่อยได้อยู่มาก มีเยื่อใยต่ำกว่าร้อยละ 18 ของน้ำหนักแห้ง เมื่อยึดเอาความแตกต่างของคุณค่าทางโภชนะเป็นหลักแล้ว จะจำแนกประเภทของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นอาหารข้นออกเป็น 4 ประเภท คือ

2.2.1 วัตถุดิบประเภทแป้งและพลังงานสูง

วัตถุดิบประเภทนี้เป็นวัตถุดิบที่ให้พลังงานในระดับสูง พลังงานที่ได้จากวัตถุดิบเหล่านี้จะอยู่ในรูปของคาร์โบไฮเดรตที่ใช้ประโยชน์ง่าย เช่น แป้งและน้ำตาล หรืออยู่ในรูปของไขมันซึ่งให้พลังงานสูง วัตถุดิบประเภทนี้มีโปรตีนและเยื่อใยเป็นส่วนประกอบต่ำ (มีโปรตีนต่ำกว่าร้อยละ 20 และเยื่อใยต่ำกว่าร้อยละ 18 ของน้ำหนักแห้ง) ทั้งนี้คุณภาพของโปรตีนจะแตกต่างกันออกไปตามชนิดของวัตถุดิบ แต่ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพต่ำ คือมีปริมาณของกรดอะมิโนบางตัวซึ่งเป็นกรดอะมิโนจำเป็นต้องมีในอาหารในระดับต่ำ คือ กรดอะมิโนไลซีน เมทไธโอนีน และ ทรีโอนีน

เมื่อพิจารณาถึงระดับวิตามินและแร่ธาตุของวัตถุดิบประเภทนี้ จะเห็นว่ามีธาตุแคลเซียมในระดับต่ำ มีสารที่ให้วิตามินเอและดีต่ำ (ยกเว้นข้าวโพดสีเหลือง) มีวิตามินบี 2 บี 12 และกรดแพนโทธีนิกในระดับต่ำ มีไนอาซินในระดับสูง แต่สัตว์บางชนิด เช่น สุกร ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้วัตถุดิบประเภทนี้ส่วนใหญ่ได้แก่ ธัญพืชและผลิตผลพลอยได้ของธัญพืช เช่น ปลายข้าว รำ นอกจากนี้ก็มีมันสำปะหลัง กากน้ำตาล ไขมันและน้ำมัน

1) ปลายข้าว เป็นวัตถุดิบที่เหมาะแก่การเลี้ยงสัตว์ เพราะประกอบด้วยแป้งที่ย่อยง่ายเป็นส่วนใหญ่ มีไขมันและเยื่อใยต่ำ ปลายข้าวที่มีคุณภาพดีจะมีขนาดท่อนปลายข้าวสม่ำเสมอกัน ไม่ถูกแมลงเจาะกิน ไม่มีกลิ่นเหม็นสาบ และสีไม่ดำคล้ำสกปรก

2) ข้าวเปลือก ในช่วงหลังฤดูเก็บเกี่ยวจะหาซื้อข้าวเปลือกได้ง่ายและราคาถูก ข้าวเปลือกที่นำมาบดให้ละเอียดแล้วใช้เป็นอาหารสุกรและสัตว์ปีกได้ แต่ข้าวเปลือกบดจะมีคุณค่าทางอาหารต่ำกว่าปลายข้าวและข้าวโพดมาก คือ มีระดับพลังงานและโปรตีนต่ำกว่า แต่มีเยื่อใยสูงกว่าปลายข้าวและข้าวโพด

3) ข้าวโพด เป็นวัตถุดิบที่ให้พลังงานสูง และมีกรดไขมันที่จำเป็นสูง แต่มีธาตุแคลเซียมต่ำ โปรตีนในข้าวโพดเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพต่ำ ยกเว้นข้าวโพดซึ่งได้รับการปรับปรุงพันธุ์แล้ว คือ พันธุ์โอเพค-2 ซึ่งมีโปรตีนที่มีคุณภาพดีกว่าข้าวโพดธรรมดา สีของเมล็ดข้าวโพดมีตั้งแต่สีขาวไปจนถึงสีเหลืองและสีส้มแดง ซึ่งมีคุณค่าทางอาหารต่างกันตรงที่ข้าวโพดเมล็ดสีเหลืองมีสารแคโรทีนหรือวิตามินเอสูงกว่า ข้าวโพดที่มีคุณภาพดีต้องเป็นข้าวโพดที่สะอาด ไม่มีมอดกิน ไม่มียาฆ่าแมลง ไม่มีสิ่งปนปลอม เช่น ซังข้าวโพดบด แกลบ หรือหินฝุ่น และ สำคัญที่สุด คือ ข้าวโพดนั้นจะต้องไม่ขึ้นรา เชื้อราที่ขึ้นบนข้าวโพดเป็นชนิดที่สร้างสารพิษอะฟลาท็อกซิน (Aflatoxin) ซึ่งทำให้สัตว์หยุดการเจริญเติมโต ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำลง มีอาการของโรคโลหิตจาง ไข่ลดลง เปลือกไข่นิ่ม และขนาดไข่เล็กลง หากสัตว์ได้รับสารพิษนี้มากสัตว์จะตายได้

4) รำละเอียด เป็นวัตถุดิบที่เป็นผลิตผลพลอยได้จากการสีข้าว ประกอบด้วยส่วนเยื่อหุ้มเมล็ดในของข้าว ส่วนต้นอ่อน และแป้งชั้นนอกของเมล็ดข้าวที่ถูกขัดออก มีปลายข้าวเล็กและเปลือกข้าวปนมาเล็กน้อย มีคุณสมบัติเป็นยาระบายอ่อน ๆ มีคุณค่าทางอาหารสูง มีกรดอะมิโนที่ค่อนข้างสมดุล และมีวิตามินไธอามีน ไนอาซิน และโคลีนสูง รำละเอียดมีไขมันในระดับค่อนข้างสูง และเป็นไขมันที่หืนได้ง่ายเมื่อเก็บไว้ในสภาวะอากาศร้อน ความชื้นสูง และมีการถ่ายเทอากาศได้ดี การนำรำละเอียดไปสกัดน้ำมันออก ส่วนที่เหลือคือรำสกัดน้ำมัน ซึ่งมีไขมันเหลืออยู่น้อยแต่มีโปรตีนสูงกว่ารำละเอียดไม่สกัดน้ำมัน ทั้งรำละเอียดไม่สกัดน้ำมันและรำสกัดน้ำมันมีเยื่อใยอยู่ในระดับสูง จึงมีลักษณะฟ่าม รำละเอียดที่มีคุณภาพดีจะต้องไม่จับตัวกันเป็นก้อน ไม่มีเปลือกข้าวปนมามาก ไม่มีมอดขึ้น ถ้าเป็นรำสดต้องมีกลิ่นหอม ไม่มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว เหม็นอับ หรือเหม็นหืน

5) ข้าวฟ่าง ข้าวฟ่างเป็นเมล็ดธัญพืชที่มีระดับโปรตีนสูงกว่าข้าวโพด แต่ปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นต้องมีในอาหารต่ำกว่า และคุณค่าทางอาหารโดยทั่วไปของข้าวฟ่างต่ำกว่าข้าวโพด ข้าวฟ่างที่ใช้เลี้ยงสัตว์มีอยู่หลายพันธุ์ เช่น ข้าวฟ่างเมล็ดเหลือง ข้าวฟ่างเมล็ดขาว และข้าวฟ่างเมล็ดแดง ข้าวฟ่างเมล็ดเหลืองเป็นชนิดที่มีคุณภาพดีที่สุด ข้าวฟ่างมีสารพิษที่เรียกว่าแทนนิน (Tannin) ทำให้มีรสขม สัตว์ไม่ชอบกิน และทำให้การย่อยได้ของโปรตีนและพลังงานลดลง การเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารเลวลง

6) มันสำปะหลัง เป็นวัตถุดิบประเภทแป้งที่มีระดับโปรตีนต่ำมาก หัวมันสำปะหลังสดมีสารพิษที่เรียกว่า "กรดไฮโดรไซยานิก หรือกรดพรัสสิก" ในระดับสูงมาก และเป็นอันตรายต่อสัตว์ได้ โดยมีผลต่อระบบหายใจของสัตว์ ถ้าได้รับสารนี้ในระดับสูงสัตว์จะตายเพราะสมองขาดออกซิเจน แต่สามารถทำลายสารพิษนี้ได้โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น (1) การอบให้ร้อนที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส (2) การต้มหรือนึ่ง (3) การทำมันเส้นสด โดยหั่นหัวมันสำปะหลังสดเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วผึ่งแดดให้แห้ง ทำให้สารพิษระเหยไปจึงเหลืออยู่ในมันเล็กน้อยลง (4) การทำเป็นมันหมัก โดยการหั่นหัวมันสำปะหลังสดเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำไปอัดใส่บ่อซีเมนต์ ถังไม้หรือถุงพลาสติก ไม่ให้อากาศเข้า ทิ้งไว้อย่างน้อย 14 วัน จะสามารถนำออกมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้

7) กากน้ำตาล เป็นผลพลอยได้จากการทำน้ำตาลทราย มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบมากกว่าร้อยละ 48 ใช้เป็นแหล่งพลังงานและเพิ่มความน่ากินให้อาหารสัตว์ กากน้ำตาลที่ใช้กันอยู่ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของเหลว ช่วยลดการเป็นฝุ่นและใช้เป็นตัวเชื่อมในการอัดเม็ด กากน้ำตาลมีธาตุแมกนีเซียมและโพแทสเซียมอยู่ในระดับสูงจึงมีคุณสมบัติเป็นยาระบาย

8) ไขมันและน้ำมัน เช่น น้ำมันถั่วเหลือง ไขมันโคกระบือ ฯลฯ เป็นวัตถุดิบที่ให้พลังงานเพียงอย่างเดียว และให้พลังงานสูงกว่าอาหารแป้งถึง 2.25 เท่า จึงมักใช้เสริมในสูตรอาหารสัตว์ที่ใช้วัตถุดิบซึ่งมีพลังงานต่ำและเยื่อใยสูง เพื่อปรับระดับพลังงานให้เพียงพอกับความต้องการของสัตว์ นอกจากนี้ยังช่วยลดการเป็นฝุ่น เพิ่มความน่ากินให้กับอาหาร ให้กรดไขมันที่จำเป็นแก่สัตว์ ช่วยในการดูดซึมสารสีและวิตามินที่ละลายได้ในไขมันและช่วยลดการสึกหรอของเครื่องจักรที่ใช้ในการผสมและอัดเม็ดอาหาร อาหารที่ผสมไขมันจะหืนได้ง่าย จึงควรเพิ่มสารกันหืนลงไปในอาหารผสมด้วย และไม่ควรเก็บไว้เกิน 1 สัปดาห์

2.2.2 วัตถุดิบประเภทที่ให้โปรตีนสูง

เป็นวัตถุดิบที่ให้โปรตีนในระดับสูง (สูงกว่าร้อยละ 20) และส่วนใหญ่เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี มักจะมีระดับกรดอะมิโนไลซีน เมทไธโอนีน ทรีโอนีนสูง การใช้วัตถุดิบประเภทนี้ผสมกับวัตถุดิบประเภทแป้งจะช่วยทำให้ทั้งระดับโปรตีนและระดับกรดอะมิโนที่จำเป็นต้องมีในอาหารชนิดต่าง ๆ ของอาหารผสมสูงขึ้นจนเพียงพอกับความต้องการของสัตว์

วัตถุดิบประเภทที่ให้โปรตีนสูงนี้ แบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มตามแหล่งที่มา คือ วัตถุดิบประเภทโปรตีนสูงจากพืช วัตถุดิบประเภทโปรตีนสูงจากสัตว์ และสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน

1) วัตถุดิบประเภทโปรตีนสูงจากพืช ส่วนใหญ่เป็นพวกเมล็ดถั่วและพืชน้ำมันต่าง ๆ ตลอดจนผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมันของเมล็ดถั่วและพืชน้ำมันเหล่านั้น เช่น ถั่วเหลือง กากถั่วเหลือง ถั่วลิสง กากถั่วลิสง ถั่วดำ กากงา กากเมล็ดฝ้าย ฯลฯ

1.1) ถั่วเหลืองและกากถั่วเหลือง เป็นวัตถุดิบประเภทโปรตีนจากพืชที่มีคุณภาพดีที่สุด นอกจากนี้ในถั่วเหลืองยังมีสารเจนนิสทีน (Genistein) ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจนที่สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของสัตว์ได้ แต่ในถั่วเหลืองดิบจะมีสารยับยั้งการเติบโตของสัตว์อยู่หลายชนิด ที่สำคัญคือสารยับยั้งทริปซิน (Trypsin inhibitor) ซึ่งจะไปยับยั้งการทำงานของน้ำย่อยทริปซิน ทำให้ประสิทธิภาพในการย่อยโปรตีนลดลง สัตว์จึงเติบโตช้าลงและประสิทธิภาพการใช้อาหารเลวลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในลูกสัตว์หรือสัตว์ระยะเล็ก ซึ่งระบบการย่อยอาหารยังพัฒนาไม่เต็มที่จะมีความไวต่อสารยับยั้งทริปซินนี้กว่าสัตว์ที่อายุมากขึ้น นอกจากนี้ในถั่วเหลืองดิบยังมีน้ำย่อย ยูรีเอส (Urease) ซึ่งจะไปขัดขวางการใช้ประโยชน์จากยูเรียในอาหาร โคเนื้อ อย่างไรก็ตามขบวนการให้ความร้อนที่ทำให้ถั่วเหลืองสุกจะช่วยทำลายสารยับยั้งทริปซินและน้ำย่อยยูรีเอสได้ แต่การให้ความร้อนนั้นจะต้องไม่มากเกินไปจนทำให้ถั่วเหลืองไหม้ เพราะการทำให้ถั่วเหลืองไหม้จะมีผลทำให้คุณภาพของโปรตีนลดลงเช่นกัน

ถั่วเหลืองที่นำมาใช้เลี้ยงสัตว์อาจใช้ได้ทั้งในรูปถั่วเหลืองทั้งเมล็ด และกากถั่วเหลืองซึ่งเป็นผลิตผลพลอยได้จากการอัดและสกัดน้ำมัน กากถั่วเหลืองที่มีคุณภาพดีจะมีสีเหลืองค่อนข้างสม่ำเสมอ มีกลิ่นหอม มีรสมัน ไม่ขึ้น ไม่มีราหรือสิ่งอื่นเจือปน ส่วนถั่วเหลืองทั้งเมล็ดที่จะนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ต้องผ่านขบวนการทำให้สุก เช่น ต้ม นึ่ง คั่ว อัดเส้น หรือผ่านขบวนการอื่น ๆ ที่จะทำลายสารยับยั้งการเติบโตของสัตว์ เช่น การแช่กรดหรือด่างเสียก่อน

1.2) กากถั่วลิสง เป็นผลพลอยได้จากการอัดหรือสกัดน้ำมันถั่วลิสง แต่ส่วนใหญ่จะเป็นกากถั่วลิสงอัดน้ำมัน กากถั่วลิสงมีระดับโปรตีนใกล้เคียงหรือบางครั้งสูงกว่ากากถั่วเหลือง แต่คุณภาพโปรตีนของกากถั่วลิสงต่ำกว่าของกากถั่วเหลืองมากนอกจากนี้ในถั่วลิสงดิบยังมีสารยับยั้งทริปซิน เช่นเดียวกับในถั่วเหลืองอีกด้วย ปัญหาสำคัญที่สุดในการใช้กากถั่วลิสง คือ ปัญหาเรื่องเชื้อราที่สร้างสารพิษอะฟลาท็อกซิน ซึ่งเป็นเชื้อราชนิดเดียวกันกับเชื้อราในข้าวโพด

1.3) กากเมล็ดฝ้าย เป็นผลิตผลพลอยได้จากการอัดหรือสกัดน้ำมันเมล็ดฝ้าย คุณภาพโปรตีนของกากเมล็ดฝ้ายต่ำกว่ากากถั่วเหลือง และยังขาดแคลเซียมอีกด้วย นอกจากนี้กากเมล็ดฝ้ายยังมีกรดไขมันที่ทำให้ไข่ขาวจากแม่ไก่ ซึ่งได้รับกรดไขมันนี้มีสีชมพู และสารกอสซิปอล (Gossypol) ซึ่งเป็นสารพิษทำให้สัตว์เบื่ออาหาร การเจริญเติบโตลดลง อ่อนเพลีย กระสับกระส่าย

ซึม หอบ และตายในที่สุด แต่สัตว์เคี้ยวเอื้องยกเว้นลูกสัตว์อ่อนจะไม่แสดงอาการเป็นพิษจากสารนี้ กากเมล็ดฝ้ายจึงเป็นอาหารเสริมโปรตีนที่ดีในสัตว์กระเพาะรวม

1.4) ใบกระถินป่น ได้จากการเอาใบกระถินมาทำให้แห้งแล้วนำไปบด ปริมาณโปรตีนและคุณค่าทางอาหารของใบกระถินป่นที่ขายในท้องตลาดจะผันแปรไป แล้วแต่ว่าจะมีกิ่งก้านปนมามากน้อยเพียงใด ถ้ามีกิ่งก้านปนมามากปริมาณโปรตีนและคุณค่าทางอาหารก็ต่ำ ใบกระถินป่นมีสารเบต้าแคโรทีนซึ่งเป็นแหล่งวิตามินเอ และสารแซนโทฟิลซึ่งเป็นสารให้สีสำหรับไข่แดง และทำให้ขาและผิวหนังไก่มีสีเหลือง จึงมักใช้ใบกระถินในสูตรอาหารไก่เพื่อเป็นแหล่งให้สารสีมากกว่าเป็นแหล่งให้โปรตีน แต่การใช้ใบกระถินป่นมีข้อจำกัดที่ใบกระถินมีสารพิษไมโมซิน (Mimosine) ซึ่งทำให้การเจริญเติบโตลดลง ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำลง ขนร่วง สัตว์เพศผู้สร้างน้ำเชื้อลดลง สัตว์เพศเมียเป็นสัดช้าลงหรือไข่ลดลง จึงไม่ควรใช้ใบกระถินสด ๆ เลี้ยงสัตว์ เพราะมีสารพิษไมโมซินสูง

2) วัตถุดิบประเภทโปรตีนสูงจากสัตว์ เป็นวัตถุดิบที่ได้จากสัตว์หรือผลิตผลพลอยได้จากโรงงานฆ่าสัตว์ หรือโรงงานผลิตเนื้อกระป๋อง รวมทั้งนมและผลิตภัณฑ์นม เช่น ปลาป่น เนื้อป่น เนื้อและกระดูกป่น เลือดป่น หางนมผง แกลบกุ้ง โดยเฉลี่ยทั่วไปแล้ววัตถุดิบกลุ่มนี้จะมีระดับโปรตีนและคุณภาพโปรตีนดีกว่าวัตถุดิบประเภทโปรตีนสูงจากพืช เพราะมีกรดอะมิโนไลซีน เมทไธโอนีน และทริปโตเฟนสูง เป็นแหล่งที่ดีของวิตามินบีต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิตามินบี 12 ซึ่งไม่มีในวัตถุดิบจากพืช

2.1) ปลาป่น เป็นแหล่งโปรตีนที่ดีทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ มีแร่ธาตุสูง เป็นแหล่งที่ดีของแคลเซียม ฟอสฟอรัส และแร่ธาตุปลีกย่อยต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของสัตว์ (Unidentified growth factor) ด้วย ปลาป่นที่ผลิตในประเทศไทยมี 2 ชนิด คือ ปลาป่นอัดน้ำมัน และปลาป่นไม่อัดน้ำมัน ซึ่งปลาป่นอัดน้ำมันจะมีโปรตีนสูงกว่าและไขมันน้อยกว่าทำให้เก็บได้นานกว่าปลาป่นไม่อัดน้ำมัน คุณภาพของปลาป่นจะผันแปรกันออกไปมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ชนิดและขนาดของปลาที่ใช้ วิธีการผลิต ความสดของปลา และการปลอมปน

2.2) เนื้อป่น และเนื้อกระดูกป่น เป็นผลิตผลพลอยได้จากโรงงานฆ่าสัตว์ ประกอบด้วย เศษเนื้อ เอ็น พังผืด และกระดูก ปริมาณและสัดส่วนของเศษเหลือชนิดต่าง ๆ เหล่านี้ไม่ค่อยแน่นอน ถ้าเศษเหลือนี้ประกอบด้วยเศษเนื้อมากและมีเศษกระดูกปนมาน้อย เมื่อนำไปต้มหรือนึ่งและสกัดไขมันออกแล้วทำให้แห้งจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีโปรตีนสูงกว่าร้อยละ 55 หรือมีฟอสฟอรัสต่ำกว่าร้อยละ 4.4 จัดว่าเป็นเนื้อป่น แต่ถ้ามีโปรตีนต่ำกว่าร้อยละ 55 หรือฟอสฟอรัสสูงกว่าร้อยละ 4.4 จัดว่าเป็นเนื้อป่นกระดูกป่น คุณภาพโปรตีนของเนื้อป่นและเนื้อกระดูกป่นดีกว่าโปรตีนที่ได้จากพืช แต่สู้ของปลาป่นไม่ได้ ทั้งเนื้อป่นและเนื้อกระดูกป่นมีระดับธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัสสูง การใช้วัตถุดิบทั้งสองชนิดนี้ในปริมาณมากในสูตรอาหารจะทำให้ระดับธาตุ

แคลเซียมและฟอสฟอรัสสูงเกินไป ซึ่งจะไปขัดขวางการใช้ประโยชน์ของแร่ธาตุตัวอื่นโดยเฉพาะสังกะสี

3.) สารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน เป็นวัตถุดิบที่มีไนโตรเจนอยู่ในรูปอื่นที่ไม่ใช่โปรตีนหรือไม่อยู่ในรูปโพลีเปปไทด์ แต่สัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างโปรตีนของร่างกายได้ไม่ว่าจะโดยทางตรงหรือทางอ้อม วัตถุดิบเหล่านี้ได้แก่ ยูเรีย เกลือแอมโมเนียต่าง ๆ และกรดอะมิโนสังเคราะห์ต่าง ๆ

