รายงานการวิจัย

ศึกษาผลการใช้ข้าวโพดที่มีปริมาณกรดไฟติคต่ำต่อสมรรถนะการผลิต และการย่อยได้ของโภชนะในสุกรและไก่เนื้อ

ซึ่งอยู่ภายใต้ชุดโครงการวิจัย เรื่อง การตรวจหาลักษณะปริมาณกรดไฟติกต่ำในข้าวโพด และการปรับปรุงพันธุ์เพื่อใช้ประโยชน์ในฟาร์มปศุสัตว์ภายในประเทศ

Effect of low phytic acid corn on production performance and nutrients digestibility of pigs and broilers

In Detection of low – phytic acid character in maize (*Zea mays*) and breeding for domestic livestock usage

ชื่อผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภัทราพร ภุมรินทร์ (Assistant Professor Pattaraporn Poommarin)

นายพิเชษฐ ศรีบุญยงค์ (Mr. Pichet Sriboonyong)

คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก

สถาบัน วิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีที่ดำเนินการเสร็จ

2554

Acknowledgements

We would like to thank the National Corn and Sorghum Research Center (NCSRC), Inseechandrastitya Institute for Crops Research and Development, Kasetsart University, Thailand for assistance in a field study. This work was financially supported by the National Research Council of Thailand through the Silpakorn University Research and Development Institute (SURDI), Thailand in 2007 (Project Number 60927).

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร
แบบ สว.ว 5

ชื่อโครงการ ศึกษาผลการใช้ข้าวโพดที่มีปริมาณกรดไฟติคต่ำต่อสมรรถนะการผลิตและการย่อยได้ของโภชนะในสุกรและไก่เนื้อ
ซึ่งอยู่ภายใต้ชุดโครงการวิจัย เรื่อง การตรวจหาลักษณะปริมาณกรดไฟติกต่ำในข้าวโพด และการปรับปรุงพันธุ์เพื่อใช้ประโยชน์ในฟาร์มปศุสัตว์ภายในประเทศ

ชื่อผู้วิจัย 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภัทราพร ภุมรินทร์
2. นายพิเชษฐ ศรีบุญยงค์

หน่วยงานที่สังกัด คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร
วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี

แหล่งทุนอุดหนุนการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีที่เสร็จ 2554

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ข้าวโพดเป็นธัญพืชที่สำคัญมากพืชหนึ่งของโลก ผลผลิตประมาณครึ่งหนึ่งใช้เป็นอาหารมนุษย์ นอกจากนั้นใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์และอื่น ๆ ข้าวโพดมีถิ่นกำเนิดแถบบริเวณประเทศตะวันตก และเป็นที่นิยมบริโภคกันแถบประเทศทวีปอเมริกากลาง และใต้ ซึ่งชาวอินเดียนแดงเป็นผู้นำจากอเมริกากลางไปปลูกในส่วนต่าง ๆ ของทวีปอเมริกาและหมู่เกาะคาริบเบียน สำหรับประเทศไทย ข้าวโพดเป็นที่รู้จักและนิยมบริโภคในรูปอาหารว่างระหว่างมื้ออาหารมาช้านานแล้ว และยังมีการปลูกข้าวโพดเพื่อการเลี้ยงสัตว์กันมาก จนถึงปัจจุบันข้าวโพดนับเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ (สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์, 2553)

ปัจจุบันการนำข้าวโพดมาใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์เป็นที่นิยมมากขึ้น โดยเฉพาะนำมาทำเป็นอาหารไก่ เพราะในข้าวโพดมีสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต ทำให้สีของไข่แดงเข้มขึ้น และยังทำให้สีของผิวหนัง ปาก เนื้อ และแข้งมีสีเหลืองเข้มขึ้น เป็นที่ต้องการของตลาด แต่ในข้าวโพดปกติจะมีปริมาณของกรดไฟติกอยู่สูง ซึ่งกรดไฟติกนี้เมื่อไก่ได้รับเข้าไปในปริมาณมากจะไปยับยั้งการดูดซึมแร่ธาตุประเภทแคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก สังกะสี โดยแร่ธาตุเหล่านี้มีความจำเป็นอย่างมากในการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ ทำให้ร่างกายไม่สามารถดูดซึมแร่ธาตุเหล่านี้ไปใช้ได้ตามปกติและเมื่อสัตว์ขับถ่ายมูลออกมาแล้วยังทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย จึงมีการทดลองใช้ข้าวโพดที่ปรับปรุงพันธุ์ให้มีปริมาณกรดไฟติกต่ำมาใช้