2.2.3 วัตถุดิบประเภทเสริมแร่ธาตุ

สูตรอาหารไก่ที่ผสมอาหารด้วยวัตถุดิบที่ได้จากพืชและสัตว์ มักจะขาดแร่ธาตุที่ไก่ต้องการเพื่อไปสร้างกระดูก สร้างเปลือกไข่และทำหน้าที่สำคัญอื่นๆ ของร่างกาย แร่ธาตุที่จำเป็นดังกล่าวที่มักขาดได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียม คลอรีน แมงกานิส และสังกะสี เป็นต้น

แคลเซี่ยมและฟอสฟอรัส (Calcium and Phosphorus) แหล่งที่ให้ธาตุแคลเซี่ยมที่สำคัญของอาหารไก่ได้แก่ เปลือกหอยนางรม (oyster shell) หรือเปลือกหอยทะเลอื่นๆ (marine shells) ซึ่งนับเป็นแหล่งให้ธาตุแคลเซี่ยมที่ดี นอกจากนั้นก็มีหินปูน (ground limestone) หรือหินฝุ่นที่ได้จากโรงงานหินอ่อน (marble flour)

ธาตุฟอสฟอรัสแม้จะมีอยู่ในอาหารธัญพืช แต่ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของอินทรีย์สาร ไก่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีเท่ากับฟอสฟอรัส ที่อยู่ในรูปของอนินทรีย์สารที่ได้จาก กระดูกป่น (bone meal) ไดแคลเซี่ยมฟอสเฟต (dicalcium phosphate) จากโรงงานทำกระดูก

เกลือแกง (Sodium Chloride) เกลือแกงเป็นแหล่งให้ธาตุโซเดียมและคลอรีน ในอาหารไก่ควรประกอบด้วยเกลือแกงประมาณร้อยละ 0.25 ถึง 0.5 ของอาหารทั้งหมด เกลือแกงถ้าให้มากเกินไปจะทำให้ไก่กินน้ำมาก และอุจจาระเหลว

แร่ธาตุปลีกย่อย (Trace Mineral) เป็นแร่ธาตุที่ไก่ต้องการในปริมาณเพียงเล็กน้อย ได้แก่ ธาตุแมงกานิสและสังกะสี ซึ่งโดยปกติแล้วจะผสมในอาหารไก่ในรูปของแมงกานิสซัลเฟต (manganese sulphate) หรือแมงกานิสออกไซด์ (manganese oxide) และธาตุสังกะสีจะให้ในรูปของสังกะสีคาร์บอเนต (zinc carbonate) หรือสังกะสีออกไซด์ (zinc oxide)

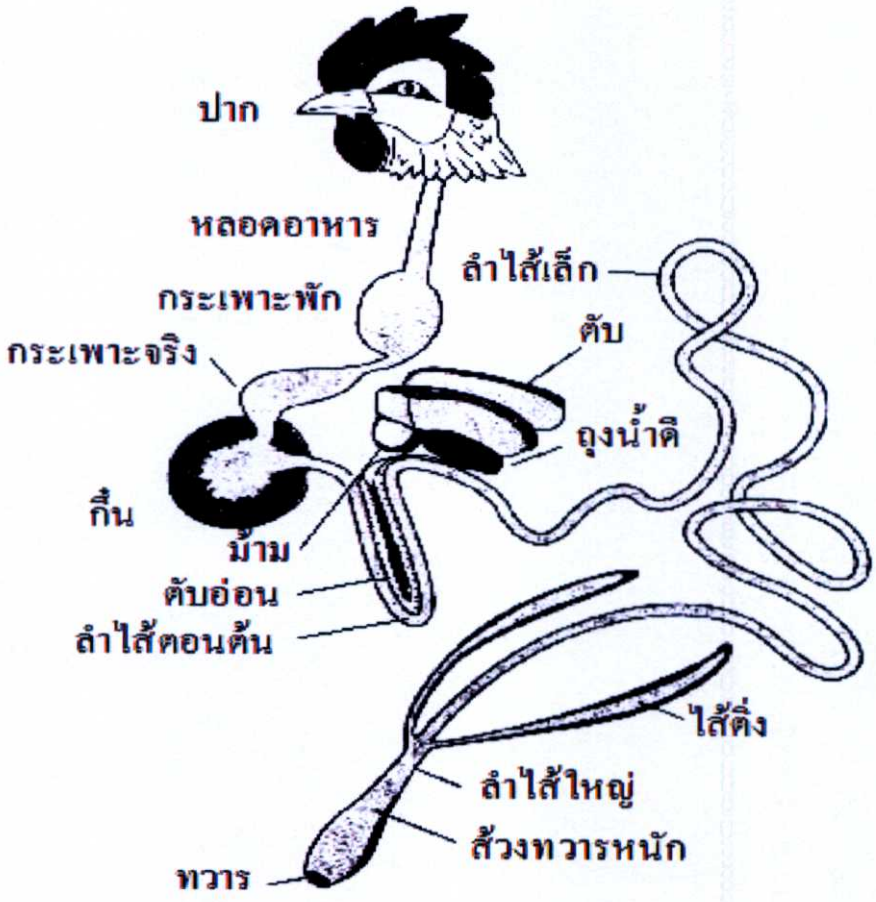
2.2.4 วัตถุดิบประเภทเสริมวิตามิน

ในอดีตไก่จะได้วิตามินต่าง ๆ จากอาหารวัตถุดิบจากพืชและสัตว์ที่นำมาผสมอาหารเป็นหลัก ปัจจุบันวิตามินต่าง ๆ สามารถผลิตขึ้นได้จากสารสังเคราะห์ ในรูปของวิตามินบริสุทธิ์และนำมาผสมกันเป็นอาหารเสริมวิตามินและแร่ธาตุปลีกย่อย (premixes) เพื่อใช้ผสมในอาหารไก่ตามความต้องการของไก่ในระยะต่าง ๆ

2.3 ทางเดินอาหารและการย่อยอาหารของสัตว์ปีก

ศิริลักษณ์ ภูวดลไพโรจน์ (2553) กล่าวว่า ถึงแม้ว่าสัตว์ปีก เช่น ไก่ เป็ด นกกระทา จะจัดเป็นสัตว์กระเพาะเดี่ยวเช่นเดียวกับสุกร แต่ระบบทางเดินอาหารของสัตว์ปีกยังมีวิวัฒนาการไม่สมบูรณ์เทียบเท่าสุกร ส่วนของทางเดินอาหารโดยทั่วไปคล้ายสุกร จะต่างกันที่สัตว์ปีกมีกระเพาะพัก(crop)และกระเพาะบด(gizzard)เพิ่มขึ้นมา

อาหารของสัตว์ปีกจะมีลักษณะและส่วนประกอบคล้ายกับอาหารของสัตว์กระเพาะเดี่ยว เช่น สุกร ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของอาหารในทางเดินอาหารของสัตว์กระเพาะเดี่ยวและสัตว์ปีกจึงมีขั้นตอนต่าง ๆ ในการย่อยอาหารคล้ายกัน แต่เนื่องจากสัตว์สองชนิดนี้มีสภาพทางเดินอาหารบางส่วนต่างกัน ซึ่งทำให้จุดเริ่มต้นของการย่อยอาหารบางชนิดเกิดขึ้นในส่วนของทางเดินอาหารต่างกันไปด้วย อาหารแต่ละชนิดจะถูกย่อยในทางเดินอาหารส่วนต่าง ๆ ดังนี้



ภาพที่ 2.1 ทางเดินอาหารของสัตว์ปีก
ที่มา : บุญล้อม ชีวะอิสระกุล (2541)

2.3.1 ในปาก

เนื่องจากสัตว์ปีกไม่มีฟัน จึงไม่มีการบดเคี้ยวอาหาร อาหารจะผ่านช่องปากไปเร็วมาก ภายในปากจึงเป็นที่คลุกเคล้าอาหารเข้ากับน้ำลาย และเป็นทางผ่านของอาหารลงไปสู่หลอดอาหาร อาหารคาร์โบไฮเดรต แม้จะมีเอนไซม์อะไมเลสในน้ำลาย แต่เนื่องจากไม่มีการบดเคี้ยวอาหารและอาหารผ่านช่องปากไปเร็วมาก การย่อยอาหารคาร์โบไฮเดรตจึงเกิดขึ้นได้น้อยมากอาหารไขมันและโปรตีน ยังไม่ย่อยในปาก

2.3.2 ในหลอดอาหาร

เมื่ออาหารไหลผ่านหลอดอาหาร จะเกิดการบีบตัวของหลอดอาหาร อาหารเคลื่อนลงสู่กระเพาะพักและไม่มีการย่อยอาหารเกิดขึ้นในส่วนนี้ คือ อาหารคาร์โบไฮเดรต อาหารที่ผ่านมายังกระเพาะพักจะมีเอนไซน์อะไมเลสที่สร้างจากต่อมน้ำลายปะปนมาพร้อมด้วย ดังนั้นจึงมีการย่อยอาหารคาร์โบไฮเดรตประเภทน้ำตาลหลายเชิงเป็นน้ำตาลเชิงซ้อนเกิดขึ้นอาหารไขมันและโปรตีน

ยังไม่มีการย่อยในส่วนนี้ เมื่ออาหารในกระเพาะและสำไส้มีปริมาณน้อยลงจะกระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนที่ของอาหารจากกระเพาะพักลงสู่ทางเดินอาหารส่วนต่อไป

2.3.3 ในกระเพาะอาหาร

ในกระเพาะอาหารแบ่งเป็นกระเพาะแท้และกระเพาะบด กระเพาะแท้ มีการหลั่งน้ำเมือก กรดเกลือ และเอนไซม์เช่นเดียวกับกระเพาะอาหารของสัตว์กระเพาะเดี่ยว แต่การย่อยเกิดขึ้นน้อยมากเนื่องจากอาหารอยู่ในกระเพาะแท้เป็นเวลาสั้นมาก และสภาพความเป็นกรดในกระเพาะแท้ยังไม่อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซน์

กระเพาะบดในกระเพาะส่วนนี้ไม่มีการหลั่งเอนไซม์หรือสารเคมีที่ทำหน้าที่ย่อยอาหาร จะมีเพียงการหดตัวของกล้ามเนื้อของกระเพาะบด โดยมีก้อนกรวดเล็ก ๆ ในกระเพาะบดช่วยในการบดอาหาร แต่จากที่อาหารผ่านเข้ามาพร้อมกับกรดเกลือและเอนไซม์จากระเพาะแท้ ทำให้มีการย่อยอาหารเกิดขึ้นที่กระเพระบด อาหารที่มีการย่อยและเปลี่ยนแปลงในส่วนของกระเพาะอาหาร ได้แก่อาหารคาร์โบไฮเดรตและไขมัน มีการย่อยและเปลี่ยนแปลงคล้ายกับในสัตว์กระเพาะเดี่ยว คือ คาร์โบไฮเดรตจะสลายตัวด้วยสภาพความเป็นกรด จนเป็นน้ำตาลเชิงซ้อน ส่วนไขมันจะมีการแตกตัวเป็นอนุภาคที่เล็กลง อาหารโปรตีน การย่อยโปรตีนจะเกิดขึ้นในส่วนของกระเพาะบด โปรตีนจะย่อยเป็นโครงสร้างที่เล็กลง คือ โพลีเปปไทด์ และ เปปไทด์

2.3.4 ในลำไส้เล็ก

เป็นส่วนสำคัญที่สุดในการย่อยอาหารทุกชนิดจนมีการดูดซึมเกิดขึ้น การย่อยอาหารในลำไส้เล็กเกิดขึ้นโดยการทำงานร่วมกันของฮอร์โมน เอนไซม์และสารเคมีจากสำไส้เล็ก ตับอ่อน และถุงน้ำดี โดยมีขั้นตอนและกระบวนการคล้ายกับในสัตว์กระเพาะเดี่ยว แต่ความสัมพันธ์ระหว่างการหดตัวของกระเพาะทั้งสองส่วนและสำไส้เล็กส่วนต้น จะทำให้อาหารถูกย่อยได้ดีขึ้น การเปลี่ยนแปลงของอาหารในสำไส้เล็ก ได้แก่

อาหารคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลหลายเชิงและน้ำตาลเชิงซ้อนจะได้รับการย่อยด้วยเอนไซม์อะไมเลสและเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ จนเป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยว

อาหารไขมัน ปฏิกิริยาของเกลือน้ำดี และเอนไซม์ไลเปสจะย่อยไขมันให้เป็น กลีเซอรอล และกรดไขมัน

อาหารโปรตีน เอนไซม์ ทริปซิน และเปปทิเดสชนิดต่างๆ จะย่อยอาหารโปรตีน จนได้เป็นกรดอะมิโน

การดูดซึมอาหารทุกประเภท รวมทั้งวิตามิน น้ำและแร่ธาตุในสัตว์ปีกเกิดขึ้นที่ส่วนต้นของสำไส้เล็ก โดยมีกระบวนการคล้ายกับในสัตว์กระเพาะเดี่ยว แต่กลีเซอรอลและกรดไขมันชนิด

ต่าง ๆ จะดูดซึมเข้าสู่หลอดเลือดแต่เพียงอย่างเดียว เนื่องจากในผนังลำไส้เล็กของสัตว์ปีกไม่มีหลอดน้ำเหลือง ซึ่งเป็นลักษณะอย่างหนึ่งที่ต่างไปจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

2.3.5 ในลำไส้ใหญ่

อาหารที่ผ่านมาถึงลำไส้ส่วนนี้ส่วนใหญ่เป็นอาหารหยาบมีเยื่อใยสูง ซึ่งจะได้รับการย่อยด้วยการทำงานของจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ แต่จะเกิดขึ้นน้อยมากและยังน้อยกว่าที่เกิดขึ้นในสุกรอีกด้วย จุลินทรีย์เหล่านี้ยังช่วยสังเคราะห์วิตามินบีต่าง ๆ อีกด้วย แต่วิตามินที่สังเคราะห์ได้นี้ส่วนใหญ่จะขับออกมากับอุจจาระ การดูดซึมเข้าสู่ร่างกายเกิดขึ้นน้อยมาก การดูดซึมที่เกิดขึ้นที่ลำไส้ใหญ่ส่วนมากเป็นเพียงการดูดซึมน้ำและแร่ธาตุบางชนิดออกจากกากอาหารกลับเข้าสู่ร่างกาย

ตารางที่ 2.1 การย่อยอาหารในส่วนทางเดินอาหารของสัตว์ปีก

ส่วนของทางเดินอาหาร	การย่อยอาหารชนิดต่าง ๆ
ปาก	-
หลอดอาหาร	-
กระเพาะพัก	คาร์โบไฮเดรตเปลี่ยนเป็นน้ำตาลเชิงซ้อน
กระเพาะแท้	การย่อยเกิดขึ้นน้อยมาก
(มีการหลั่งสารต่าง ๆ เหมือนสัตว์กระเพาะเดี่ยว เช่น สุกร)	
กระเพาะบด	คาร์โบไฮเดรตเปลี่ยนเป็นน้ำตาลเชิงซ้อน
(ไม่มีการหลั่งสารเคมีหรือน้ำย่อย แต่การย่อยเกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อของกระเพาะบดประกอบกับสารเคมีและน้ำย่อยจากกระเพาะแท้)	ไขมันเปลี่ยนเป็นกลีเซอร์ไรด์ กลีเซอรอล กรดไขมัน โปรตีนเปลี่ยนเป็นเปปไทด์ โพลีเปปไทด์
ลำไส้เล็ก	เหมือนสัตว์กระเพาะเดี่ยว
สำไส้ใหญ่	อาหารที่มีเยื่อใยสูง วิตามิน น้ำ และ แร่ธาตุ
ช่องทวาร	-

ที่มา : ศิริลักษณ์ ภูวดลไพโรจน์ (2553)

การย่อยอาหารของสัตว์ปีกนั้น อาหารชนิดแรกที่เกิดการย่อย คือ อาหารคาร์โบไฮเดรต แต่การย่อยอาหารคาร์โบไฮเดรตเกิดขึ้นที่กระเพาะพัก ส่วนอาหารโปรตีนจะมีการย่อยเกิดขึ้นที่กระเพาะบด โดยน้ำย่อยจากกระเพาะแท้มาพร้อมกับอาหาร และที่กระเพาะบดจะมีการบีบตัวอย่างรุนแรงของกล้ามเนื้อของกระเพาะบด ซึ่งจะช่วยในการบดและย่อยอาหาร การย่อยและการดูดซึมอาหารทุกประเภทจะเกิดขึ้นที่สำไส้เล็กเป็นส่วนใหญ่ สำไส้ใหญ่แม้ว่าจะมีการย่อยอาหารหยาบและการสังเคราะห์วิตามินบีรวมของจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในสำไส้ใหญ่ แต่มีการย่อยเกิดขึ้นน้อยมากและการดูดซึมวิตามินบีก็เป็นไปน้อยมาก ส่วนใหญ่ถูกขับออกมากับอุจจาระ การดูดซึมที่สำไส้ใหญ่ส่วนมากเป็นการดูดซึมน้ำและแร่ธาตุบางชนิดกลับสู่ร่างกาย

2.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการย่อยได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่ม14 (มปป) รายงานว่า ค่าย่อยได้หมายถึง ปริมาณอาหารที่ไม่ถูกถ่ายออกเป็นมูล คิดเป็นร้อยละของอาหารที่สัตว์กินได้ ทดสอบโดยให้สัตว์กินอาหารที่ต้องการ ชั่งน้ำหนักอาหารที่สัตว์กินได้และชั่งมูลที่ถูกถ่ายออกทุกวัน เป็นเวลา 14 วัน น้ำหนักอาหารที่กินได้ลบด้วยน้ำหนักมูลที่ถ่ายออก เป็นค่าของอาหารที่ถูกย่อย ซึ่งค่าการย่อยได้อาจแตกต่างกันออกไปได้ แม้ว่าจะนำไปเลี้ยงสัตว์ชนิดเดียวกัน (ศรีสกุล วรจันทรา และรณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2539) ซึ่งมีสาเหตุมาจากปัจจัยอื่นๆอีกดังนี้คือ

1) ขนาดของอนุภาค มีอิทธิพลต่อการย่อยได้ของอาหารสัตว์ โดยที่เมล็ดธัญพืชที่มีการทำให้มีขนาดเล็กลงย่อมถูกย่อยได้เร็วกว่าธัญพืชทั้งเมล็ดและยังเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของอาหาร ช่วยให้น้ำย่อยแทรกเข้าไปได้อย่างทั่วถึง อาหารถูกย่อยได้เพิ่มขึ้น

2) ชนิดสัตว์ ในสัตว์แต่ละชนิดมีความสามรถในการย่อยได้แตกต่างกันโดยอัตราการย่อยได้เฉลี่ยของโปรตีนจะสูงสุดในไก่ แต่อัตราการย่อยได้เฉลี่ยของไขมัน เยื่อใยและวัตถุแห้งจะสูงสุดในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

3) สภาพหรือสภาวะของสัตว์แต่ละตัว เช่น ในไก่เนื้อที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจะมีอัตราการย่อยได้ของอาหารรวดเร็วกว่าไก่เนื้อที่มีการเจริญเติบโตอย่างช้า

4) ปริมาณอาหารที่สัตว์กิน สัตว์กินอาหารเพิ่มมากขึ้น อัตราการย่อยได้จะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง เพราะอาหารที่สัตว์กินส่วนมากจะถูกนำไปใช้เพื่อการดำรงชีพเสียก่อน ส่วนที่เหลือจะถูกนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างผลผลิต ดังนั้น การให้กินอาหารแบบเต็มที่จะมีประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตมากกว่าการให้กินแบบจำกัด แต่จะส่งผลให้อัตราการย่อยได้ของอาหารช้าลง

5) สารเยื่อใยในอาหาร หรือวัตถุดิบอาหารสัตว์ สารเยื่อใยที่มีอิทธิพลต่อค่าการย่อยได้ของอาหาร โดยเฉพาะในสัตว์กระเพาะเดี่ยว ซึ่งขึ้นอยู่กับอิทธิพลดังต่อไปนี้คือ

5.1) ปริมาณของสารเยื่อใย ถ้าอาหารมีปริมาณสารเยื่อใยที่มีผลทำให้ค่าการย่อยได้ของอาหารลดลง เราอาจใช้วิธีเอาอาหารที่มีเยื่อใยสูงมากๆมาทำการบดหรือกระเทาะเสียก่อน

5.2) ชนิดของสารเยื่อใย สารเยื่อใยในพืชอ่อน ย่อมถูกย่อยได้มากกว่าพืชที่แก่กว่า เพราะผนังเซลล์ของพืชที่มีอายุมากมักมีลินินหุ้มอยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้น้ำย่อยไม่สามารถผ่านเข้าไปย่อย จึงเป็นการยากที่จะช่วยให้สัตว์กระเพาะเดี่ยวย่อยผนังเซลล์ได้ อาจแก้ไขโดยใช้ความร้อนหรือความชื้นช่วยทำลายผนังเซลล์ได้

5.3) ชนิดสัตว์ ความแตกต่างของการย่อยสารเยื่อใยขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ด้วยเช่น ไก่และสุกร ไม่มีกระเพาะหลายส่วนเหมือนสัตว์เคี้ยวเอื้อง ดังนั้นสัตว์เคี้ยวเอื้องจึงมีประสิทธิภาพในการย่อยอาหารที่มีเยื่อใยสูงได้มากกว่าพวกไก่และสุกร

2.5 บทบาทของเอนไซม์ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์

เผชิญ วงค์ลังกา (2548) กล่าวว่า เอนไซม์ เป็นสารโปรตีนชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติในการย่อยอาหารโมเลกุลใหญ่ให้เป็นสารอาหารที่มีโมเลกุลเล็กลงทำให้ร่างกายสามารถดูดซึมสารอาหารนั้นไปใช้ ประโยชน์ได้ อย่างมีประสิทธิ ภาพและสามารถใช้ อาหารได้ ทั้งหมด โมเลกุลของเอนไซม์ (ชลธิดา บรรเทากุล. 2557) จะเรียงต่อกันเป็นสายยาวด้วยพันธะเปปไทด์ (Peptide bond) มีคุณสมบัติ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี โดยทำหน้าที่ย่อยสลายสารที่มีโมเลกุลใหญ่ ๆ ให้ เป็น สาร โมเลกุลเล็ก ๆโดยเอนไซม์ แต่ ละชนิดมีความจำเพาะกับสารตั้งต้นและปฏิกิริยา ที่มันจะเร่งโดยขึ้นอยู่ กับบริเวณที่ เรียกว่า Active site หากเอนไซม์ ไม่สูญเสียสภาพ ในปฏิกิริยาเคมี นั้น ๆ ปฏิกิริยาเคมี ก็ สามารถเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องไปได้ เรื่อย ๆ เอนไซม์ พบและสร้างได้ จากเซลล์ ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นพืชมนุษย์ สัตว์ และจุลินทรีย์ต่าง ๆแม้จะเป็นเอนไซม์ ชนิดเดียวกับแต่ก็ มี คุณสมบัติบางอย่างที่แตกต่างกันเช่น pH และอุณหภูมิ เราจึงต้องเลือกใช้ เอนไซม์ ให้เหมาะสมกับสภาวะที่ ต้องการ

ปราณี อ่านเปรื่อง (2547) กล่าวว่า เอนไซม์เป็นโปรตีนที่ช่วยเร่งและควบคุมปฏิกิริยาทางชีวเคมี (biocatalyst)ซึ่งมีอยู่ในพืชและสัตว์ทำหน้าที่กระตุ้นการทำงานของกระบวนการเคมีในร่างกายให้ทำงานได้เร็วขึ้น เอนไซม์มีความจำเพาะกับสารที่จะทำปฏิกิริยาด้วยที่เรียกว่าสารตั้งต้นหรือสารที่มีความจำเพาะเจาะจงในการจับคู่กับเอนไซม์เฉพาะ โดยที่ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนั้นไม่รุนแรงและสามารถควบคุมผลผลิตสุดท้ายที่เกิดขึ้น เอนไซม์จะเปลี่ยนสารตั้งต้นให้เป็นผลิตภัณฑ์ได้อย่างรวดเร็วขึ้นกว่า ที่จะเกิดเองตามธรรมชาติโดยปราศจากเอนไซม์ ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถใช้ประโยชน์จากปฏิกิริยาเคมีได้อย่างรวดเร็ว มีประสิทธิภาพและทำให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เอนไซม์แบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

1. เอนไซม์ที่ช่วยในการเผาผลาญพลังงาน (metabolic enzyme) เป็นเอนไซม์ที่อยู่ในเลือด เนื้อเยื่ออวัยวะต่างๆ เช่น ใน Kreb's cycle ซึ่งเป็นปฏิกิริยาเผาผลาญอาหารให้เป็นพลังงานในเซลล์ของมนุษย์ ปฏิกิริยา Kreb's cycle ต้องอาศัยเอนไซม์หลายตัวกระตุ้นให้วงจรเคมีดำเนินและเกิดเป็นพลังงานให้เซลล์ของมนุษย์ ในเซลล์ร่างกายของมนุษย์ยังมีเอนไซม์อีกบางจำพวกไว้สลายสารที่เซลล์ไม่ต้องการ เช่น เอนไซม์ SOD ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

2. เอนไซม์ในอาหาร (food enzyme) เป็นเอนไซม์ที่อยู่ในอาหารสด ในเซลล์สัตว์และพืช บรรจุอยู่ในไลโซโซมเมื่อถุงแตกออกก็จะย่อยสลายสารอาหารให้เป็นโมเลกุลเล็กเพื่อดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ง่ายขึ้น

3. เอนไซม์ย่อยอาหาร (digestive enzyme) เป็นเอนไซม์ที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารของคนและสัตว์หลั่งออกมาจากเยื่อเมือกบุกระเพาะ ลำไส้ ตับ ตับอ่อน ทำหน้าที่ย่อยอาหารจากโมเลกุลใหญ่ให้เล็กลง ทำให้ถูกดูดซึมได้

ภรณี ต่างวิวัฒน์ และคณะ (2546) กล่าวว่าเอนไซม์เป็นสารประกอบโปรตีนเชิงซ้อนที่ร่างกายสร้างขึ้น เพื่อเป็นตัวกระตุ้นปฏิกิริยาหรือทำให้สารอื่นเปลี่ยนแปลงและมุ่งเน้นในการย่อยอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมัน การเสริมเอนไซม์ในอาหารสัตว์ในปัจจุบันได้รับการพัฒนามากขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับชนิดของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ชนิดของสัตว์เพื่อนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสัตว์นอกจากนี้ยังเป็นการลดต้นทุนเรื่องอาหารเลี้ยงสัตว์อีกด้วย ส่วนประกอบอีกอย่างหนึ่งที่สำคัญคือเอนไซม์เป็นสารเคมีที่มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบอยู่ดังนั้นจึงย่อยสลายได้ในธรรมชาติโดยไม่ก่อให้เกิดผลเสียหรือมลพิษตามมาและไม่มีสารตกค้างลงเหลืออยู่ในตัวสัตว์อีกด้วย เอนไซม์คือสารโปรตีนชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติในการย่อยสารอาหารที่เป็นโมเลกุลใหญ่ให้เป็นสารอาหารที่มีโมเลกุลเล็กลงทำให้ร่างกายสามารถดูดซึมสารอาหารนั้นไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถใช้อาหารได้จนหมดโดยเอนไซม์หลักมี 3 ชนิด ได้แก่

1) เอนไซม์อะไมเลส ย่อยอาหารกลุ่มคาร์โบไฮเดรตและแป้งการย่อยอาหารที่ไม่สมบูรณ์จะทำให้เกิดภาวะเหมือนการหมักแป้งในท้องจะทำให้เกิดแก๊สและมีอาการไม่สบายต่างๆ

2) เอนไซม์โปรตีเอส มีหน้าที่ย่อยอาหารกลุ่มโปรตีนเช่นเนื้อสัตว์ต่างๆปลาป่น ถั่ว หากย่อยไม่ดีโปรตีนก็จะเน่า ท้องอืด ท้องเฟ้อและเป็นพิษต่อร่างกายสัตว์

3) เอนโซม์ไลเปส มีหน้าที่ย่อยสลายไขมัน และช่วยรักษาสมดุลกรดไขมันในร่างกายสัตว์ไขมันที่ไม่ถูกย่อยจะทำให้เหม็นหืน เหม็นเปรี้ยวและปริมาณโคเลสเตอรอลเสียสมดุล

148464

ตารางที่ 2.2 ชนิดและประโยชน์ของเอนไซม์ที่ใช้ในอาหาร

เอนไซม์	ประโยชน์ของเอนไซม์
อะไมเลส (amylase)	ย่อยแป้ง
เบต้า-กลูคาเนส (β -glucanase)	ย่อยสลายกลูแคนในผนังเซลล์ในธัญพืชพวกข้าวบาร์เลย์ ข้าวโอ๊ตข้าวไรย์
เซลลูเลส (cellulase)	ย่อยสลายกาก
เฮมิเซลลูเลส (hemicellulase)	ย่อยสลายกาก
ไลเปส (lipase)	ย่อยสลายไขมัน
ไฟเตส (phytase)	ย่อยสลายฟอสฟอรัส
โปรตีเอส (protease)	ย่อยสลายโปรตีน

ที่มา : ภรณี ต่างวิวัฒน์ และคณะ (2546)

พัชรา วีระกะลัส(2543) กล่าวว่า เอนไซม์คือ ตัวเร่งที่ทำหน้าที่ปฏิกิริยาที่เกิดในสิ่งมีชีวิต (biocatalyst) ทำให้อัตราเร็วของปฏิกิริยาเพิ่มสูงขึ้นได้ถึง 10^{8}-10^{14}เท่าของปฏิกิริยาเดิมที่ไม่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่ง ในปฏิกิริยาที่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่งนั้น สารที่เข้าไปทำปฏิกิริยากัน (Reactant)มีชื่อเรียกว่า สับสเตรท(Substrate) โดยส่วนใหญ่แล้วเอนไซม์หนึ่งๆจะสามารถเร่งปฏิกิริยาที่มีสับสเตรทชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะเท่านั้น นั่นคือ เอนไซม์เป็นตัวเร่งที่มีความจำเพาะต่อสับสเตรท เอนไซม์ส่วนใหญ่เป็นโปรตีนที่มีลักษณะเป็นก้อน(Globular protein) ความสามารถในการทำงานของเอนไซม์จะขึ้นอยู่กับโครงรูป(Conformation) ของโปรตีน เอนไซม์บางชนิดจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อมีโคแฟกเตอร์(Cofactor)ซึ่งไม่ใช่โปรตีนอยู่ด้วย เอนไซม์ที่มีโคแฟกเตอร์รวมอยู่ด้วยมีชื่อเรียกว่า โฮโลเอนไซม์ (Holoenzymes) โดยส่วนที่เป็นโปรตีนซึ่งไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาได้มีชื่อเรียกว่า อะโพเอนไซม์(Apoenzymes) โคแฟกเตอร์ของเอนไซม์อาจเป็นไอออนของโลหะเช่น Zn^{2+}ของเอนไซม์คาร์บอกซิเพปทิเดส(carboxypeptidase) หรืออาจเป็นสารอินทรีย์ เช่น ไวตามิน หรืออนุพันธุ์ของไวตามิน ซึ่งในกรณีนี้มักเรียกว่า โคเอนไซม์ (Coenzymes) โคเอนไซม์บางชนิดจะจับกับเอนไซม์อย่างแน่นมากจนไม่สามารถแยกออกจากเอนไซม์โดยไม่ทำให้เอนไซม์สูญเสียซึ่งมีความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาได้และโคเอนไซม์ประเภทนี้มีชื่อเรียกว่า หมู่พรอสธีทิก (prosthetic group) เช่น หมู่ไบโอทิน(Biotin) จะเชื่อมอยู่กับกรดอะมิโนไลซีนของเอนไซม์ด้วยพันธะโควาเลนท์เป็นไบโอทินิลไลซีน (Biotinyllysine)หรือไบโอไซทิน

ในยุคแรกของเอนไซม์นั้นไม่ได้มีจุดประสงค์ที่จะใช้เอนไซม์ในอาหารสัตว์ แต่เป็นการศึกษาเพื่อจุดประสงค์อื่นมากกว่าการใช้ในอาหารสัตว์ (Chesson.1987) แต่หลังจากนั้นมีผู้ทดลองนำไปใช้ในอาหารสัตว์ และพบว่ามีความชัดเจนต่อพฤติกรรมและคุณภาพซากของสัตว์ จึง

ทำให้มีการผลิตเอนไซม์จำนวนมากเพื่อใช้ในทางการค้า แต่ปัญหาที่มักเกิดขึ้นนั้นคือส่วนใหญ่เอนไซม์มักจะต้องถูกนำมาใช้เข้าเป็นส่วนหนึ่งของสูตรอาหารใหม่อีกครั้ง แม้ว่าแหล่งที่มาของเอนไซม์จะเป็นแหล่งเดียวกัน แต่เมื่อเปลี่ยนชนิดของสัตว์ และสูตรอาหาร การใช้ประโยชน์ และประสิทธิภาพของเอนไซม์ก็แตกต่างกันออกไป ดังนั้นการพัฒนาสูตรอาหารจึงต้องดำเนินการไปควบคู่กับการทดลองใช้เอนไซม์เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจน นำไปสู่การใช้เอนไซม์ที่กว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ต่อไป (สุทธิพันธุ์ แก้วสมพงษ์ และคณะ.2548) ได้มีการศึกษาการประยุกต์ใช้เอนไซม์ย่อยสลายจุลินทรีย์สายพันธุ์ไทยที่มีประสิทธิภาพสูงในอาหารสัตว์ โดยใช้เอนไซม์ย่อยสลายที่ผลิตจากจุลินทรีย์ *Bacillus subtilis* และ *Pleurotus ostreatus* โดยนำมาทดสอบในพืชอาหารสัตว์คือ กากถั่วเหลืองและข้าวโพดบด โดยการผสมในอัตราส่วน 1:1 ทำการทดลองโดยการผสมเชื้อก่อนการให้อาหารในไก่สายพันธุ์ Hubbard พบว่าเมื่อนำเอนไซม์ทั้งสองตัวมาผสมกับอาหารทำให้มีค่ากิจกรรมที่สูงขึ้นกว่าเดิม และเมื่อนำไปทดลองใช้เลี้ยงในสัตว์พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอนไซม์ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ตั้งแต่ช่วงต้นของ ค.ศ.1980 (ชลธิดา บรรเทากุล.2557) โดยการใช้เอนไซม์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยทั่วไปอาหารสัตว์ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้ (1) แหล่งพลังงาน ประมาณ 60-70% (2) แหล่งโปรตีน ประมาณ 20-25% และ (3) ส่วนเติมเต็มในอาหาร ประมาณ 5% อาหารสัตว์ส่วนใหญ่โดยเฉพาะในอาหารไก่เนื้อจะใช้แหล่งพลังงานและแหล่งโปรตีนมาจากพืชเป็นหลัก จึงอาจสรุปได้ว่า อาหารสัตว์ทั่ว ๆ ไปมีสัดส่วนของวัตถุดิบจากพืชอยู่ระหว่าง 55-95% อย่างไรก็ตามวัตถุดิบจากพืชบางชนิดก็ไม่สามารถนำมาใช้ในอาหารสัตว์ได้อย่างเต็มที่เนื่องจากมีสารต้านโภชนะหลายชนิด (Anti-Nutritive Factors; ANFs) ซึ่งสัตว์กระเพาะเดี่ยวย่อยสารเหล่านี้ไม่ได้ และสารนี้ยังก่อให้เกิดผลเสียกับตัวสัตว์ด้วย ตัวอย่างเช่น ถั่วเหลืองมีสารต้านโภชนะ จำพวกทริปซิน อินฮิบิเตอร์ (Trypsin inhibitors) แทนนิน (Tannins) เลคติน (Lactins) กรดไฟติก และไฟเตท (Phytic acids and Phytate) โพลิแซคคาร์ไรด์ที่ไม่ใช่แป้ง (Non-Starch Polysaccharides; NSPs) โอลิโกแซคคาไรด์จำพวกอัลฟา-กาแลคโตไซด์ (Alpha-Galactoside) เป็นต้น ดังนั้นหากสามารถทำลายสารต้านโภชนะเหล่านี้ได้ เราจะสามารถเลือกใช้วัตถุดิบจากพืชได้มากขึ้น สัตว์ก็จะใช้ประโยชน์จากอาหารจากพืชได้อย่างเต็มที่ นักวิจัยหลายท่านพบว่า “การใช้เอนไซม์ในอาหารสัตว์” เป็นแนวทางหนึ่งของการแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อดูผลการใช้เอนไซม์รวมที่มีชื่อทางการค้า Concenzyme NSP II®; ซึ่งประกอบด้วย Gluco-Amylase 1,500,000 Unit, Acidic-Protease 5,000,000 Unit, Cellulase 1,000,000 Unit, Xylanase 7,500,000 Unit, Beta-Glucanase 200,000 Unit, Mannanase 500,000 Unit, Pectinase 3,000,000 Unit และ Phytase 1,000,000 Unit ปริมาณที่ใช้ผสมในอาหารไก่ไข่ 50 กรัม ต่อ 100 กิโลกรัมอาหารมีดังนี้

1) เอนไซม์อะไมเลส (amylase) (Domingues and Peralta.1993)อะไมเลสเป็นกลุ่มของเอนไซม์ที่มีกิจกรรมการย่อยสลายโมเลกุลของแป้ง ไกลโคเจน และสารอนุพันธ์ของโพลีแซคคาไรด์เป็นหน่วยย่อยของน้ำตาล ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของ เดกซ์ตริน (dextrin) และกลูโคส

1.1) แอลฟา-อะไมเลส (α-amylase) พบทั่วไปทั้งในสัตว์และพืช ตลอดทั้งจุลินทรีย์หลายชนิด เอนไซม์มีบทบาทสำคัญในการย่อยแป้งให้เป็นโอลิโกแซคคาไรด์ โดยมีความเจาะจงต่อการย่อยสลายพันธะไกลโคซิดิกชนิดแอลฟา -1,4 (α-1,4) ในลักษณะตัดภายในสายโพลิเมอร์อย่างอิสระได้ผลผลิตเป็นกลูแคน (glucan) และ alpha-limit dextrin ที่มีหน่วยกลูโคสประมาณ 2-6 หน่วย

1.2) กลูโคอะไมเลส (Glucoamylase) เป็นเอนไซม์ที่พบทั่วไปในจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ และ รา มีลักษณะสำคัญของปฏิกิริยาการย่อยแป้งคือ สามารถย่อยสลายแป้งได้ทั้ง 2 พันธะ คือ พันธะไกลโคซิดิกชนิดแอลฟา -1,4 (α-1,4) และพันธะไกลโคซิดิกชนิดแอลฟา -1,6 (α-1,6) ผลผลิตที่ได้ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำตาลกลูโคส ในการย่อยแป้งให้ได้โมเลกุลของกลูโคสจะต้องใช้กลูโคอะไมเลสร่วมกับแอลฟาอะไมเลส

2) เอนไซม์โปรติเอส(Protease) เป็นกลุ่มเอนไซม์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยพันธะเปปไทด์ของสารจำพวกโปรตีนจึงมักถูกเรียกว่าแอนไซม์ย่อย โปรตีน โดยย่อยโปรตีนให้กลายเป็นสารโมเลกุลเล็กๆเอนไซม์หลายชนิดจัดอยู่ในกลุ่มเอนไซม์โปรติเอสและใช้ในอุตสาหกรรมปลาป่นเพื่อผสมเลี้ยงสัตว์และผลิต fish soluble เพื่อช่วยในการย่อยและการดูดซึมอาหารของสัตว์ดีขึ้นส่วนธัญพืชที่สัตว์กินนั้นจะผสมด้วยเอนไซม์โปรติเอส อะไมเลส และเซลลูโลส

3) เอนไซม์เซลลูเลส(Cellulase) คุณสมบัติทั่วไปของเอนไซม์เซลลูเลส คือ มีมวลโมเลกุลโดยเฉลี่ย 63,000 มีค่า pH 5.5-6.0 มีความเสถียรที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียลนาน 5 นาที ที่ pH7.0 จะถูกยับยั้งด้วยไอออนของโลหะหนักสารพวกซัลไฟดริลสารทำปฏิกิริยาออกซิเดชันรีดักชัน (ปราณี อ่านเปรื่อง. 2547) เอนไซม์เซลลูเลสมีชื่อที่เป็นระบบคือ 1,4-(1,3;1,4)-β-D-glucan4-glucanohydrolase จะทำหน้าที่ย่อยเซลลูโลสทำให้ โครงสร้างของเยื่อใยแตกออกมีขนาดเล็กลง เกิดการปลดปล่อยน้ำตาลได้ มากขึ้นทำให้ เพิ่มการย่อยได้ภายในลำไส้ ของไก่

4) เอนไซม์ไซลาเนส(Xylanase) จัดเป็นเอนไซม์ในกลุ่มเฮมิเซลลูเลส(hemicellulases) ชนิดหนึ่งที่มีหน้าที่ย่อยแกนหลัก (main chain) ของเฮมิ-เซลลูโลส มีด้วยกัน 2 ชนิด คือ ชนิด endo-1,4-β (E.C. 3.2.1.8 ชื่อตามระบบคือ β1,4-xylan xylanohydrolase) เร่งปฏิกิริยาการย่อยแบบสุ่มในสายพอ ลิเมอร์ของไซแลนที่มีแกนหลักเป็นน้ำตาลไซโลสต่อกันด้วยพันธะ β-1,4 ทาให้ได้ไซโลโอลิโกแซ็กคาไรด์และชนิด exo-1,4-β (E.C. 3.2.1.37 ชื่อตามระบบคือ β-1,4-xylan xylohydrolase) ซึ่งย่อยโอลิโกแซ็กคาไรด์จากปลายแต่ไม่รีดิวซ์ให้สายสั้นลงเอนไซม์ไซลาเนสเป็นเอนไซม์ที่จุลิ นทรีย์หลั่งออกมานอกเซลล์ (extracellular enzyme) เพื่อย่อยไซแลนที่เป็นสารโมเลกุลใหญ่ซึ่งจุลินทรีย์ไม่น่าสามารถนาเข้าสู่เซลล์ได้ ดังนั้นจุลินทรีย์ที่สามารถใช้ไซแลนเป็น

แหล่งคาร์บอน เช่น Aspergillus, Trichoderma, Streptomyces และ Bacillus จะต้องผลิตและปลดปล่อย เอนไซม์ไซลาเนสออกมานอกเซลล์เพื่อใช้ย่อยไซแลนเป็นแหล่งคาร์บอน

5) เอนไซม์เบต้า-กลูคาเนส(Beta-Glucanase) (พิจิตรา ตั้งเขื่อนขันธ์ และคณะ 2548) ทำหน้าที่ย่อยโมเลกุลของเซลลูเลสในส่วนที่ไม่ เป็นระเบียบ (amorphous) หรือย่อยอนุพันธ์ของเซลลูโลส เช่น คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (carboxymethyl cellulose) เซลลูโลสที่ผ่านการทำปฏิกิริยากับกรดฟอสฟอริก (phosphoric swollen cellulose) ไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส (hydroxyethyl cellulose) และเซลโลโอลิโกเมอร์(cello-oligomers)โดยตัดย่อยเซลล์ที่ตำแหน่งพันธะบีต้า-1,4-ไกลโคซิดิกแบบสุ่ม (random) ทาให้ผลิตภัณฑ์ผสมหลายชนิด คือ เซลโลโอลิโกแซคคาไรด์ (cellooligo-saccharides) เซลโลเพนธาโอส (cellopentaose) เซลโลไตรโอส (cellotriose) เซลโลไบโอส (cellobiose) และกลูโคส โดยจะได้ ผลิตภัณฑ์ หลักใดขึ้นอยู่ กับสมบัติของแต่ละเอนไซม

6) เอนไซม์แมนนาเนส(Mannanase) เป็นเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายโพลิแซคคาไรด์ในกลุ่มแมนแนนและเฮทเทอโรแมนแนน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลลพืช และได้ผลผลิตเป็นแมนโนโอลิโกแซคคาไรด์และแมนโนส แมนนาเนสได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นเอนไซม์ที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมหลายประเภท พืชและสัตว์บางชนิดสามารถผลิตแมนนาเนสได้ แต่ที่ใช้กันมากในทางอุตสาหกรรมเป็นแมนนาเนสจากจุลินทรีย์