เลี้ยงไก่ เพื่อศึกษาผลของการใช้ว่าส่งผลต่อการเจริญเติบโตอย่างไร เพื่อให้เป็นประโยชน์ต่อการเลี้ยงไก่ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของไก่เนื้อเมื่อเลี้ยงด้วยข้าวโพดที่มีกรดไฟติกสูง, ข้าวโพดที่มีกรดไฟติกต่ำ, ข้าวโพดลูกผสมทางการค้า และข้าวโพดทั่วไป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อและสุกรที่เลี้ยงด้วยข้าวโพดที่มีปริมาณกรดไฟติก ต่างกัน
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ของไก่เนื้อและสุกรที่เลี้ยงด้วยข้าวโพดที่มีระดับกรดไฟติกต่างกัน

บทคัดย่อ

การทดลองที่ 1

จากการศึกษาการใช้ข้าวโพดที่มีปริมาณกรดไฟติกต่ำ สำหรับอาหารไก่เนื้อ โดยใช้ไก่เนื้อ จำนวน 120 เพศเมีย พันธุ์เอเบอร์เอเคอร์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) แบ่งเป็น 4 กลุ่มๆละ 3 ซ้ำ คือ กลุ่มที่ 1 ไก่ได้รับอาหารที่มีข้าวโพดที่มีปริมาณกรดไฟติกสูง กลุ่มที่ 2 ไก่ได้รับอาหารที่มีข้าวโพดที่มีปริมาณกรดไฟติกต่ำ กลุ่มที่ 3 ไก่ได้รับอาหารที่มีข้าวโพดลูกผสม และกลุ่มที่ 4 ไก่ได้รับอาหารที่ข้าวโพดพันธุ์ทางการค้า พบว่าทำให้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตในด้านอัตราการเจริญเติบโต : ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ปริมาณอาหารที่กิน ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และในด้านประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนะนั้นพบว่า ประสิทธิภาพการย่อยได้ของไขมันแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ประสิทธิภาพการการย่อยได้ของโปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และ พลังงานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

การทดลองที่ 2

การวิจัยในครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 การทดลองย่อย เพื่อศึกษาการใช้ข้าวโพดที่มีกรดไฟติคในระดับต่างกันในอาหารสุกรอนุบาลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและต่อการย่อยได้ของโภชนะ

การทดลองที่ 2.1: ใช้สุกรอนุบาลจำนวน 36 ตัว (น้ำหนักตัวเฉลี่ย 9.10 กิโลกรัม) เพื่อทดสอบผลของข้าวโพดไฟติคต่ำต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต, จัดแบ่งสุกรออกเป็น 3 กลุ่มการทดลองตามกลุ่มของอาหารทดลอง ได้แก่ (กลุ่ม 1) อาหารสุกรอนุบาลที่ประกอบด้วยข้าวโพดไฟติคสูง (กลุ่ม 2) อาหารสุกรอนุบาลที่ประกอบด้วยข้าวโพดไฟติคต่ำ (กลุ่ม 3) อาหารสุกรอนุบาลที่ประกอบด้วยข้าวโพดลูกผสมทางการค้า แต่ละกลุ่มการทดลองประกอบด้วยสุกรอนุบาลจำนวน 12 ตัว (สุกร 4 ตัว ต่อคอก, 3 คอกต่อกลุ่มการทดลอง). ทำการชั่งน้ำหนักตัวและอาหารที่กินเป็นรายสัปดาห์ เพื่อนำมาคำนวณอัตราการเจริญเติบโต (ADG) อัตราการกินอาหารต่อวัน (ADFI) ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (FCR) และต้นทุนการเพิ่มน้ำหนักตัว

ต่อกิโลกรัม (FCG). ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ทางสถิติตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์และวิเคราะห์หาความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT ผลการทดลองพบว่า สุกรที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยข้าวโพดไฟติคสูงมี ADG ไม่แตกต่าง (P>0.05) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารข้าวโพดที่มีไฟติคต่ำและกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดลูกผสมทางการค้า ไม่พบความแตกต่าง (P>0.05) ของ ADFI, G:F, FCR และ FCG ทุกกลุ่มการทดลอง.