7) เอนไซม์เพกทิเนส (pectinase) เป็นกลุ่มของเอนไซม์ (enzyme) ประกอบด้วยเอนไซม์ 3 ชนิด คือ เพกทินเอสเทอเรส (pectinesterase, PE) พอลิกาแล็กทูโรเนส (polygalacturonase, PG) และเพกเทตไลเอส (pectate lyases, PL) เอนไซม์เพกทิเนสสามารถย่อย เพกทิน (pectin) ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่และละลายในน้ำได้น้อย ให้มีโมเลกุลสายสั้นลงส่งผลให้ละลายในน้ำได้ดีขึ้นเพกทิน (pectin) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่ให้ความแข็งแรงแก่ผนังเซลล์ของพืช พบในเนื้อเยื่อพืช ผัก ผลไม้

8) เอนไซม์ไฟเตส(Phytase) ถูกจัดอยู่ในกลุ่มของ histidine acid phosphatase เนื่องจากมีฮีสทิดีนอยู่บริเวณที่เร่งปฏิกิริยา การแบ่งเอนไซม์ไฟเตสโดยพิจารณาจากหมู่ฟอสเฟสของกรดไฟติกหรือไฟเตทที่ถูกย่อยเป็นอันดับแรกตามตำแหน่งของคาร์บอนในโมเลกุลได้ 2 ชนิด คือ 3-phytase และ 6-phytase จะย่อยที่ตำแหน่งที่ 3 ก่อน เอนไซม์ไฟเตสถูกค้นพบโดย Suzuki และคณะในปี 1907 ได้มีการผลิตเอนไซม์ไฟเตสจากจุลินทรีย์ซึ่งให้ผลผลิตสูง เป็นที่ต้องการของอุตสาหกรรมของการผลิตอาหารสัตว์กระเพาะเดี่ยว เพราะสัตว์เหล่านี้ไม่สามารถย่อยไฟเตสที่มีอยู่ในส่วนประกอบของอาหารสัตว์ เช่น รำข้าว ข้าวโพด เป็นต้น ให้ออกมาอยู่ในรูปของฟอสเฟสที่สามารถดูดซึมมาใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นการผลิตเอนไซม์ไฟเตสที่มีความเหมาะสมในการนำไปผสมกับอาหารสัตว์จึงได้รับความสนใจในปัจจุบัน

2.6 ความสำคัญและวัตถุประสงค์ของการเสริมเอนไซม์ในอาหารสัตว์

Marquardt *et al.*(1996) ได้กล่าวว่า การเสริมเอนไซม์ของสูตรอาหารที่มีปลายข้าวเป็นวัตถุดิบพื้นฐานมีความสำคัญคือสามารถปรับปรุงการนำไปใช้ของลูกไก่ได้โดยสามารถทำให้อัตราการเจริญเติมโตได้ดีขึ้นเพิ่มประสิทธิภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ในการสันดาปพลังงานและการย่อยได้ของวัตถุแห้ง ไขมัน โปรตีน ได้เด่นชัด สามารถนำไปปรุงประสิทธิภาพของอาหารสัตว์ที่มีข้าวไรย์ ข้าวโอ๊ต ข้าวบาเร่ย์ เป็นองค์ประกอบได้อย่างดีเยี่ยมในการเติมเอนไซม์ลงไปจะทำให้ปริมาณความชื้นกับมูลที่ขับออกมานั้นลดลงซึ่งสัมพันธ์กับการปรับปรุงการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่ต้องการให้สิ่งที่ขับออกมานั้นน้อยลงเพราะจะช่วยลดปัญหาของสิ่งแวดล้อม การเสริมเอนไซม์ยังช่วยปรับปรุงคุณค่าโภชนะจำพวก Iupins และช่วยลดความยาวและขนาด ที่มีผลต่อบริเวณกระเพาะลำไส้ และตับอ่อนของไก่ จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของเอนไซม์เมื่อเปลี่ยนรูปแล้วก็มีความสัมพันธ์ต่อการปรับปรุง weight gain หรือ feed-to-gain ratio เหมือนกัน กล่าวโดยเบื้องต้นว่าเอนไซม์เมื่อใช้อย่างเหมาะสมสามารถช่วยปรับปรุงการนำไปใช้ของไก่ได้และช่วยลดการขับออกมาของโภชนะที่ไม่สามารถย่อยได้การใช้เอนไซม์ช่วยย่อยวัตถุหยาบเสริมลงไปในผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์เป็นวิธีการที่ใช้เป็นแรงจูงใจของการผลิตอาหารสัตว์และผู้ผลิตทางด้านปศุสัตว์เพราะจะช่วยปรับปรุงการนำไปใช้ของสัตว์ให้ดีขึ้น

เกศรา อำพาภรณ์ และคณะ (2555) กล่าวว่า อาหารสำเร็จรูปของไก่ที่มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด เป็นอาหารข้นที่มีส่วนประกอบของเยื่อใยไม่เกิน 18% อาหารเหล่านี้เมื่อไก่กินเข้าไปแล้วไก่จะสามารถย่อยด้วยเอนไซม์ในร่างกายได้ไม่เกิน 10% ของอาหารเยื่อใย (Robertson et al. 1948) ซึ่งถือได้ว่ามีการย่อยได้ที่ต่ำ ทั่งนี้เนื่องจากไก่ไม่มีเอนไซม์ที่ช่วยย่อยเยื่อใยในอาหารได้ดีพอ ทำให้เกิดการสูญเสียอาหารออกมากับมูล ผลที่เกิดขึ้นคือ ไก่จะมีอัตราการกินได้สูงแต่มีการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำ ในปัจจุบันจึงมีการนำเอนไซม์ย่อยเยื่อใยมาเสริมในอาหารไก่เนื้อ พบว่าสามารถเพิ่มการย่อยได้ของโภชนะ(Michael, 1996)และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของไก่ได้ดีขึ้น เอนไซม์ย่อยเยื่อใยที่นิยมใช้ ได้แก่ เซลลูเลส ไซแลนเนสและเฮมิเซลลูเลส สามารถผลิตได้จากจุลินทรีย์หลายชนิดเช่น *Aspergillus spp.* และ *Trichoderma spp.*เป็นต้น ผลของเอนไซม์ต่อการย่อยได้จะแตกต่างกันและเพื่อให้เกิดการย่อยได้ที่สมบูรณ์ของ cellulose และ hemicelluloses จำเป็นต้องใช้เอนไซม์ที่สอดคล้องกันและในสัดส่วนที่เหมาะสมและการใช้เอนไซม์หลายชนิด (multi-enzyme)ร่วมกันจะช่วยให้ประสิทธิภาพการย่อยเยื่อใยและการใช้ประโยชน์ของอาหารดีขึ้น (Francis,2009)

เผชิญ วงษ์ลังกา (2548) รายงานว่า ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์จะมีเอ็นไซม์ช่วยย่อยอาหารที่ผลิตและหลั่งเข้าสู่กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก และเอ็นไซม์จากจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่จะช่วยในการย่อยอาหารให้เป็นโภชนะที่สัตว์ดูดซึมได้ เอ็นไซม์เหล่านี้จะทำงานได้ดีเมื่อค่า pH และตัวเร่งเอนไซม์เหมาะสมสำหรับเอ็นไซม์แต่ละชนิด การผลิตเอนไซม์แต่ละชนิดมีข้อจำกัดหลายประการเช่น สัตว์กระเพาะเดี่ยวไม่สามารถย่อยnon-starch polysaccharides (NSP) ในผนังเซลล์พืช ได้การเพิ่มเอ็นไซม์จากภายนอกลงในอาหารสัตว์ จึงให้ผลดังต่อไปนี้

1) เสริมเอนไซม์เพิ่มเติมจากที่สัตว์ผลิตขึ้นเองเช่นโปรติเอสและอะไมเลสให้เพียงพอต่อการย่อยโภชนะ

2) ขจัดสารต่อต้านการใช้โภชนะเช่น β-glucanและกรดไฟติกในอาหารทำให้สัตว์ใช้โภชนะได้สูงขึ้น

3) ช่วยปลดปล่อยโภชนะในวัตถุดิบอาหารสัตว์คุณภาพต่ำให้ใช้ประโยชน์ได้สูงขึ้นและสามารถใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ได้หลากหลาย

ไกรสิทธิ วสุเพ็ญ และคณะ (2557) ได้ศึกษาการใช้กากมะเขือเทศแห้งเสริมในอาหารไก่ไข่ผสมเอ็นไซม์ย่อยเยื่อใย ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ และการย่อยได้ของเยื่อใย โดยแบ่งไก่ไข่ออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 10 ตัว ในแต่ละกลุ่มจะได้รับอาหารดังนี้ กลุ่มที่ 1 อาหารควบคุม กลุ่มที่ 2 เสริมเอ็นไซม์ย่อยเยื่อใย 0.02% กลุ่มที่ 3 เสริมกากมะเขือเทศ 10% และกลุ่มที่ 4 เสริมกากมะเขือเทศ 10% กับเอนไซม์ย่อยเยื่อใย 0.02% พบว่าปัจจัยทั้งสองไม่มีผลกระทบระหว่างกันต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ และการย่อยได้ของโภชนะ การเสริมเอ็นไซม์ย่อยเยื่อใยมีผลช่วยเพิ่มการย่อยได้ของเยื่อใยที่ไม่สลายในสารซักฟอกที่เป็นกลาง และโปรตีนเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่เสริม ($P<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 53.70 vs 47.50% และ 56.98 vs 49.37% ตามลำดับ อาหารไก่ไข่ที่ใช้กากมะเขือเทศ 10% มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารซักฟอกที่เป็นกรดลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ผลการทดลองนี้สรุปว่าการใช้กากมะเขือเทศและเอนไซม์ย่อยเยื่อใยในอาหารไก่ไข่ที่ระดับเหมาะสมช่วยลดต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ไก่

Ahmed *et al.* (2004)ได้รายงานการตรวจสอบการเจริญเติบโตทำโดยไก่พันธุ์ Cobb 144 ตัวไม่คัดเพศจากอายุ 21 วันจนถึงวันที่ 42 ไก่จะได้รับอาหารเป็นถั่วเหลือง (iso-nitrogenous และ iso-energetic)รวมกับไฟเตสในระดับ 0.0 0.50 1.00 1.50 กรัม/กิโลกรัม ในสูตรอาหารขั้นพื้นฐาน อัตราการเจริญเติบโต การกินได้ของอาหาร การกินอาหารได้หมด การตัดแต่งซากและการได้กำไรเพิ่มขึ้นตามลำดับของการเสริมไฟเตสและระดับการเสริมไฟเตสไม่มีผลต่ออัตราการสูญเสีย การเพิ่มไฟเตสจะปรากฏผลให้เกิดผลสำเร็จ อิทธิพลของ anti-nutritive ของไฟเตสฟอสฟอรัสและ

พอลิแซ็กคาไรด์ที่ไม่ใช่แป้ง ต่อการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการเติมไฟเตส 1.50 กรัม/กิโลกรัมที่รวมเข้าด้วยกันในถั่วเหลืองของอาหารไก่เนื้อเป็นผลผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และคณะ (2540) ทดลองนำเอนไซม์ไฟเตสเสริมลงในอาหารไก่เนื้อที่มีกากเรปซีดทดแทนกากถั่วเหลืองที่ระดับ 50% และ 70% พบว่าการใช้เอนไซม์ไฟเตส ในอาหารที่มี ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ และโปรตีนทั้งหมดในอาหารต่ำมี ผลทำให้ น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่กินอาหารน้อยลงและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักมีแนวโน้มดีขึ้นเป็นการชี้ให้เห็นว่าไฟเตสสามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสหรือโปรตีนซึ่งรวมตัวกับไฟติกออกมาใช้ประโยชน์ได้

Abudabos (2010) ได้ทำการศึกษาผลของการเสริมเอนไซม์ทางการค้า Bergazyme P ซึ่งประกอบด้วยเอนไซม์เบต้า-เพนโตซาเนส (β-pentosanase), แอลฟา-อะไมเลส (α-amylase), กลูคาเนส (glucanases) และกาแลคโตแมนเนส (galactomannases) ด้วยการผสมในอาหารสัตว์ในสัดส่วนข้าวโพด-กากถั่วเหลืองตามมาตรฐานอาหารที่เลี้ยงไก่กระทงอายุ 1-49 วัน ใช้ไก่พันธุ์Cobb 500 จากฟาร์มเชิงพาณิชย์(commercial hatchery) อายุ 1 วันจำนวน 800 ตัว โดยแต่ละทรีตเมนต์มี 4 ซ้ำการทดลอง แบ่งไก่ออกเป็น 3 กลุ่มตามสูตรอาหาร ดังนี้ สูตร T1:อาหารข้าวโพด-กากถั่วเหลืองไม่เสริมเอนไซม์ (สูตรควบคุม), สูตร T2: T1 + Bergazyme P/t 250g และสูตร T3:T1+ Bergazyme P/t 500 g วิเคราะห์ผลของแต่ละทรีตเมนต์โดยใช้ ANOVA อาหารที่เสริมด้วยเอนไซม์ช่วยให้น้ำหนักตัวไก่อายุ 42 และ 49 วันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และไก่อายุ 49 วันพบว่ามีเนื้ออกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งกล่าวได้ว่า Bergazyme เป็นตัวช่วยปรับปรุงเพื่อเพิ่มน้ำหนักกล้ามเนื้อไก่ โดยในกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร T2 และสูตร T3 พบค่าความเข้มข้นของโปรตีนทั้งหมดจากซีรั่มมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อไก่อายุ 21 และ 49 วัน ค่าสามารถของโปรตีนจากลำไส้อิเลี่ยมในการถูกย่อยสลายจากอาหารสูตร T2 มีค่าสูงกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ผลจากงานวิจัยนี้พบว่าการเสริมเอนไซม์ Bergazyme P ปริมาณ 250g/t ผสมในอาหารสัตว์ เป็นการเพิ่มสมรรถภาพการผลิตไก่ จากการพบระดับความสามารถย่อยโปรตีนที่มีค่าค่อนข้างสูง

Tufarelli *at al.* (2007) ได้ศึกษาการเสริมเอนไซม์ไซแลนเนสและขนาดของอนุภาคที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของไก่เนื้อขนดำจุดขาว ที่เลี่ยงด้วยอาหารที่มีขาวสาลี พบว่าการเสริมเอนไซม์แลนเนสในอาหารที่มาจากข้าวสาลีทำให้ละเอียดจะช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตของไก่เนื้อขนดำจุดขาว

นอกจากนี้ก็ยังมีการศึกษาเอนไซม์โดยนำไปใส่ในอาหารไก่กระทงโดยผสมในสูตรอาหารเอนไซม์ที่ใช้ได้แก่ เอนไซม์เบต้า-กลูคาเนส (β-glucanase) เอนไซม์เซลลูเลส (cellulose) เอนไซม์เฮมิเซลลูเลส (hemicellulase) เอนไซม์ไฟเตส (phytase) เอนไซม์โปรตีเอส(protease)และสารปรุงแต่งอาหารสัตว์พบว่าใช้เอนไซม์ในอาหารของสัตว์ช่วยปรับปรุงการย่อยให้ดีขึ้น มีเนื้อเพิ่มขึ้น(Lu et al.2009)

Sharmila *et al.*(2014) ศึกษาผลของการเสริมเอนไซม์ไซแลนเนสและเอนไซม์เซลลูเลสในอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดปาล์มน้ำมัน (PKM) เป็นองค์ประกอบหลัก ต่อสมรรถภาพการเจริญ สุ่มไก่พันธุ์ Copp เพศผู้อายุ 75 วัน แบ่งเป็น 3 กลุ่มตามสูตรอาหาร ได้แก่ สูตร T1 (PKM 20% ปราศจากการเสริมด้วยเอนไซม์), สูตร T2 (PKM 20% เสริมด้วยเอนไซม์ไซแลนเนส) สูตร T3 (PKM 20% เสริมด้วยเอนไซม์เซลลูเลส) โดยเสริมเนไซม์แต่ละชนิดที่ความเข็มข้น 200 U/kg of feed บันทึกน้ำหนักตัวและอัตราการกินอาหารทุกสัปดาห์ โดยไก่ทั้งหมดเมื่ออายุ 35 วันจะถูกนำไปฆ่าและเก็บลำไส้ส่วนต้นด้วยเทคนิคปลอดเชื้อเพื่อวิเคราะห์ปริมาณ VFAs และนับประชากรแบคทีเรียการเสริมด้วยเอนไซม์ไซแลนเนสและเอนไซม์เซลลูเลสในอาหาร PKM พบผลต่อสมรรถภาพการเจริญจำนวนประชากรแบคทีเรียในลำไส้ส่วนต้น และปริมาณ VFAs ที่แตกต่างกัน โดยพบว่าPKM ที่เสริมด้วยเอนไซม์เซลลูเลสช่วยลดการสะสมอาหารได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับ PKM ที่เสริมด้วยเอนไซม์ไซเซลลูเลส และอาหาร PKM ที่ปราศจากการเสริมด้วยเอนไซม์ ซึ่งน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอันตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (FCR) สะสมในแต่ละทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผลของการเสริมด้วยเอนไซม์ไซแลนเนสและเอนไซม์เซลลูเลสต่อการเจริญของไก่กระทง มีความสัมพันธ์ของอัตราการกินอาหารที่มากขึ้นและช่วยลดจำนวนประชากรแบคทีเรียก่อโรคในลำไส้ส่วนต้น ซึ่งอาหารที่เสริมด้วยเอนไซม์ไซแลนเนสมีประโยชน์ช่วยให้ไก่กระทงเพิ่มการสะสมการกินอาหาร มีน้ำหนัก และ FCR สูงขึ้น

Shirmohammad and Mehri. (2011) ทำการศึกษา ทดลองเพื่อศึกษาผลของการเสริมด้วยเอนไซม์ REAP® ในอาหารข้าวโพด-ถั่วเหลืองต่อการใช้พลังงานของลูกไก่และผลต่อสมรรถภาพของไก่กระทงในการทดลองที่ 1 ใช้ไก่ตัวผู้ พันธุ์อีซ่า-บราวน์ (Isa-Brown) อายุ 50 สัปดาห์ จำนวน 16 ตัวแบ่งเป็น 4 กลุ่ม การทดลองซ้ำละ 4 ตัว และให้อาหารที่มีค่าพลังงาน 2 ระดับ (2650 และ 1759 kcal TME_n/kg diet) ผสมกับเอนไซม์ REAP® ความเข้มข้น 0 และ 0.1% เพื่อศึกษาค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (AME) สำหรับการทดลองที่ 2:แบ่งไก่เพศผู้พันธุ์รอส(Ross) อายุ 3 วัน จำนวน 360 ตัว ออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ซ้ำการทดลอง การทดลองละ 30 ตัว เพื่อศึกษาผลของการใช้อาหารที่มีค่าพลังงาน 2 ระดับ (3100 และ 2980 kcal TME_n/kg diet) ผสมกับเอนไซม์ REAP® ความเข้มข้น 0 และ 0.1% เมื่อไก่ได้รับอาหารไป 28 วันพบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานระดับสูง มีค่า AME สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานต่ำอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) น้ำหนักตัวของไก่ที่ได้รับอาหารที่มีระดับพลังงานต่ำที่เสริมด้วย REAP® ความเข้มข้น 0% มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) จากการทดลองในทุกทรีตเมนต์ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของอัตราการกินอาหารและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก สำหรับน้ำหนักกล้ามเนื้ออกของไก่ที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานต่ำมีค่าสูงกว่าอาหารที่มีพลังงานสูง และไก่ที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานต่ำที่เสริมด้วย REAP® 0.1% มีน้ำหนักกล้ามเนื้ออกสูงที่สุด ($p<0.05$) น้ำหนักที่สัมพันธ์กับไขมันในช่องท้องมีค่าลดลงเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่เสริมด้วย REAP® ($p>0.05$) ค่าร้อยละของน้ำหนักลำไส้เล็กดูโอดีนัม

ของกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานสูงมีน้ำหนักสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานต่ำ ความยาวของลำไส้เล็ก(cm/100 g BW) ของกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานต่ำปราศจากการเสริมด้วย REAP® มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ ($p>0.05$) ผลจากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า อาหารสัตว์ที่เสริมด้วย REAP® ช่วยปรับปรุงน้ำหนักร่างกายและลดไขมันในช่องท้อง ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าอาหารสัตว์ที่เสริมด้วยเอนไซม์ REAP® ช่วยปรับปรุงคุณค่าสารอาหารของอาหารที่มีข้าวโพด-กากถั่วเหลืองเป็นหลักที่ใช้เลี้ยงไก่กระทง

Iyayi *et al.* (2005) ได้ทำการศึกษา ใช้อาหารจำนวน 3 สูตร ดังนี้ สูตรที่ 1: อาหารเลี้ยงไก่กระทงพื้นฐานที่มีข้าวโพดเป็นหลักซึ่งปราศจากการเสริมเอนไซม์ สูตรที่ 2: กากเบียร์แห้ง (BDG)เสริมเอมไซม์ และสูตรที่ 3: กากเนื้อเมล็ดปาล์มน้ำมัน (PKM) เสริมเอนไซม์ ซึ่งอาหารแต่ละสูตรแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ในงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตไก่เมื่อได้รับอาหารเสริมเอนไซม์ซึ่งมีเส้นใยสูงเทียบกับอาหารพื้นฐานที่มีข้าวโพดเป็นหลักที่ปราศจากการเสริมด้วยเอนไซม์ พบว่า เมื่อเลี้ยงอาหาร BDG และ PKM ที่เสริมด้วยเอนไซม์ไก่ในระยะเล็ก (starter phase) มีการเจริญเติบโตและอัตราการกินอาหารสูงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อถึงระยะก่อนส่งตลาด (finisher phase) พบอัตราการกินอาหารมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) จากการเลี้ยงด้วยอาหารเสริมเอนไซม์ แต่การเจริญเติบโตกลับไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ซึ่งอัตราการเปลี่ยนอาหาร (FCR) ของอาหารสูตรที่เสริมเอนไซม์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในไก่ระยะเล็กแต่เมื่อถึงระยะก่อนส่งตลาดพบการเปลี่ยนอาหารต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) อีกทั้งไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ของน้ำหนักโครงไก่ระหว่างการเสริมด้วยเอนไซม์พบน้ำหนักของตับอ่อนเพิ่มขึ้น และน้ำหนักไตของไก่ที่ได้รับอาหารสูตร BDG และ PKM ที่เสริมเอนไซม์มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ค่าความสามารถในการถูกย่อยสลายของโปรตีนหยาบ (crude protein), ไขมันรวม (crude fat) และเส้นใย (crude fibre) กลับมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อให้อาหารเสริมด้วยเอนไซม์ จากการพิจารณาต้นทุนอาหารต่อกิโลกรัมของอาหารที่เสริมเอนไซม์พบมีค่าต่ำเพียงในไก่ระยะเล็กเท่านั้น แต่เนื้อไก่ถึงระยะก่อนส่งตลาดกลับพบว่าการเลี้ยงด้วยอาหารเสริมเอนไซม์ไม่ได้มีประโยชน์ในแง่ของต้นทุนอาหาร ซึ่งในการเสริมด้วยเอนไซม์ผสมในอาหารพบว่าช่วยลดปริมาณความต้องการข้าวโพดในอาหารไก่ในระยะเล็กและระยะก่อนส่งตลาดกว่า 31% และ 52% ตามลำดับ