การทดลองที่ 2.2: ใช้สุกรเพศผู้ตอนจำนวน 9 ตัว (น้ำหนักตัวเฉลี่ย 14.00 กิโลกรัม) เพื่อทดสอบผลของการใช้ข้าวโพดที่มีปริมาณกรดไฟติคต่ำต่อการย่อยได้ของโภชนะ. สุกรถูกจัดแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามกลุ่มอาหารทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ทำการเก็บอาหารที่กินและปริมาณที่ขับออกทุกวันเพื่อนำมาคำนวณการย่อยได้ของโภชนะตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์และวิเคราะห์หาความแปรปรวน (ANOVA) ซึ่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT ผลการทดลองพบว่า การย่อยได้ของสิ่งแห้ง, แคลเซี่ยม, ฟอสฟอรัสรวม และพลังงานในสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารประกอบด้วยข้าวโพดที่มีกรดไฟติคต่ำมีค่าสูงกว่า (P<0.05) กลุ่มที่ได้รับข้าวโพดไฟติคสูงและกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดลูกผสมทางการค้า. สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารข้าวโพดไฟติคต่ำยังมีค่าการย่อยได้ของโปรตีนและไขมันสูงกว่า (P<0.01) กลุ่มอื่น สำหรับการย่อยได้ของเยื่อใยไม่แตกต่างกันในทุกกลุ่มการทดลอง (P>0.05)

คำสำคัญ: ข้าวโพด ไฟเตท ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนะ

Research Title : Effect of low phytic acid corn on production performance and nutrients digestibility of pigs and broilers

Researchers : 1. Assistant Professor Pattaraporn Poommarin
2. Mr. Pichet Sriboonyong

Office : Faculty of Animal Sciences and Agricultural Technology, Silpakorn University, IT Campus, Cha-Am, Phetchaburi, Thailand, 76120.

Research Grants Research and Development Institute, Silpakorn University

Year 2011

The important of research topic

Corn is one of the majority of food grain in all over the world. Half of corn production has been utilized for human food and the rest is for livestock production. In Thailand, corn has been used for food and feed. Now corn is the one of the most important economic plant of the country.

Nowadays, corn is used to be feed for livestock especially in poultry for natural pigment source in the feed. Pigment in corn is essential for color of yolk, beak, shank and skin of chicken. But, corn has a major anti-nutritive factor: phytic acid or phytate. Using of high level of corn in the diet can inhibit or retard the digestion and utilization of nutrient in monogastric animals. In this research, we focus on using different level of phytic acid in various corn in poultry and pig diet to determine the effect of high phytic acid and low phytic acid corn on productive performance and digestibility of nutrient on poultry and pig.

Objectives

1. To study the growth performance of broiler and nursery pigs using different level of phytic acid in corn in the diet
2. To study the digestibility of nutrient of broiler and nursery pigs using different level of phytic acid in corn in the diet

Abstract

Experiment I

The effect of corn with different levels of phytic acid in broiler diets. This experiment was carried out by Completely Randomized Design: (CRD), 120 day old female Arber Acre chickes were divided into 4 treatments, 3 replications each. Treatment 1: use High level of phytic acid corn, Treatment 2: use Low level of phytic acid corn, Treatment 3 : use hybrid corn, Treatment 4 : use commercial breed corn in diet. The results revealed that growth performance: average daily gain (ADG), feed conversion ratio (FCR), daily feed intake (FI) and feed cost per weight gain (FCG) were non-significantly difference($P>0.05$). Digestibility of nutrient: digestibility of lipid was not significantly difference ($P>0.05$) but digestibility of protein, calcium, phosphorus and energy were highly significantly difference ($P<0.01$).

Experiment II

This research divided in to two sub-experiments, were conducted to investigate the use of difference levels of phytic acid corn (high, low and from commercial corn) in nursery pigs diet on growth performance and nutrient digestibility. Experiment 2.1: A total of 36 nursery pigs (average body weigh 9.10 kg.) were used to determine the effects of corn low-phytic on growth performance, pigs were allotted to one of three treatments; experimental diets were (1) diet with corn high-phytic (2) diet with corn low-phytic (3) diet with commercial corn. Each treatment had twelve pigs (4 pigs per pen, 3 pen replicates per treatment). Pigs weighted and feed intake weekly. Data were analyzed and calculated for ADG, ADFI, F/G and FCG as a completely randomized design using the ANOVA and DMRT for mean analysis with pen as experimental unit. Result found that, pigs fed diets with high- phytic had similar ($P>0.05$) ADG compared to pigs fed diets with low-phytic and with commercial corn. No differences ($P>0.05$) were observed in ADFI, G:F, FCR and FCG between pigs fed diets with high -phytic, with low -phytic and with commercial corn.

Experiment 2.2: A total of 9 barrows (average body weigh 14.00 kg.) were used to determine the effects of corn low-phytic on nutrients digestibility. Pigs were allotted to one of three treatments: (1) diet with corn high phytic (2) diet with corn low phytic (3) diet with commercial corn. Each treatment had three pigs replicates. Feed intake and feces excreted were daily collecting. Data were analyzed and calculated nutrient digestibility as a completely randomized design using the ANOVA procedure and analysis of mean by using DMRT, pig as experimental unit. The results found that, dry matter, calcium, total phosphorus and energy digestibility of pig fed diet with low-phytic were greater ($P<0.05$) than pig fed diet with high-phytic and commercial corn. Pig fed diet with low-phytic had protein and fat

digestibility greater (P<0.01) than pig fed diet with high- phytic and commercial corn. Effect of diet was not significant different (P>0.05) on fiber digestibility.

Key words: corn, phytate, growth performance, nutrient digestibility

Table of Contents

	Page number
Acknowledgements	2-2
Abstract (in Thai version)	3-5
Abstract (in English version)	6-8
Table of contents	9-9
List of tables	10-10
Introduction	11-12
Key words	12-12
Materials and Methods	12-18
Result and discussion	18-23
Conclusion and Recommendation	24-24
References	25-26
Appendix table	27-34
Curriculum Vitae	35-37

List of Tables

Page number

Table 1 Feed stuff and nutrients (1-21 day old chick diet). 15-15

Table 2 Feed stuff and nutrients (22-45 day old chick diet). 16-16

Table 3 Feed stuffs and nutrients composition of nursery pig (2^{nd} experiment) 17-17

Table 4 The effect of corn with different level of phytic acid on growth performance of female Arber Acre chickes. 18-18

Table 5 Nutrient digestibility in broiler 1-21 days of age. 19-19

Table 6 Nutrient digestibility in broiler 22-45 days of age. 19-19

Table 7 Nutrients composition of experimental diet analysis**.** 20-20

Table 8 The effect of corn with different level of phytic acid on growth performance. 21-21

Table 9 The effect of corn with different levels of phytic acid on nutrient digestibility of nursery pigs. 22-22

Table 10 The effect of corn with different levels of phytic acid on nutrient digestible intake of nursery pigs. 23-23

Introduction

Corn has been utilized in producing feed for animal production in the countries around the world (Abbassian, 2006), including Thailand. Corn grain is a major component used in producing feed to serve the poultry, pig and other livestock with the demand in Thailand at 3.1 million tons, worth around $US 406.1 million per annum (Abbassian, 2006). This demand for corn is expected to expand enormously in 2011 as Thailand has expected to increase the production of meat for export (Office of Agricultural Economics, 2011).

The important of animal production industry and the vast quantity of feedstuff used in Thailand means that management to alleviate the impact of waste from the animal industry is crucial (Cromwell and Coffey, 1991; Sharpley et al., 1994). In Thailand, there is a wide range of farm in which management to cope with waste problems is varied, dependent upon capital input, farm size and adopted technology. For instance, the large farms owned by a large agricultural conglomerate may deal with the waste by converting it into biogas which in turn can be utilized in the operation to run the farm. This practice minimizes environmental hazard and maximizes waste usage. In a relatively smaller farm, waste may be collected, processed and turned into organic fertilizers.

However, for the small household production in the backyard and the farms with no waste treatment facility, the waste may be disposed to the adjacent areas, causing environmental problems such as eutrophication (Sharpley et al., 1994). The phytic acid (PA), an organic compound in corn grains, is a substance which plays a role in causing this environmental hazard. The PA content in corn seeds was reported to account for about 75-80% of total P (Raboy et al., 2000; Tongoona, 2005). If the content of this substance in corn grains is reduced, the environmental problem can be minimized. Moreover, Phytic acid (PA) in corn is a major antinutritive factor in monogastric animal such as poultry and swine. PA in corn can trap the nutrient; phosphorus, calcium, zinc and protein, in gastrointestinal tract of animal so it can cause of inhibiting of nutrient digestibility and utilization. The undigested nutrient is excreted to environment and some nutrient; phosphorus in form of phytic acid hazard for ecology.

The animal production industry has used the enzyme, synthetic phytase, to reduce the content of PA in this grain, the practice increasing the cost of feed production (Cromwell et al., 1995; Liu et al., 1997; Liu et al., 1998). Inclusion of this enzyme in the diet resulted to improvement in P digestibility and reduction in fecal P (Jongbloed et al., 1992 and Cromwell et al., 1993, as cited by Cromwell, 2009). As a result, the use of inorganic phosphates in the diet may be reduced or completely removed. Numerous studies have been conducted proving the efficacy of phytase in the availability of P from plant sources.