Meng *et al.* (2005) รายงานว่า การเสริมเอนไซม์ไซลาเลสร่วม กับเอนไซม์เซลลูเลส (Cellulase) สามารถย่อยเยื่อใยในกากเมล็ดทานตะวัน รำสกัดน้ำมัน และ อาหารไก่เนื้อได้ดีส่วนในกากถั่วเหลืองพบว่า เอนไซม์เพคติเนสจะให้ผลการย่อยเยื่อใยได้ดีที่สุด แต่อย่างไรก็ตามการเสริมเอนไซม์ไซลาเนสเซลลูเลส และเพคติเนสร่วมกันน่าจะส่งผลที่ดีที่สุด

Jamal and Rabie (2009) ได้รายงานผลการทดลองการเสริมไฟเตทต่อประสิทธิภาพการทำงานของจุลินำทรีย์ในไก่เนื้อ การย่อยอาหาร ซาก และค่าของแคลเซียมและฟอสฟอรัส ของไก่

พันธุ์ Cobb 500 อายุ 200 ตัว ถูกนำมาใช้ในการทดลอง แบ่งการทดลองออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 40 ตัว โดยแบ่งย่อยอีกเป็น 4 การทดลอง การทดลองละ 10 ตัว กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุมด้วยอาหารปกติ กลุ่มที่ 2 จัดให้อาหารมีการขาดฟอสฟอรัส กลุ่มที่ 3,4 และ 5 จัดให้อาหารมีการเสริมเอมไซน์ไฟเตทในสูตรอาหารที่ลดฟอสฟอรัส กลุ่มการทดลองที่ 3,4 และ 5 มีการเสริมเอมไซน์ไฟเตทที่ระดับ 1000 2000 และ 3000 PU/กก. ตามลำดับ ในสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง มีการสุ่มเก็บตัวอย่างแต่ละการทดลองเพื่อดูการย่อยได้ ทำการเก็บตัวอย่างซาก และตัวอย่างกระดูกส่วน tibia ของไก่ เพื่อตรวจสอบปริมาณเถ้าของกระดูก ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเสริมเอมไซน์ไฟเตทในสูตรอาหารที่ลดฟอสฟอรัสจะส่งผลอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)ต่อการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ อัตราการเปลี่ยนอาหารเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$)ในสูตรอาหารที่ลดฟอสฟอรัส และการเสริมเอมไซน์ไฟเตทในสูตรอาหารที่ลดฟอสฟอรัส ไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญกับซากไก่เนื้อ นอกจากนี้ผลการตรวจสอบเอนไซม์ไฟเตสของการย่อยได้ในวัตถุแห้ง โปรตีน และเถ้า พบว่าเพิ่มขึ้น ($P <0.05$)

Sebastian *et al.*(1996) ได้รายงานในการทดสอบการให้อาหารไก่เนื้อ 180 ตัวในเวลา 3 สัปดาห์ทำการศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพของเอนไซม์ไฟเตทต่อการเจริญเติบโต การสัมพันธ์ของฟอสฟอรัส แคลเซียม ทองแดงและเหล็ก และปริมาณธาตุเหล็กในกระดูกการทดลองจะมีส่วนร่วมกับปริมาณระดับฟอสฟอรัสในอาหารสูตรข้าวโพดและถั่วเหลือง ในอาหารสูตรที่ลดฟอสฟอรัสจะทำการเสริมไฟเตท(600ไฟเตท ยูนิต/กิโลกรัม)ในอาหาร การเสริมไฟเตทจะทำให้น้ำหนักตัว ในไก่เพศผู้และเพศเมีย 13.2 และ 5.8% ตามลำดับ ในวันที่ 21 การปรับปรุงน้ำหนักสามารถเปรียบเทียบกับอาหารที่มีฟอสฟอรัสตามปกติ ในอาหารที่เพิ่มไฟเตทจะมีค่ามากกว่า ($P<0.05$)

ไพโรจน์ วงศ์พุทธิสิน (2555)รายงานว่าเอนไซม์มีมากมายหลายชนิดจึงได้มีการนำเอาความสามารถของเอนไซม์แต่ละชนิดมาใช้ให้เกิดประโยชน์กับมนุษย์ในด้านต่างๆไม่ว่าจะเป็นด้านการแพทย์และเภสัชกรรม ด้านสิ่งแวดล้อมและด้านอุตสาหกรรมเกษตรทั้งอาหารคนและอาหารสัตว์เป็นต้น บทความฉบับนี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะการใช้ประโยชน์ของเอนไซม์ในวงการอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ซึ่งเป็นธุรกิจที่มีมูลค่ามหาศาลทั่วโลกไม่แพ้ธุรกิจอาหารคนวัตถุประสงค์ในการเสริมเอนไซม์ลงในอาหารสัตว์นั้นอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเด็นหลักๆ คือ

1) เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์สัตว์กระเพาะเดี่ยว (Monogastric animals) เช่น สัตว์ปีก และสุกร เป็นกลุ่มที่ต้องการการเสริมเอนไซม์ลงไปในอาหารมากที่สุด เนื่องจากสัตว์เหล่านี้ไม่มีกระเพาะหมักในทางเดินอาหารส่วนต้นจึงไม่มีจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์มาช่วยย่อยอาหาร เอนไซม์ย่อยอาหารที่สัตว์กระเพาะเดี่ยวผลิตได้เองนั้นมีเพียงไม่กี่ชนิด เช่น อะไมเลส(Amylase) สำหรับย่อยแป้ง และโปรติเอส(Proteases) สำหรับย่อยโปรตีนแต่ในขณะที่วัตถุดิบอาหารสัตว์นั้นมีสารอาหารอื่นที่นอกเหนือจากแป้งและโปรตีนเช่นในกากถั่วเหลือง รำข้าว

ข้าวโพด และ ข้าวบาร์เล่ย์มีโพลิแซคคาไรด์ที่มีชื่อว่า เบต้า-แมนแนน (β-mannan) ไซแลน (Xylan) เบต้า-กลูแคน (β-glucan) และเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่มาก ดังนั้นหากเราเติมเอนไซม์ย่อยโพลิแซคคาไรด์เหล่านี้ลงไปในอาหารสัตว์ก็จะช่วยย่อยโพลิแซคคาไรด์ให้กลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวให้สัตว์ดูดซึมไปใช้เป็นพลังงานในการดำรงชีวิตได้ โดยเอนไซม์ที่เติมลงไปเพื่อวัตถุประสงค์นี้ได้แก่ β-mannanase , xylanase , β-glucanase และ cellulose จากเอนไซม์เหล่านี้ก็คือ กลุ่มโพลิแซคคาร์ไรด์ ที่ไม่ใช่แป้ง (Non - Starch Polysaccharides; NSPs) เป็น ANFs ที่สำคัญตัวหนึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของคาร์โบไฮเดรตซึ่งสัตว์กระเพาะเดี่ยวย่อยไม่ได้เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์พืชซึ่งมีโครงสร้างอยู่กันแบบร่างแหสามารถจำแนกออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ เซลลูโลส (Cellulose) เฮมิเซลลูโลส(Hemicellulose)และเพคตินหรือเพคติก โพลิแซคคาร์ไรด์ (Pectic Polysaccharides; Pectins) หรือจำแนกตามความสามารถในการอุ้มน้ำเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1.1) Insoluble NSPs (NSPไม่ละลายน้ำ) คือส่วนของCelluloseสารกลุ่มนี้จะหุ้มสารอาหารไว้กีดขวางการเข้าทำปฏิกิริยาของเอนไซม์เรียกว่าเกิดปฏิกิริยา"Cage Effect"ส่งผลให้สัตว์ย่อยอาหารได้ไม่เต็มที่พบมากในพืชจำพวกข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าว พืช ตระกูลถั่ว เป็นต้น

1.2) Soluble NSPs (NSPที่ละลายน้ำ) คือส่วนของ Hemicellulose และ Pectin สารกลุ่มนี้สามารถละลายน้ำได้ ทำให้อาหารยึดเกาะกันแน่นและหนืด (Viscous digesta) เอนไซม์จากทางเดินอาหารไม่สามารถแทรกตัวเข้าไปทำปฏิกิริยากับอาหารได้ส่งผลให้ประสิทธิภาพการย่อยได้ต่ำร่างกายจึงเร่งสร้างเซลล์บุผิวลำไส้มากขึ้นเพื่อหลั่งสารมิวซิน (Mucin) มาช่วยย่อยมากขึ้นผนังลำไส้จึงหนาตัวขึ้นเป็นผลให้การดูดซึมของสารอาหารที่ย่อยแล้วลดลงอาหารหนืดไหลผ่านไปส่วนต่างๆของ ทางเดินอาหารได้ช้าส่งผลให้สัตว์รู้สึกอิ่มตลอดเวลา สัตว์จึงกินอาหารลดลงทำให้สัตว์เติบโตได้ไม่ดีนอกจากนี้ยังส่งผลให้แบคทีเรียในทางเดินอาหารเพิ่มจำนวนมากขึ้นจึงเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคทางระบบทางเดินอาหารในสัตว์โดยเฉพาะลูกสัตว์สารกลุ่มนี้พบมากในพืชนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น ข้าวบาร์เลย์ ข้าวสาลี ข้าวไรน์ เป็นต้น

นอกจากนี้การเสริมเอนไซม์ไฟเตส(Phytase) ลงในอาหารสัตว์ก็เป็นสิ่งที่น่าสนใจเนื่องจากปกติแล้วในวัตถุดิบอาหารสัตว์จะมีฟอสเฟตอยู่ในรูปของกรดไฟติก(Phytic acid)แต่เนื่องจากสัตว์กระเพาะเดี่ยวไม่มีเอนไซม์ที่ย่อยให้ฟอสเฟตหลุดออกมาเป็นอิสระสัตว์จึงดูดซึมฟอสเฟตเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ไม่ได้เกษตรกรจึงต้องเสียค่าใช้จ่ายซื้อฟอสเฟตมาเสริมให้สัตว์กินแทนและในปัจจุบันการเสริมเอนไซม์ไฟเตสลงไปจึงเป็นที่นิยมเพื่อช่วยย่อยกรดไฟติกให้ได้เป็นฟอสเฟตอิสระแล้วสัตว์จะสามารถดูดซึมเอาฟอสเฟตอิสระนี้ไปใช้ต่อไปได้

2) เพื่อกำจัดสารขัดขวางโภชนะ (Anti-nutritional factors; ANFs) ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ วัตถุดิบอาหารสัตว์หลายๆชนิด นอกจากจะมีสารอาหารที่ให้ประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของสัตว์

แล้ว ยังมีองค์ประกอบที่ก่อให้เกิดโทษต่อสุขภาพสัตว์ด้วยเรียกสารเหล่านี้ว่าสารขัดขวางโภชนะ (Anti-Nutritive) ได้แก่

2.1) ทริปซินอินฮิบิเตอร์ (Trypsin inhibitors) เป็นสารชีวโมเลกุลในกลุ่มโปรตีนซึ่งพบมากในพืชตระกูลถั่วมีคุณสมบัติไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ทริปซิน (Trypsin) ในทางเดินอาหารของสัตว์ ทำให้สัตว์ย่อยและดูดซึมโปรตีนไปใช้ได้น้อยลง จึงได้มีการเติมเอนไซม์โปรติเอสลงไปช่วยย่อย ทริปซินอินฮิบิเตอร์นี้

2.2) โอลิโกแซคคาไรด์กลุ่มราฟิโนส(Raffinose family oligosaccharides; RFOs) มีโครงสร้างเป็นน้ำตาลที่มีจำนวนหน่วยประมาณตั้งแต่3-10 หน่วยประกอบขึ้นมาจากน้ำตาลซูโครสและกาแลกโตสน้ำตาลชนิดนี้พบมากในเมล็ดพืชตระกูลถั่วมีผลทำให้สัตว์เกิดอาการท้องอืดและอัตราการเจริญเติบโตลดลงได้แต่แก้ไขได้โดยการเสริมเอนไซม์

2.3) เบต้า-กาแลกโตซิเดส(ß-galactosidase) ลงไปในอาหารสัตว์เพื่อย่อย RFOs กรดไฟติก (Phytic acid) กรดไฟติกนอกจากจะยึดเอาฟอสเฟตไว้บนโมเลกุลแล้วพบว่ายังสามารถจับแร่ธาตุต่างๆและโปรตีนไว้บนโมเลกุลด้วยทำให้สัตว์ไม่สามารถดูดซึมแร่ธาตุและโปรตีนไปใช้ประโยชน์ได้

2.4) เบต้า-แมนแนน (ß-mannan) เป็นโพลิแซคคาไรด์ขนาดใหญ่ที่สายหลักประกอบขึ้นจากน้ำตาลแมนโนสส่วนกิ่งก้าน (Branch chain) เป็นน้ำตาลกาแลกโตสหรือกลูโคส เบต้า-แมนแนนนี้พบมากในเมล็ดพืชตระกูลถั่ว หัวบุก และกากมะพร้าว มีคุณสมบัติอุ้มน้ำได้ดี จึงทำให้เกิดความหนืดขึ้นในทางเดินอาหาร ดังนั้นการเข้าทำงานของเอ็นไซม์ในทางเดินอาหาร และการดูดซึมสารอาหารของสัตว์จะเป็นไปได้ยากการเสริมเอ็นไซม์เบต้า-แมนนาเนสลงไปจะช่วยย่อยเบต้า-แมนแนนได้

ชลลัดดา หารแก้ว และคณะ(2556) ศึกษาผลการเสริมเอนไซม์ α- galactosidase ในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่พบว่าไก่ไข่ที่ได้รับสารอาหารควบคุมและสูตรอาหารที่ลดระดับพลังงานและเสริมเอนไซม์ มีสมรรถภาพการผลิตไข่ มวลไข่และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ กิโลกรัม ไม่ต่างกัน (P>0.05) ขณะที่สูตรลดพลังงาน 88 Kcal/kg มีสมรรถภาพการผลิตลดลง จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 88 Kcal/kg และเสริมเอนไซม์ α- galactosidase ในอาหารไก่ไข่นั้นส่งผลให้สมรรถภาพการผลิตดีเทียบเท่ากับอาหารสูตรควบคุม

ธงชาติ สุริยวงค์ (2556) ศึกษาการใช้กากมันสำปะหลังเสริมด้วยเอนไซม์ไซลาเนสต่อการย่อยได้ของโภชนะ สมรรถนะการเจริญเติมโต และคุณภาพซากของไก่เนื้อโดยกากมันสำปะหลังดังกล่าวยังมีแป้งเป็นองค์ประกอบอยู่สูง(50-60%) สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารไก่เนื้อได้ แต่อย่างไรก็ตามกากมันสำปะหลังมีเยื่อใยเป็นองค์ประกอบสูง (13-14%) ซึ่งเป็นข้อจำกัดทำให้ระดับการใช้ได้ในสูตรอาหารไก่เนื้อค่อนข้างต่ำ เยื่อใยที่เป็นองค์ประกอบในกากมัน

สำปะหลังส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มของเฮมิเซลลูโลสที่มีไซแลนเป็นองค์ประกอบหลัก ดังนั้นการเสริมเอนไซม์ไซลาเนสซ่าจะลดข้อจำกัดของเยื่อใยในกากมันสำปะหลังได้ จากการทดลองพบว่ากากมันสำปะหลังสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานในอาหารไก่เนื้อได้ถึง 16% เมื่อเสริมร่วมกับเอนไซม์ไซลาเนส โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการย่อยได้ของโภชนะ สมรรถนะการเจริญเติบโต และคุณภาพซากของไก่เนื้อ โดยระดับการเสริมเอนไซม์ไซลาเนสที่เหมาะสมคือ 0.10%

2.7 ข้อควรระวังในการเสริมเอนไซม์ในอาหารสัตว์ (เสกสม อาตมางกูร.2544)

การเสริมเอนไซม์ในอาหารสัตว์ถึงแม้ว่าในทางทฤษฎีจะก่อให้เกิดประโยชน์แก่ตัวสัตว์อย่างมากก็ตาม แต่ก็ควรมีข้อระวังการปฏิบัติเช่นกัน

1) ต้องรู้ว่าเอนไซม์ที่จะใช้มีเอนไซม์อะไรเป็นองค์ประกอบและมีอยู่ในปริมาณ เท่าไร เนื่องจากความจำเพาะเจาะจงของเอนไซม์ที่ถูกย่อย

2) ต้องรู้องค์ประกอบอาหารว่าสารที่เอนไซม์สามารถย่อยได้อยู่มากน้อยเท่าไรเพื่อกำหนดการใช้เอนไซม์ให้ตรงกับสารที่มีอยู่ในอาหาร

3) เนื่องจากเอนไซม์มีความสามารถในการทำงานขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม จึงควรรู้คุณสมบัติเอนไซม์ที่จะใช้ว่าชอบการทำงานในสภาวะแวดล้อม (ความเป็นกรด-ด่าง) อย่างไร

4) เนื่องจากเอนไซม์เป็นสารจากโปรตีนจึงถูกย่อยสลายโครงสร้างด้วยความร้อน ดังนั้นต้องรู้ว่าเอนไซม์ที่จะใช้นั้นมีคุณสมบัติในการทนต่อความร้อนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผสมอาหารหรือไม่

5) ราคาของเอนไซม์คุ้มค่าต่อการเสริมอาหารหรือไม่ดังนั้นการใช้เอนไซม์ที่หลากหลายชนิดและปริมาณที่เหมาะสมกับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารสัตว์รวมทั้งคุณสมบัติในการทนความร้อนต่อปัจจัยแวดล้อมในเรื่องความเป็นกรด-ด่างความร้อนจึงมีความสำคัญในการคัดเลือกเอนไซม์เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาการเสริมเอนไซม์เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ มีรายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.1 สัตว์ทดลอง

ไก่ไข่พันธุ์ผสมทางการค้า (B-layer) จำนวน 160 ตัว อายุ 32 สัปดาห์ โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่มทดลอง กลุ่มละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 8 ตัว เลี้ยงแบบขังกรงเดี่ยว ในโรงเรือนแบบเปิด มีพัดลมระบายอากาศ กรงยืนเดี่ยว 1 ตัวต่อกรง

3.2 เอนไซม์รวม

เอนไซม์รวมที่ใช้มีชื่อทางการค้า Concenzyme NSP II®; ซึ่งประกอบด้วย Gluco-Amylase 1,500,000 Unit, Acidic-Protease 5,000,000 Unit, Cellulase 1,000,000 Unit, Xylanase 7,500,000 Unit, Beta-Glucanase 200,000 Unit, Mannanase 500,000 Unit, Pectinase 3,000,000 Unit และ Phytase 1,000,000 Unit ปริมาณที่ใช้ผสมในอาหารไก่ไข่ 50 กรัม ต่อ 100 กิโลกรัมอาหาร

3.3 อุปกรณ์

3.3.1 อุปกรณ์ในการเลี้ยงไก่ไข่

1) เครื่องผสมอาหาร
2) ถังอาหาร
3) ภาชนะสำหรับใส่อาหาร
4) ภาชนะสำหรับใส่น้ำ
5) เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล

3.3.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพไข่

1) เครื่องมือวัดความแข็งของเปลือกไข่ (Digital Force gauge FG-100K, PCE Instruments Ltd., UK)

2) เครื่องมือวัดความหนาเปลือกไข่ (Micrometer, Digital 0-25 mm., Mitutoyo, Japan)

3) เครื่องมือวัดความสูงของไข่ขาว โดยใช้ชุดตรวจสอบคุณภาพไข่ขาวที่ประกอบด้วย Quantum Chromatodynamics (QCD) ชุดแสดงผลระบบดิจิตอลและ albumin height gauge

4) พัดวัดสีไข่แดงของบริษัท Roche (คะแนนสีตั้งแต่ 1-15)

3.3.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร โดยวิธี Proximate Analysis

1) ตู้อบแห้ง (Hot air oven)

2) เตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle furnace)

3) เครื่องวิเคราะห์โปรตีนแบบวิธี Kjeldahl

4) เครื่องวิเคราะห์ไขมันแบบ Soxhlet apparatus

5) เครื่องมือวิเคราะห์เยื่อใย Fibertec System M6

6) เครื่องมือวิเคราะห์ค่าพลังงานในอาหารด้วยเครื่อง Bomb calorimeter (AC-350, Leco, USA.)

3.4 วิธีการทดลอง

การศึกษาการเสริมเอ็นไซม์เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ มีรายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.4.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomize Design : CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 5 กลุ่ม แต่ละกลุ่มการทดลองมีจำนวน 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ไก่ไข่พันธุ์ผสมทางการค้า (B-layer) อายุ 32 สัปดาห์จำนวน 8 ตัว รวมทั้งสิ้น 160 ตัว ในการทดลองจะใช้สูตรอาหารทดลองดังนี้

กลุ่มการทดลองที่ 1 ได้รับอาหารผสมสูตรสำหรับไก่ไข่ระยะไข่ (ควบคุม) กำหนดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2750 kcal/kg, โปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์, แคลเซียม 3.70 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ 0.46 เปอร์เซ็นต์ (T1)

กลุ่มการทดลองที่ 2 ได้รับอาหารผสมสูตรสำหรับไก่ไข่ระยะไข่ กำหนด พลังงานใช้ประโยชน์ได้ ลดลงจากกลุ่มควบคุม 200 kcal/kg, โปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์, แคลเซียม 3.70 เปอร์เซ็นต์ และ ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ 0.46 เปอร์เซ็นต์ (T2)

กลุ่มการทดลองที่ 3 ได้รับอาหารผสมสูตรสำหรับไก่ไข่ระยะไข่ กำหนด พลังงานใช้ประโยชน์ได้ ลดลงจากกลุ่มควบคุม 200 kcal/kg, ลดโปรตีนจากกลุ่มควบคุม 0.32 เปอร์เซ็นต์, แคลเซียม 3.70 เปอร์เซ็นต์ และ ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ 0.46 เปอร์เซ็นต์ (T3)

กลุ่มการทดลองที่ 4 ได้รับอาหารผสมสูตรกลุ่มทดลองที่ 2 เสริม เอนไซม์รวม (T4)

กลุ่มการทดลองที่ 5 ได้รับอาหารผสมสูตรกลุ่มทดลองที่ 3 เสริม เอนไซม์รวม (T5)

อาหารแต่ละกลุ่มการทดลองมีระดับของโปรตีนและค่าพลังงานคำนวณตามความต้องการของไก่ไข่ ที่แนะนำโดย NRC (1994) ส่วนประกอบของสูตรอาหาร แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สูตรอาหารไก่ไข่ที่ใช้ทดลองและปริมาณโภชนะในอาหาร

	T1	T2	T3	T4	T5
วัตถุดิบ (กิโลกรัม)					
ข้าวโพด	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
ปลายข้าว	19.44	13.99	13.38	13.99	13.38
รำละเอียด	4.00	8.00	10.00	8.00	10.00
รำหยาบ	4.00	8.00	8.00	8.00	8.00
กากถั่วเหลืองสกัด	19.86	19.02	17.72	19.02	17.72
ปลาป่น	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
เกลือแกง	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
น้ำมันถั่วเหลือง	2.87	1.16	1.05	1.16	1.05
เปลือกหอย	9.32	9.31	9.32	9.31	9.32
DL-Methionine	0.06	0.07	0.08	0.07	0.08
พรีมิกซ์ไก่ไข่	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
เอ็นไซม์รวม	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05
รวม	100.00	100.00	100.00	100.05	100.05
ราคา (บาท/กก.)	14.59	13.96	13.80	14.11	13.95
ปริมาณโภชนะ (%)					
โปรตีน	16.00	16.00	15.68	16.00	15.68
พลังงาน (Kcal/Kg.)	2750.40	2550.30	2550.17	2550.30	2550.17
ไขมัน	5.32	3.98	4.03	3.98	4.03
เยื่อใย	4.01	5.57	5.51	5.57	5.51
ความชื้น	10.15	10.18	10.18	10.18	10.18

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ปริมาณโภชนะ (%)	T1	T2	T3	T4	T5
แคลเซียม	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70
ฟอสฟอรัสใช้ได้	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
เมทไธโอนีน+ซีสทีน	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64

3.4.2 วิธีการทดลอง

สุ่มไก่อายุ 32 สัปดาห์เข้ากลุ่มทดลองที่มีความสม่ำเสมอของไก่แต่ละกลุ่มทดลอง แบ่งเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มการทดลองละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 8 ตัว รวมทั้งสิ้น 160 ตัว โดยเลี้ยงบนกรงขังเดี่ยว 1 ตัวต่อกรง ในโรงเรือนแบบเปิด มีพัดลมระบายอากาศเปิดวันละ 6 ชั่วโมง มีน้ำดื่มและอาหารกินอย่างเต็มที่ (*Ad libitum*) และให้แสงตามโปรแกรมการให้แสงประมาณ 16 ชั่วโมงต่อวัน ทำการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

ชั่งปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือทุกสัปดาห์ เพื่อคำนวณหาปริมาณอาหารที่กินได้ในแต่ละสัปดาห์ นับจำนวนไข่และจำนวนไก่ตายทุกวันเพื่อนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ (hen-day egg production) เป็นรายสัปดาห์

วิเคราะห์คุณภาพไข่โดยทุกๆ 2 สัปดาห์ ทำการสุ่มเก็บไข่ ซ้ำละ 5 ฟอง รวมเป็นกลุ่มการทดลองละ 20 ฟอง เพื่อศึกษาคุณภาพของฟองไข่ดังนี้ น้ำหนักไข่ทั้งฟอง น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักเปลือกไข่ ค่าความถ่วงจำเพาะ ความหนาของเปลือกไข่ (egg shell thickness) ความแข็งของเปลือกไข่ (egg shell strength) ความสูงของไข่ขาวข้น ค่าฮอกยูนิต (Haugh unit) และสีของไข่แดง

3.4.3 การบันทึกข้อมูล

ทำการบันทึกน้ำหนักไก่เริ่มทดลองและสิ้นสุดการทดลอง จำนวนผลผลิตไข่ตลอดช่วงการทดลอง ปริมาณอาหารที่กินได้ของไก่ในแต่ละสัปดาห์ เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ต่อจำนวนไก่มีชีวิต (hen-day egg production) อัตราการเลี้ยงรอด คุณภาพไข่

3.4.4 การคำนวณข้อมูล (บุญล้อม ชีวะอิสระกุล.2541 ; ประภากร ธาราฉาย.2547)

1) ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน (กรัม)

$$\text{ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กรัม)}}{\text{จำนวนไก่ทั้งหมด (ตัว)} \times \text{จำนวนวัน}}$$

2) น้ำหนักไข่เฉลี่ย (กรัม)

$$\text{น้ำหนักไข่เฉลี่ย} = \frac{\text{น้ำหนักไข่ทั้งหมดที่ชั่ง (กรัม)}}{\text{จำนวนไข่ที่ชั่ง (ฟอง)}}$$

3) มวลไข่รวม (กรัม)

$$\text{มวลไข่รวม} = \frac{\text{น้ำหนักไข่เฉลี่ย (กรัม)} \times \text{เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่}}{100}$$

4) เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ต่อแม่ไก่มีชีวิต (hen-day egg production) (%)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ต่อแม่ไก่มีชีวิต} = \frac{\text{จำนวนไข่ที่เก็บทั้งหมด} \times 100}{\text{จำนวนไก่คงเหลือ} \times \text{จำนวนวัน}}$$

5) ประสิทธิภาพการใช้อาหาร

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่รวม} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม)}}{\text{มวลไข่รวม (กรัม)}}$$

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อผลผลิตไข่ 1 ฟอง} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม)}}{\text{จำนวนไข่ที่ผลิตได้ (ฟอง)}}$$

6) ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไข่ 1 ฟอง (บาท/ฟอง)

$$\text{ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไข่ 1 ฟอง} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน (กก.)} \times \text{ราคาอาหาร (บาท/กก.)}}{\text{จำนวนไข่ที่ผลิตได้ (ฟอง)}}$$

7) อัตราการเลี้ยงรอด (%)

$$\text{อัตราการเลี้ยงรอด} = \frac{\text{จำนวนไก่มีชีวิต} \times 100}{\text{จำนวนไก่เริ่มต้น}}$$

8) การคำนวณค่า Haugh Unit

$$\text{ค่า Haugh Unit} = 100 \log (H + 7.57 - 1.7W^{0.37})$$

H = ความสูงไข่ขาว (มิลลิเมตร)

W = น้ำหนักไข่ (กรัม)

3.4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มของสมรรถภาพการผลิตไข่ คุณภาพของฟองไข่ ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1988)

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาผลการเสริมเอนไซม์เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

4.1.1 เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่

จากการศึกษาการเสริมเอนไซม์รวมในอาหารไก่ไข่ที่ลดระดับพลังงาน 200 kcal/kg. หรือการลดทั้งพลังงาน 200 kcal/kg. และลดโปรตีนลง 2 % ของกลุ่มควบคุม (จะมีโปรตีนในอาหารเท่ากับ 15.68 %) พบว่าในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 0-4 ผลผลิตไข่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P> 0.05) ให้ผลผลิตไข่เฉลี่ยเท่ากับ 64.39, 67.06, 63.06, 72.54 และ 66.29 % ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ของไก่ไข่ทดลองในแต่ละช่วงอายุทดลอง (Hen-day production)

สัปดาห์ที่	T1	T2 (-ME)	T3 (-ME, -CP)	T4 (T2, +Enz)	T5(T3, +Enz)	P-value
0-4	64.39±12.63	67.06±9.69	63.06±9.18	72.54±4.07	66.29±7.15	0.6334 ^{NS}
4-8	85.15^{A}±4.53	79.49^{A}±3.92	52.23^{B}±12.37	90.51^{A}±3.48	82.03^{A} ±9.38	0.0001**
8-12	89.62^{B}±3.69	95.28^{A}±0.85	84.02^{C}±4.82	90.51^{AB}±3.79	87.50^{BC}±2.85	0.0054**
0-12	79.50^{A} ±5.37	80.07^{A}±4.69	67.02^{B}±7.18	84.03^{A}± 1.11	77.98^{A} ±6.10	0.0051**

^{NS} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

^{A,B,C} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 4-8 ผลผลิตไข่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารมีทั้งพลังงานและโปรตีนต่ำ มีผลผลิตไข่เฉลี่ยลดลง (52.23 %) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ลดเฉพาะพลังงาน (85.15 และ 79.49 % ตามลำดับ) และในกลุ่มที่เสริมเอนไซม์ทั้งสองกลุ่ม จะให้ผลผลิตไข่อยู่ในระดับ 90.51 และ 82.03 % ตามลำดับ ที่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

ในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 8-12 ผลผลิตไข่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ทำนองเดียวกับช่วงการทดลองสัปดาห์ที่ 4-8 แต่จะเห็นการปรับตัวของแม่ไก่จึงทำให้ผลผลิตไข่ไม่แตกต่างกันชัดเจนเท่าช่วงการทดลองสัปดาห์ที่ 4-8

เมื่อประเมินในภาพรวมที่ 0-12 สัปดาห์ พบว่า ผลผลิตไข่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารมีทั้งพลังงานและโปรตีนต่ำ มีผลผลิตไข่เฉลี่ยลดลงต่ำกว่ากลุ่มอื่น (67.02 %) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ลดเฉพาะพลังงาน (79.50 และ 80.07 % ตามลำดับ) และในกลุ่มที่เสริมเอนไซม์ทั้งสองกลุ่ม จะให้ผลผลิตไข่อยู่ในระดับ 84.03 และ 77.98 % ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แสดงดังตารางที่ 4.1

4.1.2 ปริมาณอาหารที่กิน

จากการศึกษาการเสริมเอนไซม์รวมในอาหารไก่ไข่พบว่าในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 0-4 และ 4-8 ปริมาณอาหารที่ไก่กินได้ในทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยสัปดาห์ที่ 0-4 มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยเท่ากับ 81.54, 79.91, 77.40, 78.95 และ 77.41 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 4-8 มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยเท่ากับ 117.14, 122.26, 116.07, 127.60 และ 124.00 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณอาหารที่กินได้ของไก่ไข่ทดลอง

สัปดาห์ที่	T1	T2 (-ME)	T3 (-ME, -CP)	T4 (T2, +Enz)	T5 (T3, +Enz)	P-value
0-4	81.54±10.49	79.91±5.74	77.40 ±5.92	78.95± 4.10	77.41 ±3.69	0.8754^{NS}
4-8	117.14±8.51	122.26±9.38	116.07±11.93	127.60±2.36	124.00±4.88	0.2840^{NS}
8-12	122.81^{A}±6.32	120.96^{AB}±5.48	113.78^{BC}±4.15	111.67^{C}±3.84	122.31^{A}±3.87	0.0126^{**}
0-12	107.16±5.35	107.71±2.19	102.41±4.23	106.07±1.69	107.90±2.47	0.2030^{NS}

^{NS} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

^{A,B,C,} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 8-12 ปริมาณอาหารที่กินของไก่ไข่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยไก่ไข่กลุ่มที่ได้รับอาหารลดพลังงานลงและเสริมเอนไซม์ มีปริมาณอาหารที่กินได้ต่ำ (111.67 กรัม/ตัว/วัน) กว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มลดเฉพาะพลังงานและกลุ่มที่ลดทั้งพลังงานและโปรตีนลงและเสริมเอนไซม์ (122.81, 120.96 และ 122.31 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ลดทั้งพลังงานและโปรตีนลง (113.78 กรัม/ตัว/วัน)

เมื่อประเมินในภาพรวมที่ 0-12 สัปดาห์ พบว่าปริมาณอาหารที่ไก่กินได้ในทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยเท่ากับ 107.16, 107.71, 102.41, 106.07 และ 107.90 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.2

4.1.3 ต้นทุนค่าอาหาร

ผลทางด้านต้นทุนค่าอาหารที่ไก่ไข่ใช้ไปเพื่อผลิตไข่ เฉลี่ย 0-12 สัปดาห์โดยคำนวณจากน้ำหนักไข่ 100 กรัม เทียบกับต้นทุนค่าอาหารซึ่งคิดจากปริมาณอาหารที่กินในแต่ละช่วงคูณกับราคาอาหารที่ใช้ พบว่าการลดพลังงานและโปรตีนในอาหารมีผลทำให้ผลผลิตไข่ลดลง ขนาดไข่ลดลง ถึงแม้จะใช้อาหารลดลง แต่ต้นทุนค่าอาหารต่อไข่ 100 กรัมสูงกว่าอาหารกลุ่มปกติ หรือกลุ่มที่ลดเฉพาะพลังงาน เท่ากับ 3.78, 3.36 และ 3.22 บาท ตามลำดับ แต่กลุ่มที่มีการเสริมเอนไซม์รวมในกลุ่มที่ลดเฉพาะพลังงานใช้ต้นทุนต่ำที่สุด เท่ากับ 3.04 บาทและต่ำกว่ากลุ่มที่ลดทั้งพลังงานและโปรตีน เท่ากับ 3.30 บาท โดยที่กลุ่มที่ลดทั้งพลังงานและโปรตีนจะมีต้นทุนแตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งผลการทดลอง แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไข่ของไก่ไข่ทดลอง (บาท/ น้ำหนักไข่ 100 กรัม)

สัปดาห์ที่	T1	T2 (-ME)	T3 (-ME, -CP)	T4 (T2, +Enz)	T5 (T3, +Enz)	P-value
0-4	3.27±0.38	2.93±0.28	3.06±0.27	2.69±0.17	2.88±0.23	0.0935^{NS}
4-8	3.30^{B}±0.42	3.54^{B}±0.40	5.64^{A}±1.83	3.21^{B}±0.21	3.49^{B}±0.56	0.0084**
8-12	3.48±0.31	3.09±0.26	3.36±0.14	3.08±0.14	3.35±0.06	0.0536^{NS}
0-12	3.36^{AB}±0.28	3.22^{B}±0.26	3.78^{A}±0.47	3.04^{B}±0.05	3.30^{B}±0.27	0.0338*

^{NS} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

^{A,B,} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

4.1.4 มวลไข่ (Egg mass)

จากการศึกษาการเสริมเอนไซม์รวมในอาหารไก่ไข่พบว่าในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 0-4 มวลไข่ของไก่ในทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมวลไข่เฉลี่ยเท่ากับ 37.09, 38.40, 35.10, 41.05 และ 37.27 กรัม ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่า Egg mass ของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม (กรัม)

สัปดาห์ที่	T1	T2 (-ME)	T3 (-ME, -CP)	T4 (T2, +Enz)	T5 (T3, +Enz)	P-value
0-4	37.09±8.48	38.40±5.36	35.10±4.44	41.05±2.76	37.27±3.54	0.6189^{NS}
4-8	52.12^{A}±3.94	48.40^{A}±4.03	29.98^{B}±7.32	55.71^{A}±3.96	49.82^{A}±6.85	0.0001^{**}
8-12	51.70^{AB}±2.60	54.73^{A}±2.54	46.70^{C}±1.59	50.60^{B}±2.14	50.45^{B}±1.82	0.0021^{**}
0-12	46.75^{A}±4.55	46.88^{A}±3.54	37.68^{B}±3.74	48.74^{A}±1.29	45.40^{A}±3.91	0.0050^{**}

^{NS} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

^{A,B,} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 4-8 มวลไข่ของไก่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารลดทั้งพลังงานและโปรตีนลง ให้ไข่ที่มีมวลไข่ต่ำ (29.98 กรัม) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มลดเฉพาะพลังงาน (52.12 และ 48.40 กรัม ตามลำดับ) และในกลุ่มที่เสริมเอนไซม์ทั้งสองกลุ่ม ให้ไข่ที่มีมวลไข่เฉลี่ยเท่ากับ 55.71 และ 49.82 กรัม ตามลำดับ

ในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 8-12 มวลไข่ของไก่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ในทำนองเดียวกับช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 4-8

เมื่อประเมินในภาพรวมที่ 0-12 สัปดาห์ พบว่า มวลไข่ของไก่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารลดทั้งพลังงานและโปรตีนลง ให้ไข่ที่มีมวลไข่ต่ำ (37.68 กรัม) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มลดเฉพาะพลังงาน (46.75 และ 46.88 กรัม ตามลำดับ) และในกลุ่มที่เสริมเอนไซม์ทั้งสองกลุ่ม ให้ไข่ที่มีมวลไข่เฉลี่ยเท่ากับ 48.74 และ 45.40 กรัม ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.4

4.1.5 ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่

จากการศึกษาการเสริมเอนไซม์รวมในอาหารไก่ไข่พบว่าในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 0-4 และ 8-12 ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่ของไก่ในทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 0-4 มีประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่เฉลี่ยเท่ากับ 2.23, 2.10, 2.22, 1.92 และ 2.08 ตามลำดับ ส่วนในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 8-12 มีประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่เฉลี่ยเท่ากับ 2.38, 2.21, 2.43, 2.20 และ 2.42 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่ของไก่ไข่ทดลอง

สัปดาห์ที่	T1	T2 (-ME)	T3 (-ME, -CP)	T4 (T2, +Enz)	T5 (T3, +Enz)	P-value
0-4	2.23±0.26	2.10±0.20	2.22±0.19	1.92±0.12	2.08±0.17	0.2135^{NS}
4-8	2.26^{B}±0.29	2.53^{B}±0.29	4.08^{A}±1.32	2.29^{B}±0.15	2.53^{B}±0.41	0.0063^{**}
8-12	2.38±0.21	2.21±0.19	2.43±0.10	2.20±0.10	2.42±0.04	0.0865^{NS}
0-12	2.30^{B}±0.19	2.30^{B}±0.18	2.74^{A}±0.34	2.17^{B}±0.04	2.38^{B}±0.20	0.0198^{**}

^{NS} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05), ** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

^{A,B} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 4-8 ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่ของไก่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารลดทั้งพลังงานและโปรตีนลง ให้ไข่ที่มีประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่ต่ำ (4.08) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มลดเฉพาะพลังงาน (2.26 และ 2.53 ตามลำดับ) และในกลุ่มที่เสริมเอนไซม์ทั้งสองกลุ่ม มีประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่อยู่ในระดับ 2.29 และ 2.53 ตามลำดับ

เมื่อประเมินในภาพรวมที่ 0-12 สัปดาห์ พบว่า ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่ของไก่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารลดทั้งพลังงานและโปรตีนลง ให้ไข่ที่มีประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่ต่ำ (2.74) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มลดเฉพาะพลังงาน (2.30 และ 2.30 ตามลำดับ) และในกลุ่มที่เสริมเอนไซม์ทั้งสองกลุ่ม มีประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่อยู่ในระดับ 2.17 และ 2.38 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.5

4.1.6 อัตราการเลี้ยงรอด (%)

จากการศึกษาการเสริมเอนไซม์รวมในอาหารไก่ไข่พบว่าในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 0-4 4-8 และ 8-12 อัตราการเลี้ยงรอดของไก่ในทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) และเมื่อประเมินในภาพรวมที่ 0-12 สัปดาห์ พบว่า อัตราการเลี้ยงรอดของไก่ในทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีอัตราการเลี้ยงรอดเฉลี่ยกับ 100.00, 99.18, 99.74, 100.00 และ 100.00 % ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 อัตราการเลี้ยงรอดของไก่ไข่ในแต่ละช่วงอายุทดลอง (เปอร์เซ็นต์)

สัปดาห์ที่	T1	T2 (-ME)	T3 (-ME, -CP)	T4 (T2, +Enz)	T5 (T3, +Enz)	P-value
0-4	100.00	99.22±1.56	100.00	100.00	100.00	0.4380^{NS}
4-8	100.00	99.22±1.56	99.22±1.56	100.00	100.00	0.5732^{NS}
8-12	100.00	99.10±1.79	100.00	100.00	100.00	0.4380^{NS}
0-12	100.00	99.18±1.06	99.22±1.56	100.00	100.00	0.1810^{NS}

^{NS} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

4.1.7 น้ำหนักไข่ทั้งฟอง

จากการศึกษาการเสริมเอนไซม์รวมในอาหารไก่ไข่พบว่าในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 0-4 และ 8-12 น้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ในทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 4.7 น้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลอง (กรัม/ฟอง)

สัปดาห์ที่	T1	T2 (-ME)	T3 (-ME, -CP)	T4 (T2, +Enz)	T5 (T3, +Enz)	P-value
0-4	57.33±2.40	57.33±2.14	55.79±1.29	56.57±0.90	56.28±1.24	0.6489^{NS}
4-8	61.16^{A} ±1.42	60.82^{A} ±2.00	57.34^{B} ±0.94	61.51^{A} ±2.45	60.62^{A} ±1.59	0.0281^{*}
8-12	57.71±2.61	57.43±2.18	55.64±1.66	55.91±0.99	57.66±0.54	0.3155^{NS}
0-12	58.73±1.83	58.52±1.85	56.26±0.73	58.00±0.86	58.19±0.68	0.1101^{NS}

^{NS} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

^{A,B,} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

แต่ในช่วง 4-8 สัปดาห์ กลุ่มที่ได้รับอาหารลดพลังงานและโปรตีนมีน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่ำที่สุด 57.34 กรัมซึ่งแตกต่างจากกลุ่มอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และเมื่อประเมินในภาพรวมที่ 0-12 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ในทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีน้ำหนักไข่ทั้งฟองเฉลี่ยกับ 58.73, 58.52, 56.26, 58.00 และ 58.19 กรัม/ฟอง ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.7

4.1.8 น้ำหนักเปลือกไข่

จากการศึกษาการเสริมเอนไซม์รวมในอาหารไก่ไข่พบว่าในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 0-4 และ 8-12 น้ำหนักเปลือกไข่เทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ในทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 0-4 มีน้ำหนักเปลือกไข่เฉลี่ยเท่ากับ 9.50, 9.67, 9.62, 9.63 และ 9.52 % ตามลำดับ ส่วนในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 8-12 มีน้ำหนักเปลือกไข่เฉลี่ยเท่ากับ 10.54, 10.15, 10.52, 10.42 และ 10.35 % ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 น้ำหนักเปลือกไข่เทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ไข่ทดลอง (เปอร์เซ็นต์)

สัปดาห์ที่	T1	T2 (-ME)	T3 (-ME, -CP)	T4 (T2, +Enz)	T5 (T3, +Enz)	P-value
0-4	9.50±0.75	9.67±0.33	9.62±1.07	9.63±0.13	9.52±0.65	0.9960^{NS}
4-8	9.86^{A}±0.07	10.06^{A}±0.13	9.11^{B}±0.22	9.95^{A}±0.39	10.00^{A}±0.41	0.0014^{**}
8-12	10.54±0.46	10.15±0.27	10.52±0.39	10.42±0.23	10.35±0.23	0.4776^{NS}
0-12	9.17±1.67	9.96±0.19	9.75±0.35	10.00±0.20	9.96±0.26	0.5538^{NS}

^{NS} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

^{A,B,} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 4-8 น้ำหนักเปลือกไข่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารลดทั้งพลังงานและโปรตีนลง ให้ไข่ที่มีน้ำหนักเปลือกไข่ลดลง (9.11 %) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มลดเฉพาะพลังงาน (9.86 และ 10.06 ตามลำดับ) และในกลุ่มที่เสริมเอนไซม์ทั้งสองกลุ่ม ให้ไข่ที่มีน้ำหนักเปลือกไข่อยู่ในระดับ 9.95 และ 10.00 ตามลำดับ

เมื่อประเมินในภาพรวมที่ 0-12 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักเปลือกไข่เทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ในทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีน้ำหนักเปลือกไข่เฉลี่ยกับ 9.17, 9.96, 9.75, 10.00 และ 9.96 % ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.8

4.1.9 น้ำหนักไข่แดง

จากการศึกษาการเสริมเอนไซม์รวมในอาหารไก่ไข่พบว่าในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 0-4 4-8 และ 8-12 น้ำหนักไข่แดงเทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ในทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) และเมื่อประเมินในภาพรวมที่ 0-12 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักไข่แดงของไก่ในทุก

กลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีน้ำหนักไข่ทั้งฟองเฉลี่ยกับ 25.07, 24.37, 25.62, 24.79 และ 24.30 % ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 น้ำหนักไข่แดงเทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ไข่ทดลอง (เปอร์เซ็นต์)

สัปดาห์ที่	T1	T2 (-ME)	T3 (-ME, -CP)	T4 (T2, +Enz)	T5 (T3, +Enz)	P-value
0-4	23.84±0.76	23.81±1.92	25.94±0.72	25.44±1.23	23.34±2.57	0.1437^{NS}
4-8	24.77±0.71	24.23±2.30	24.56±0.99	24.29±0.49	24.20±1.12	0.9628^{NS}
8-12	26.62±1.58	25.08±2.69	26.36±0.95	24.64±3.08	25.37±1.43	0.6397^{NS}
0-12	25.07±0.55	24.37±1.84	25.62±0.84	24.79±1.13	24.30±0.97	0.4963^{NS}

^{NS} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

4.1.10 น้ำหนักไข่ขาว

จากการศึกษาการเสริมเอนไซม์รวมในอาหารไก่ไข่พบว่าในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 0-4 4-8 และ 8-12 น้ำหนักไข่ขาวเทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ในทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) และเมื่อประเมินในภาพรวมที่ 0-12 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักไข่ขาวของไก่ในทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีน้ำหนักไข่ขาวเฉลี่ยกับ 66.58, 65.96, 65.55, 65.19 และ 66.31 % ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 น้ำหนักไข่ขาวเทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ไข่ทดลอง (เปอร์เซ็นต์)

สัปดาห์ที่	T1	T2 (-ME)	T3 (-ME, -CP)	T4 (T2, +Enz)	T5 (T3, +Enz)	P-value
0-4	69.67±5.53	66.51±2.09	66.19±3.59	64.91±1.16	67.12±2.62	0.3929^{NS}
4-8	67.25±1.03	66.60±2.36	67.35±2.43	65.74±0.69	67.55±2.28	0.6686^{NS}
8-12	62.83±2.02	64.76±2.87	63.10±1.24	64.93±3.21	64.27±1.65	0.6149^{NS}
0-12	66.58±2.39	65.96±1.92	65.55±2.26	65.19±1.03	66.31±1.41	0.8328^{NS}

^{NS} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

4.1.11 ความแข็งเปลือกไข่

จากการศึกษาการเสริมเอนไซม์รวมในอาหารไก่ไข่พบว่าในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 4-8 และ 8-12 ความแข็งเปลือกไข่ของไก่ในทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 4-8 มีค่าความแข็งเปลือกไข่เฉลี่ยเท่ากับ 3053.9, 2712.0, 2141.0, 2618.6 และ 2915.7 กรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 8-12 มีค่าความแข็งเปลือกไข่เฉลี่ยเท่ากับ 2988.2, 3205.6, 2897.8, 2985.1 และ 3163.0 กรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 4.11 ความแข็งเปลือกไข่ของไก่ไข่ทดลอง (กรัม/ตารางเซนติเมตร)

สัปดาห์ที่	T1	T2 (-ME)	T3 (-ME, -CP)	T4 (T2, +Enz)	T5 (T3, +Enz)	P-value
0-4	3367.5^{A}	2425.2^{B}	2503.5^{B}	2271.2^{B}	2688.4^{AB}	0.0378*
	±697.28	±499.12	±197.16	±446.93	±343.16	
4-8	3053.9	2712.0	2141.0	2618.6	2915.7	0.1447^{NS}
	±332.18	±747.08	±61.87	±488.16	±555.97	
8-12	2988.2	3205.6	2897.8	2985.1	3163.0	0.8816^{NS}
	±559.09	±252.66	±356.21	±452.82	±691.31	
0-12	3136.5^{A}	2780.9^{AB}	2514.1^{B}	2625.0^{B}	2922.4^{AB}	0.0498*
	±290.37	±350.14	±195.92	±323.58	±208.76	

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

^{A,B} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 0-4 ความแข็งเปลือกไข่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุมให้ไข่ที่มีค่าความแข็งเปลือกไข่สูงกว่า (3367.5 กรัม/ตารางเซนติเมตร) กลุ่มลดเฉพาะพลังงาน กลุ่มที่ลดทั้งพลังงานและโปรตีนลง และกลุ่มเสริมเอนไซม์ทั้งสองกลุ่ม เท่ากับ 2425.2, 2503.5, 2271.2 และ 2688.4 กรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ

เมื่อประเมินในภาพรวมที่ 0-12 สัปดาห์ พบว่า ความแข็งเปลือกไข่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุมให้ไข่ที่มีค่าความแข็งเปลือกไข่สูงกว่ากลุ่มอื่นๆ (3136.5 กรัม/ตารางเซนติเมตร) ส่วนในกลุ่มอื่นๆยังเห็นความแตกต่างไม่ชัดเจน แสดงดังตารางที่ 4.11

4.1.12 ความหนาเปลือกไข่

จากการศึกษาการเสริมเอนไซม์รวมในอาหารไก่ไข่พบว่าในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 0-4 4-8 และ 8-12 ความหนาเปลือกไข่ของไก่ในทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) และเมื่อประเมินในภาพรวมที่ 0-12 สัปดาห์พบว่า ความหนาเปลือกไข่ของไก่ในทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีน้ำหนักไข่ทั้งฟองเฉลี่ยกับ 0.314, 0.316, 0.305, 0.310 และ 0.315 มิลลิเมตร ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ความหนาเปลือกไข่ของไก่ไข่ทดลอง (มิลลิเมตร)

สัปดาห์ที่	T1	T2 (-ME)	T3 (-ME, -CP)	T4 (T2, +Enz)	T5 (T3, +Enz)	P-value
0-4	0.329±0.02	0.330±0.03	0.320±0.03	0.328±0.01	0.339±0.03	0.8735^{NS}
4-8	0.317±0.02	0.320±0.01	0.297±0.02	0.322±0.02	0.320±0.02	0.3802^{NS}
8-12	0.295±0.02	0.299±0.02	0.298±0.01	0.281±0.02	0.286±0.02	0.5547^{NS}
0-12	0.314±0.006	0.316±0.006	0.305±0.015	0.310±0.013	0.315±0.017	0.6825^{NS}

^{NS} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

4.1.13 ความถ่วงจำเพาะของไข่

จากการศึกษาการเสริมเอนไซม์รวมในอาหารไก่ไข่พบว่าในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 0-4 ค่าความถ่วงจำเพาะของไข่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารลดทั้งพลังงานและโปรตีนลง ให้ไข่ที่มีความถ่วงจำเพาะของไข่ลดลง (1.081) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มลดเฉพาะพลังงาน (1.087 และ 1.086 ตามลำดับ) และในกลุ่มที่เสริมเอนไซม์ทั้งสองกลุ่ม ให้ไข่ที่มีน้ำหนักเปลือกไข่อยู่ในระดับ 1.087 และ 1.086 ตามลำดับ

ในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 4-8 พบว่า ค่าความถ่วงจำเพาะของไข่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ในทำนองเดียวกับช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 0-4

ในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 8-12 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในทุกกลุ่มการทดลอง โดยมีค่าความถ่วงจำเพาะของไข่เฉลี่ยเท่ากับ 1.083, 1.082, 1.082, 1.083 และ 1.083 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.13 ค่าความถ่วงจำเพาะของไข่ของไก่ไข่ทดลองที่ได้รับอาหารทั้ง 5 กลุ่ม

สัปดาห์ที่	T1	T2 (-ME)	T3 (-ME, -CP)	T4 (T2, +Enz)	T5 (T3, +Enz)	P-value
0-4 w	1.087^{A}±0.002	1.086^{A}±0.001	1.081^{B}±0.004	1.087^{A}±0.002	1.086^{A}±0.002	0.0220*
4-8 w	1.087^{A}±0.001	1.087^{A}±0.001	1.080^{B}±0.001	1.086^{A}±0.003	1.087^{A}±0.003	0.0024**
8-12 w	1.083±0.003	1.082±0.002	1.082±0.003	1.083±0.002	1.083±0.003	0.9203^{NS}
0-12 w	1.085^{A}±0.001	1.085^{A}±0.001	1.080^{B}±0.002	1.085^{A}±0.002	1.085^{A}±0.002	0.0045**

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

A,B, ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เมื่อประเมินในภาพรวมที่ 0-12 สัปดาห์พบว่า ค่าความถ่วงจำเพาะของไข่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารลดทั้งพลังงานและโปรตีนลง ให้ไข่ที่มีความถ่วงจำเพาะของไข่ลดลง (1.080) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มลดเฉพาะพลังงาน (1.085 และ 1.085 ตามลำดับ) และในกลุ่มที่เสริมเอนไซม์ทั้งสองกลุ่ม ให้ไข่ที่มีน้ำหนักเปลือกไข่อยู่ในระดับ 1.085 และ 1.085 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.13

4.1.14 ค่าฮอกยูนิต (Haugh unit)

จากการศึกษาการเสริมเอนไซม์รวมในอาหารไก่ไข่พบว่าในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 0-4 ค่า Haugh unit ของไข่ไก่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยไก่ไข่ที่ได้รับอาหารกลุ่มลดทั้งพลังงานและโปรตีนลงให้ไข่ที่มีค่า Haugh unit ต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ (78.58) แต่ในช่วงทดลองที่ 8-12 กลับมีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ (93.15) ส่วนในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 4-8 ค่า Haugh unit ของไข่ไก่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

เมื่อประเมินในภาพรวมที่ 0-12 สัปดาห์ พบว่า ค่า Haugh unit ของไข่ไก่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่า Haugh unit เฉลี่ยเท่ากับ 90.33, 91.22, 87.37, 90.01 และ 91.13 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ค่า Haugh unit ของไข่ไก่ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม

สัปดาห์ที่	T1	T2 (-ME)	T3 (-ME, -CP)	T4 (T2, +Enz)	T5 (T3, +Enz)	P-value
0-4	90.43^{A}±1.23	90.27^{A}±2.75	78.58^{B}±12.09	91.66^{A}±4.74	90.29^{A}±1.91	0.0414*
4-8	92.84±1.20	92.19±3.71	90.37±2.97	92.32±2.42	93.32±3.00	0.6372^{NS}
8-12	87.72^{B}±2.82	91.19^{AB}±0.91	93.15^{A}±3.16	86.06^{B}±4.73	89.76^{AB}±3.05	0.0480*
0-12	90.33±1.13	91.22±2.22	87.37±2.99	90.01±3.56	91.13±2.51	0.2701^{NS}

^{NS} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

^{A,B} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

4.1.15 สีไข่แดง

จากการศึกษาการเสริมเอนไซม์รวมในอาหารไก่ไข่พบว่าในช่วงทดลองสัปดาห์ที่ 0-4 4-8 และ 8-12 สีไข่แดงของไก่ในทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) และเมื่อประเมินในภาพรวมที่ 0-12 สัปดาห์ พบว่า สีไข่แดงของไก่ในทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีสีไข่แดงของเฉลี่ยกับ 4.93 4.92 4.91 4.87 และ 4.96 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 สีไข่แดงของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม

สัปดาห์ที่	T1	T2 (-ME)	T3 (-ME, -CP)	T4 (T2, +Enz)	T5 (T3, +Enz)	P-value
พัดวัดสีของบริษัท Roche (คะแนนสีตั้งแต่ 1-15)						
0-4	5.05±0.18	5.06±0.21	5.17±0.35	5.00±0.29	5.14±0.27	0.8855^{NS}
4-8	4.86±0.17	4.78±0.30	4.95±0.28	4.92±0.41	4.96±0.11	0.8897^{NS}
8-12	4.88±0.10	4.93±0.33	4.62±0.15	4.70±0.32	4.77±0.13	0.3169^{NS}
0-12	4.93±0.08	4.92±0.22	4.91±0.14	4.87±0.22	4.96±0.14	0.9664^{NS}

^{NS} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 สมรรถภาพการผลิตและประสิทธิภาพการใช้อาหาร

5.1.1 เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่

ตลอดระยะทดลองที่ 0-12 สัปดาห์ พบว่าเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารที่ลดเฉพาะพลังงาน 200 kcal/kg (กลุ่มที่ 2) ไม่แสดงผลกระทบเมื่อเปรียบกับไก่ไข่ที่ได้รับอาหารลดพลังงานลง 200 kcal/kg และได้รับอาหารมีโปรตีนลดลง 2 % ของกลุ่มควบคุม(จะมีโปรตีนในอาหาร เท่ากับ 15.68 %)(กลุ่มที่ 3) แต่ผลผลิตไข่จะลดลงต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ถึงแม้จะมีการเสริมเอนไซม์รวม (กลุ่มที่ 5) ผลผลิตไข่เฉลี่ยตลอดระยะเวลาทดลอง 12 สัปดาห์ ยังด้อยกว่าไก่ที่ได้รับอาหารที่ลดเฉพาะพลังงาน 200 kcal/kg เพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 4) แสดงว่าการลดระดับโปรตีนในอาหารไก่ไข่จะมีผลกระทบต่อผลผลิตไข่มากกว่าการให้อาหารที่มีงานพลังงานต่ำกว่าระดับที่ต้องการ (requirement) และการที่ไก่ให้ผลผลิตไข่เพิ่มขึ้นจากการเสริมเอนไซม์รวม(multi-enzymes)ในอาหารทั้งที่มีพลังงานต่ำ หรือต่ำทั้งพลังงานและโปรตีน แสดงว่าเอนไซม์รวมที่เสริมนั้นไปช่วยการย่อยอาหาร หรือทำให้สารอาหารที่อาจจะไม่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ที่ผลิตมาจากไก่เองได้ถูกย่อยและเพิ่มปริมาณ เมื่อสัตว์ดูดซึมไปใช้ประโยชน์ จึงทำให้สัตว์ได้สารอาหารพอเพียงตามความต้องการที่จะให้ผลผลิตเป็นปกติ ทั้งนี้อาจจะใกล้เคียงหรือสูงกว่ากลุ่มควบคุม อาจจะต้องพิจารณาชนิดและปริมาณของการใช้เอนไซม์รวม ให้สอดคล้องกับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในอาหารขณะนั้นด้วย ซึ่งคล้ายคลึงกับการศึกษาของ Wu *et al.*(2005) โดยเสริมเอนไซม์ β-mannanase ลงในสูตรอาหารของไก่ไข่ที่มีการลดพลังงาน มีผลทำให้อัตราการผลิตไข่และมวลไข่เพิ่มขึ้นซึ่งมีความแตกต่างกับสูตรอาหารที่ลดพลังงานแต่ไม่มีการเสริมเอนไซม์ β-mannanase แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมกับสูตรที่ลดพลังงานแต่ไม่มีการเสริมเอนไซม์ พบว่ามีความแตกต่างกันของอัตราการผลิตไข่ มวลไข่และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่5

5.1.2 ปริมาณอาหารที่กิน

ผลในระยะการศึกษาช่วงเวลา 0-4 สัปดาห์ พบว่าปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวันของไก่ทั้ง 5 กลุ่มไม่แสดงผลแตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่เมื่อให้อาหารทดสอบนานขึ้นถึงสัปดาห์ที่ 8 ปริมาณอาหารที่กินยังไม่แสดงผลชัดเจนถึงการลดพลังงานหรือการลดโปรตีน แต่มีแนวโน้มว่าการให้อาหารมีพลังงานต่ำไก่จะมีการกินอาหารเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งพอจะเห็นได้ในไก่กลุ่มที่ 2, 4 และ 5 เพราะไก่มีขบวนการควบคุมการกินอาหาร หากอาหารมีพลังงานต่ำไก่จะมีการกินอาหารมากขึ้

เพื่อให้ได้รับพลังงานพอเพียงที่ต้องร่างกายการ (Eat for calories) อย่างไรก็ตามจากการศึกษา การกินอาหารไม่สอดคล้องกับทฤษฎีการกินดังที่กล่าว อาจเป็นเพราะการเสริมเอนไซม์ทำให้มีสารอาหารที่ย่อยเพิ่มขึ้นรวมทั้งพลังงาน ไก่อาจมีการปรับตัวในการกินอาหารทำให้ผลของปริมาณอาหารที่กินในช่วง 8-12 สัปดาห์ ทำให้ไก่ที่ได้รับพลังงานและโปรตีนต่ำกินอาหารต่ำกว่ากลุ่มอื่นซึ่งอาจจะมีน้ำหนักตัวลดลงหรือมีผลผลิตลดลง ความต้องการอาหารจึงอาจลดลงได้ แต่ในการทดลองไม่ได้ชั่งน้ำหนักตัว สำหรับอิทธิพลของอากาศไม่ได้ทำให้เกิดความแตกต่างของการกินได้ในไก่ไข่ทุกกลุ่มทดลองครั้งนี้เนื่องจากเลี้ยงในสภาพโรงเรือนเปิดและช่วงอากาศร้อนเหมือนกันเกิดความเครียดจากสภาพอากาศร้อนเช่นกัน จากรายงานของ ธำรงศักดิ์ พลบำรุง (2531) ปริมาณอาหารเฉลี่ยที่ไก่ไข่กินที่อุณหภูมิโรงเรือนประมาณ 25 ℃ (ระดับพลังงาน 2,700 cal/g. และโปรตีน 17-18 % ในอาหารไก่ไข่) คือ 98 กรัม/ตัว/วัน และจากรายงานของ ปฐม เลาหะเกษตร (2540) ปริมาณอาหารเฉลี่ยที่ไก่ไข่กินที่อุณหภูมิโรงเรือนประมาณ 30 ℃ (ระดับพลังงาน 2,760 Kcal/Kg. และโปรตีน 16.4 % ในอาหารไก่ไข่) คือ 96 กรัม/ตัว/วัน ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้ก็เป็นไปตามเกณฑ์ดังกล่าว จะเห็นว่าช่วง 4 สัปดาห์แรกของการทดลองไก่กินอาหารได้น้อยแต่ไก่สามารถปรับตัวได้ในระยะต่อๆ มาโดยภาพรวมตลอดระยะการทดลองจึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในปริมาณอาหารที่กิน

5.1.3 ต้นทุนค่าอาหาร

จากการประเมินต้นทุนค่าอาหารที่ใช้ในการผลิตไข่ 100 กรัม โดยนำปริมาณไข่และน้ำหนักไข่ ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยในแต่ละช่วง พบว่ากลุ่มที่ให้อาหารพลังงานต่ำและโปรตีนลดลงจะมีต้นทุนอาหารเฉลี่ยมากที่สุด แต่การเสริมเอนไซม์ในอาหารกลุ่มที่ลดโภชนะลง ถึงแม้จะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มของเอนไซม์ที่ใส่ไปแต่ การให้ผลผลิตไข่ที่เพิ่มทำให้ มีแนวโน้มที่จะลดค่าใช้จ่ายด้านอาหารได้ ดังนั้นการเสริมเอนไซม์รวมอาจเป็นแนวทางหนึ่งที่จะปรับปรุงการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารที่มีโภชนะต่ำกว่าที่ต้องการได้

5.1.4 มวลไข่

การให้อาหารไก่ไข่มีโภชนะต่ำกว่าที่กำหนด มีผลต่อจำนวนไข่ น้ำหนักไข่ต่อฟอง ซึ่งประมวลผลเฉลี่ย 12 สัปดาห์แล้วทำให้มวลไข่ต่ำที่สุด โดยจะชัดเจนในกลุ่มที่ลดระดับพลังงานและโปรตีน ซึ่งไม่มีผลจากการลดพลังงานอย่างเดียว เมื่อพิจารณามวลไข่ของไก่ไข่ตลอดอายุทดลองที่ 0-12 สัปดาห์ พบว่ามวลไข่ได้จากการคำนวณของเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่กับน้ำหนักฟองไข่ เมื่อน้ำหนักฟองไข่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ลดลงจึงทำให้มวลไข่ลดลงตามไปด้วย มีผลทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่ของไก่ไข่

5.1.5 ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่

การให้อาหารที่พร่องโภชนะจะมีผลต่อประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่ ซึ่งจะเห็นผลได้ชัดในกลุ่มที่ให้อาหารมีพลังงานและโปรตีนต่ำลง ประสิทธิภาพการใช้จึงต่ำลงด้วย เนื่องจากไก่กินอาหารไม่แตกต่างกัน แต่จำนวนไข่และขนาดฟองไข่ลดลง ส่วนการเสริมเอนไซม์รวมจะเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่ ซึ่งไม่แตกต่างจากอาหารควบคุมแต่มีแนวโน้มว่ากลุ่มที 4 ซึ่งลดเฉพาะพลังงานแต่เสริมเอนไซม์รวม จะมีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยดีกว่าอาหารควบคุมและกลุ่มที่ลดเฉพาะพลังงาน อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าโปรตีนเป็นโภชนะที่สำคัญต่อการสร้างเนื้อเยื่อรวมทั้งองค์ประกอบในไข่ การเสริมเอนไซม์รวมดังที่กล่าวอาจไม่สามารถเพิ่มการใช้ประโยชน์ของสารอาหารที่ขาดให้กลับมาทดแทนได้ทุกชนิด มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้อาหารด้วย

5.1.6 อัตราการเลี้ยงรอด

ไก่ไข่ที่กินอาหารทดลองตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์ มีการตายซึ่งไม่สามารถระบุเหตุการตายจากการขาดสารอาหารซึ่งจากรายงานพบว่ามีจำนวนไม่มาก ดังนั้นอาจจะประเมินว่าอาจเป็นการตายโดยปกติของไก่ไข่ในฟาร์ม

5.2 คุณภาพไข่

5.2.1 น้ำหนักไข่ทั้งฟอง

ถึงแม้ผลการให้อาหารไก่ไข่ที่พร่องโภชนะจะแสดงให้เห็นผลกระทบที่น้ำหนักไข่มีขนาดเล็กลงและไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งผลกระทบนี้จะสัมพันธ์กับจำนวนไข่ อาหารที่กินเมื่อได้สารอาหารลดลงโดยเฉพาะโปรตีนจะแสดงผลที่ผลผลิตทั้งจำนวนและขนาดของไข่เมื่อไก่กินอาหารลดลงก็ทำให้สารอาหารที่ใช้ในการสร้างไข่แต่ละรอบไม่เพียงพอ จึงต้องสะสมสารอาหารให้เพียงพอก่อนจะผลิตไข่ออกมา ทำให้ใช้เวลาในการสร้างไข่นานและให้ผลผลิตไข่น้อยลงไปด้วย โดยส่วนมากการที่ไก่ไข่ได้รับโปรตีนและไขมันไม่เพียงพอจะส่งผลต่อผลผลิตไข่แต่มีผลน้อยต่อคุณภาพของไข่ (สุจินต์ สิมารักษ์. 2532)

5.2.2 น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักไข่ขาวและค่าฮอกยูนิต

สืบเนื่องจากผลการให้อาหารไก่ไข่ที่พร่องโภชนะจะแสดงให้เห็นผลกระทบที่น้ำหนักไข่มีขนาดเล็กลงดังที่แสดง เมื่อแยกไข่แดง ไข่ขาว เพื่อคำนวนเป็นเปอร์เซนต์เทียบกับไข่ทั้งฟอง มีแนวโน้มว่าไข่แดงของไข่กลุ่มที่พร่องโภชนะมีเปอร์เซนต์ไข่แดงสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ แสดงว่าการสร้างไข่แดงที่รังไข่ไม่มีผลจากการลดพลังงานหรือโปรตีน เพราะองค์ประกอบของไข่แดงมีไขมัน

มากกว่า 95 % การลดโปรตีนไม่มากจะไม่มีผลในทางอ้อมต่อไขมันในร่างกาย และเปอร์เซนต์ไข่ขาวที่น่าจะลดลงเพราะมีองค์ประกอบหลักคือโปรตีน แต่การลดโปรตีนไม่มากนัก อาจไม่แสดงผลกระทบชัดเจน ถึงแม้คุณภาพไข่ขาว (ฮอกยูนิต) ที่วัดความสูงจากไข่ขาวข้นดูเหมือนว่าจะแสดงผลกระทบที่แตกต่างทางสถิติ แต่เนื่องจากมีความแปรปรวนสูง ทำให้ผลที่ได้อาจจะแสดงว่าไม่มีผลกระทบ จากการทดลองของ Deniz *et al.* (2012) ได้รายงานว่าผลการเสริมเอนไซม์รวมในอาหารไก่ไข่ พบว่าไม่มีผลต่อคุณภาพไข่ และนอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการทดลองของ Wu *et al.* (2005) พบว่าการเสริมและไม่เสริม β-mannanase ในสูตรที่มีการลดระดับพลังงานในอาหารไก่ไข่ ไม่มีผลต่อคุณภาพไข่

5.2.3 คุณภาพเปลือกไข่

การประเมินคุณภาพของเปลือกที่วัดผลจากความแข็งเปลือกไข่ และความหนาเปลือกไข่ พบว่าการประเมินที่ความแข็งจะมีความแม่นยำที่มีความแปรปรวนมากสามารถใช้เป็นองค์ประกอบร่วมในการพิจารณากับปัจจัยอื่น แต่อย่างไรก็ตามการให้อาหารที่พร่องโภชนะ เฉพาะพลังงานและโปรตีน อาจไม่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ของสารอาหารเพื่อการสร้างเปลือกไข่ในการสร้างเปลือกไข่ต้องมีแคลเซียม คาร์บอเนทและฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบหลัก (ปฐม เลาหะเกษตร. 2540) โดยการสร้างที่เกิดขึ้นที่ต่อมเปลือกไข่ (shell gland) การดึงแคลเซียมมาใช้เป็นแบบ active transport ต้องอาศัยพลังงานและตัวนำพาคือ โปรตีน จึงมักอยู่ในรูป calcium binding protein และบางส่วนเป็น calcium ions จากโลหิต ไก่ในระยะไข่ต้องใช้แคลเซียมปริมาณมาก แคลเซียมจากกระแสโลหิตอย่างเดียวไม่เพียงพอ ต้องนำแคลเซียมจากการดูดซึมในลำไส้และ/หรือจากที่สะสมไว้ในกระดูกมาใช้ (สุจินต์ สิมารักษ์. 2532) ดังนั้นหากร่างกายดูดซึมแคลเซียมไปใช้ได้น้อยลงก็จะมีผลต่อคุณภาพของเปลือกไข่ได้ ปัจจัยเรื่องอากาศร้อนก็มีส่วนเช่นกัน รวมถึงค่าความถ่วงจำเพาะของไข่เมื่อโครงสร้างของเปลือกไข่ไม่แข็งแรงก็ส่งผลต่อค่าความถ่วงจำเพาะของไข่ เนื่องจากไข่ที่มีความหนาของเปลือกมากมีส่วนเพิ่มความถ่วงจำเพาะให้สูงขึ้น (สุวรรณ เกษตรสุวรรณ. 2529) จากผลการทดลองจึงสรุปว่าการเปลี่ยนแปลงของค่าความถ่วงจำเพาะเป็นผลจากคุณภาพของเปลือกไข่ ส่วนน้ำหนักไข่ขาวและไข่แดงไม่มีผลต่อค่าความถ่วงจำเพาะเนื่องจากไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกลุ่มทดลอง

5.2.4 ความถ่วงจำเพาะ

เป็นที่น่าสังเกตว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารพร่องพลังงานและโปรตีนมีผลกระทบต่อการสร้างไข่โดยทำให้ความถ่วงจำเพาะของไข่ลดลง และมีการตอบสนองตั้งแต่ช่วงแรกของการทดลอง

แสดงว่าขนาดของไข่อาจจะไม่เล็กลงแต่เนื้อของมวลไข่ภายในฟองไข่ มีไข่แดงและไข่ขาวมีปริมาณหรือความหนาแน่นลดลง จึงส่งผลออกมาที่ความถ่วงจำเพาะลดลงได้

5.2.5 สีไข่แดง

การประเมินเมินของไข่แดงซึ่งเป็นตัวบ่งบอกคุณภาพไข่ที่ผู้บริโภคใช้ประกอบการพิจาณาในการซื้อ แต่พบว่าในการทดลองมีการพร่องโภชนะ คือพลังงานและโปรตีนแต่ในการประกอบสูตรอาหารจะมีระดับของข้าวโพดซึ่งเป็นแหล่งให้สารสีในไข่แดงที่สำคัญในทุกสูตรเท่ากัน คือ 35 เปอร์เซ็นต์ แต่มีการปรับปริมาณปลายข้าวและกากถั่วเหลืองซึ่งไม่ได้เป็นแหล่งสารสี จึงทำให้ไม่กระทบต่อระดับสารสีในไข่แดงตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์

บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษาการเสริมเอนไซม์รวมในอาหารไก่ไข่ที่ลดพลังงานใช้ประโยชน์ลง 200 kcal/kg หรือลดพลังงาน 200 kcal/kg และลดโปรตีน 2 %จากกลุ่มควบคุม สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) ผลต่อสมรรถภาพการผลิต พบว่าการเสริมเอนไซม์รวมจะทำให้ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ มวลไข่ คงอยู่ในระดับใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม

2) ผลต่อคุณภาพไข่ พบว่าการเสริมเอนไซม์รวมจะทำให้คุณภาพไข่แดง ไข่ขาว เปลือกไข่คงอยู่ในระดับใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม

3) การลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 200 kcal/kg ในอาหารไก่ไข่ไม่ทำให้สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่กระทบมากเท่ากับการลดทั้งพลังงานและโปรตีน 2 %จากกลุ่มควบคุม (0.32%)

6.2 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาควรประเมินผลการย่อยอาหารหรือด้านสรีระของลำไส้ อาจจะยืนยันผลการเพิ่มการใช้ประโยชน์ของสารอาหารได้มากขึ้น

บรรณานุกรม

เกศรา อำพาภรณ์, เฉลิมพล เยื้องกลาง, ไกรสิทธิ วสุเพ็ญ, เสมอใจ บุรีนอก และทันสมัย วรพิมพ์. 2555. "ผลของเอนไซม์ย่อยเยื่อใยต่อประสิทธิภาพการผลิตและการย่อยได้ของไก่เนื้อ." **แก่นเกษตร.** 40(2) : 236 - 238.

ไกรสิทธิ วสุเพ็ญ, เฉลิมพล เยื้องกลาง, เสมอใจ บุรีนอก และเบญญา แสนมหายักษ์. 2557. "ผลของกากมะเขือเทศและเอนไซม์ไฟโบร์ไลติกในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและการย่อยได้ของเยื่อใย." **แก่นเกษตร.** 42(1) : 210 - 215

ชลธิดา บรรเทากุล. 2557. **"เอนไซม์ในอาหารสัตว์".** กรุงเทพฯ : บริษัทเอเชียร์สตาร์แอนนิมัล เฮลท์ จำกัด. เอกสารอัดสำเนา

ชลลัดดา หารแก้ว, ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์, เชาว์วิทย์ ระฆังทอง และธีระวิทย์ เปยคำภา. 2556 **"ผลของการเสริมเอนไซม์ α-Galactosidase ในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ของไก่ไข่"**[Online].Available:http://www.annualconference.ku.ac.th./cd53/02_021_0254.pdf. 07/06/2558

โชคชัย ช่วยณรงค์. 2552. **การจัดการการผลิตสุกรและสัตว์ปีก.** พิมพ์ครั้งที่ 5. นนทบุรี : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ธงชาติ สุริยวงค์. 2556 "ผลของกากมันสำปะหลังเสริมด้วยเอนไซม์ไซลาเนสต่อการย่อยได้ของโภชนะ สมรรถนะการเจริญเติมโต และคุณภาพซากของไก่เนื้อ." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ธำรงศักดิ์ พลบำรุง. 2531. **เทคนิคการให้อาหารไก่ให้มีประสิทธิภาพ.** กรุงเทพฯ : โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2541. **โภชนศาสตร์สัตว์.** พิมพ์ครั้งที่ 6. เชียงใหม่ : ธนบรรณการพิมพ์.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์, รุ่งนภา ลิ้มเจริญพร และสุรภี ทองหลอม. 2540. **การเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่เนื้ออาหารที่มีกากเรปซีดหรือกากทานตะวันหรือโปรตีนและฟอสฟอรัสระดับต่ำ**, ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปฐม เลาหะเกษตร. 2540. **การเลี้ยงสัตว์ปีก**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : รั้วเขียว.

ปราณี อ่านเปรื่อง. 2547. **เอนไซม์ทางอาหาร.**พิมพ์ครั้งที่4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เผชิญ วงษ์ลังกา. 2548. “The Effects of Acid on Phytate-Phosphorus Utilization in Chicks.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

พัชรา วีระกะลัส. 2543. **เอนไซม์คืออะไร.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2539. **หลักการอาหารสัตว์. เล่มที่2**. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พิจิตรา ตั้งเขื่อนขันธ์, รสรินทร์ รุจนานนท์ และอัญชลี อานาทสมบูรณ์. 2548. “การคัดเลือกเชื้อรา เพื่อผลิตเอนไซม์เซลลูเลสจากวุ้นมะพร้าวที่เป็นเศษเหลือทิ้งจากโรงงาน”. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ไพโรจน์ วงศ์พุทธิสิน. 2555. **ประโยชน์ของไฟเตส.** [Online] Available: http://www2.it.mju.ac.th/dbresearch/raen/index.php/newspeaper2014/140-2557-12-22-04-m-s. 07/06/2558

ภรณี ต่างวิวัฒน์. 2548. **การผลิตสัตว์.** พิมพ์ครั้งที่ 11. นนทบุรี : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ภรณี ต่างวิวัฒน์, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และเสาวคนธ์ โรจนสถิต. 2546. **หลักโภชนศาสตร์และอาหารสัตว์.** นนทบุรี : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

รัชดาภรณ์ ศรีปรางค์ โคบายาชิ, วีระวัฒน์ แช่มปรีดา, สุทิพา ธนพงศ์พิพัฒน์, นิรันดร์ รุ่งสว่าง, ฮาจิเมะ โคบายาชิ และลิลี่ เอื้อวิไลจิตร. 2556. **เอ็นไซม์และการประยุกต์ใช้**. ปทุมธานี : ศูนย์พันธุวิศวกรรมแห่งชาติ.

วัลยา จูมี.2553. **โภชนศาสตร์สัตว์.** พิจิตร : วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีพิจิตร.

ศิริลักษณ์ ภูวดลไพโรจน์. 2553. เล่มที่ 1. **การผลิตสัตว์.** พิมพ์ครั้งที่ 14. นนทบุรี : สำนักพิมพ์หาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ศรีสกุล วรจันทรา และรณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2539. **โภชนะศาสตร์สัตว์.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯเล่ม๑๔.มปป. **ค่าการย่อยได้.** [Online]Available:http//www.kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK14/chapter/t14-4-11.html. 07/11/2557

สุจินต์ สิมารักษ์. 2532. **สรีรวิทยาการสืบพันธุ์ของสัตว์ปีก.** ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุทธิพันธุ์ แก้วสมพงษ์, สุนีย์ นิธิสินประเสริฐ และอรพิน สุขพิชัยคุล. 2548. **รายงานการวิจัย การประยุกต์ใช้เอนไซม์ย่อยสลายจากจุลินทรีย์สายพันธุ์ไทยที่มีประสิทธิภาพสูงในอาหารสัตว์ปีก**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวรรณ เกษตรสุวรรณ. 2529. **ไข่และเนื้อไก่.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: อมรการพิมพ์.

เสกสม อาตมางกูร. 2544. **"เทคนิคการผลิตอาหารสัตว์ชั้นสูง."** นครปฐม : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เอกสารอัดสำเนา.

Abudabos, A.2010. "Enzyme Supplementation of Com-Soybean Meal Diets Improves Performance in Broiler Chicken". **Internationnal Journal of Poultry Science.** 9(3) : 292-297

Ahmed, F., Rahman, M.S., Ahmed, S.U., and Miah, M.Y. 2004. "Performance of Broiler on Phytase Supplemented Soybean Meal Based Diet". **International Journal of Poultry Science** 3(3) : 266-271

Chesson, A. 1987. **Supplementary Enzymes to Improve the Utilization of Pig and Poulty Diets.** In W.Haresign and D.A. Cole (Editors),Recent Advances in Animal Nutrition. Butter-worth, London.pp.

Deniz,G. , H. Gencoglu , S.S. Gezen , I.I. Turkmen , A. Orman and C. Kara . 2013. "Effects of Feeding Corn Distiller's Dried Grains With Solubles With and Without Enzyme Cocktail Supplementation to Laying Hens on Performance, Eggquality, Selected Manure Parameters, and Feed Cost". **Livestock Sci.** 152:174–181

Domingues, C. M., and Peralta, R. M. 1993. "Production of Amylase by Soil Fungi and Partial Biochemical Characterization of Amylase of Selected Strain (Aspergillus Fumigates Fresennius)".**Canadain Journal of Microbiology.** 39 : 681-685.

Francis,A.Victoria, P.Dzogbefia.Emmamuel O.K. Oddoye and James H. Oldham.2009. "Enzyme Cocktail for Enhancing Cocoa Pod Husk". **Scientific Research and Essay.** 4(6) : 555-559.

Jamal, M. A. and Rabie S., 2009. "Effects of Phytase on Broilers Performance and Body Status of Phosphorus". **Hebron University Research Journal.** 4(1) : 55-66

Lu, M., Li, D., Gong, L., Ru, Y. and Ravindran, V.2009. "Effects of Supplemental Microbial Phytase and Xylanase on the Performance of Broilers Fed Diets Based on Com and Wheat." **Japan Poultry Science Association**. 46 : 217-233.

Iyayi, E.A. and B.I. Davies. 2005. "Effect of Enzyme Supplementation of Palm Kernel Meal and Brewer's Dried Grains on The Performance of Broilers". **International Journal of Poultry Science** 4(2) : 76-80.

Marquardt, R.R., A.Brenes., Z.Zhang and D.Boros. 1996. "Use of Enzyme to Improve Nutrient Availability in Poultry Feedstuffs". **Animal Feed Science Technology.** 60 : 321-330.

Meng, X., B.A. Slominski, C.M. Nyachoti, L.D. Campbell and W. Guenter. 2005. "Degradation of Cell Wall Polysaccharides by Combination of Carbohydrase Enzyme and Their Effect on Nutrient Utilization and Broiler Chicken Performance". **International Journal of Poultry Science.** 4(2) : 37-47.

Michael, R.B. 1996. "The Effective of Enzymes on Digestibility". **The Journal of Applied Poultry Research.** 5 : 370-378.

NRC. 1994. **Nutrient Requirements of Poultry.**9th ed. Washington, D.C. : National Academy Press.

Tufarelli, V., Dario, M. and Laudadio, V. 2007. "Effect of Xylanase Supplementation and Particle-Size on Performance of Guinea Fowl Broilers Fed Wheat-Based Diets." **International Journal of Poultry Science.** 6(4) : 302-307.

Robertson, E,I., R,F. Miller and G.F. Heuser. 1948. **The Relation of Energy to Fiber in Chick Rations.** Comell Agricultural Experiment Station, lthaca.NY.

Ronald R. Marquardt, B.Agustin, Z.Zhigun, and B.D.ana 1996. "Use of Enzyme to Improve Nutrient Availability in Poultry Feedstuffs". **Animal Feed Science Technology.** 60, 321-330

SAS.1988.**SAS/STAT User's Guild.** SAS Institute. Cary. North Carolina.

Sebastian S., touchburn S. P., chavez E. R., and lague P. C., 1996. **"**The Effects of Supplemental l Microbial Phytase on The Performance and Utilization of Dietary Calcium, Phosphorus, Copper, and Zinc in Broiler Chickens Fed Corn-Soybean Diets". **Poultry Science.** 75:729-736

Sharmila, A. Azhar, K. Hezmee, M. N. and Samsudin, A. A. 2014. "Effect of Xylanase and Cellulase Supplementation on Growth Performance, Volatile Fatty Acids and Caecal Bacteria of Broiler Chickens Fed With Palm Kernel Meal-Based Diet" **Journal of Animal and Poultry Sciences.** 3(1) : 19-28

Shirmohammad, F. and Mehri, M. 2011. "Effects of Dietary Supplementation of Multi-Enzyme Complex on The Energy Utilization in Rooster and Performance of Broiler Chicks" **African Journal of Biotechnology.** 10(38): 7541-7547

Wu, G., M. M. Bryant, R. A. Voitle, and D. A. Roland, Sr. 2005. "Effects of Beta-Mannanase in Corn-Soy Diets on Commercial Leghorns in Second-Cycle Hens". **Poultry Science.** 84:894–897

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายเชิดศักดิ์ ทองรอด
วัน เดือน ปี เกิด	27 มกราคม 2510 ที่สุพรรณบุรี
ที่อยู่	77 หมู่ 9 ต.ป่ามะคาบ อ.เมือง จ.พิจิตร 66000 โทร.08-9090-0054
ประวัติการศึกษา	2534 เทคโนโลยีการเกษตรบัณฑิต (ทษ.บ.สัตวศาสตร์) สาขาวิชาโคนม และโคเนื้อ สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ.2534 – 2538	ตำแหน่ง พนักงานส่งเสริมผลิตภัณฑ์โค
พ.ศ.2538 – 2540	ตำแหน่ง ผู้จัดการเขต บริษัท อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ไทย จำกัด (มหาชน) ต.กระทุ่มล้ม อ.สามพราน จ.นครปฐม 73110
ปัจจุบัน	รับราชการ ตำแหน่งครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีพิจิตร ต.สามง่าม อ.สามง่าม จ.พิจิตร 66140