Thailand imported phytase enzyme as a majority of feed enzyme. To solve this problem and alleviate the burden of the animal industry, the Faculty of Animal Sciences and Agricultural Technology, Silpakorn University and the National Corn and Sorghum Research Center (NCSRC), Thailand has initiated a project with the aim to breed the corns with low PA trait.

This research aimed to determine the effect of level of phytic acid in cron on growth performance and digestibility of nutrients in broilers and nursery pig. The hypothesis of the research is using low level of phytic acid in corn can be improved the growth performance and digestibility in poultry and swine.

Key words

myo-inositol, phosphorus, phytate, *Zea mays*, growth performance, digestibility of nutrient, pig, poultry

Materials and Methods

Animal, Housing and Experimental design

Experiment I:

This experiment was carried out by Completely Randomized Design: (CRD) for 45 days. 120, day old female Arber Acre chicks were divided into 4 treatments, 3 replications each. Treatment 1: use High level of phytic acid corn [single cross: 30A10-S_{11}-11-1-10 (High PA) x Ki 51 (High PA)], Treatment 2: use Low level of phytic acid corn [single cross: KS 6(S)C3(TC)C1-S_8-47-2-1 (Low PA) x Ki 48 (Medium PA)], Treatment 3: use hybrid corn , and Treatment 4: use commercial breed corn in diet.

Experiment II:

Experiment 2.1: A total of 36 nursery pigs (average initial body weigh was 9.36 kg and about 28 days of age) were used in a 28-d growth assay. Pigs allotted to one of three experimental treatments using a completely randomized design (CRD). Each treatment had four replications (pens) and three pigs per pen. Each pen contains one feeding trough and one nipple waterier to provide *ad libitum* access to feed and water. The experiment conducted at pig farm of Petchaburi's agriculture and technology collage.

Experiment 2.2: A total of 9 barrow pigs (average initial body weigh was 14.00 kg) used in a 8 days digestibility assay. Pigs were allotted to one of three experimental treatments using a

completely randomized design. Each treatment had three pig replications. Each pig was stayed in individual metabolic cage contains one feeding pan and waterer. Total collection method was used to measure nutrients digestibility. Pigs were weighed at the beginning of each period and the amount of feed supplied each day was recorded. Experimental diets were allowed 4% of body weight per day. The pigs were allowed a 5-d adaptation period to their assigned diet. All fecal was collected after day 6 until day 11 (Adeola, 2001). Feces was collected twice daily and stored at −20C until the end of the period. Urine collection was initiated on d 6 at 1700 and ceased on d 11 at 1700. Urine buckets were placed under the metabolism cages, which allowed for total collection. The buckets were emptied in the morning and afternoon and a preservative of 50 mL of 6 *N* sulfuric acid was added to each bucket when they were emptied. All collected urine samples were weigh and a 20% subsample was collected and stored at −20C. At the end of the experiment, urine and fecal samples were thawed and mixed within animal and diet, and a subsample was taken for chemical analysis. Fecal samples were dried in a forced-air oven and ground before the subsample was collected.

Experimental diets

Experiment I:

The diets contained high level of phytic acid corn, low level of phytic acid corn, hybrid corn and commercial corn at 25% each in treatment 1, 2, 3 and 4 for 1-21 day old chick and 30% each in treatment 1, 2, 3 and 4 for 22-45 day old chick, respectively. All diets were calculated the nutrients composition followed by recommendation of NRC (1994). No antibiotic and growth promoters were used, and all diets were provided in a mash form. Experimental diets as follows:

(1) Diet with high level of phytic acid corn

(2) Diet with low level of phytic acid corn

(3) Diet with hybrid corn

(4) Diet with commercial corn

Feed stuffs composition and nutrients calculation was shown in Table 1 and 2.

Experiment II:

The diets contained corn high phytic, low phytic and commercial corn about 15% each in treatment 1, 2 and 3, respectively. All diets were calculated the nutrients composition followed by recommendation of NRC (1998). No antibiotic and growth promoters were used, and all diets were provided in a meal form. Both of experiments used same experimental diets as follows:

(1) Diet with high level of phytic acid corn

(2) Diet with low level of phytic acid corn

(3) Diet with commercial corn

Feed stuffs composition and nutrients calculation was shown in Table 3.

Parameter collected

Experiment I:

1. Daily feed intake
2. Initial weight and Final weight
3. Feces
4. To calculate

5. Total feed intake (FI ; g/d) = accumulate feed intake (g) / day of experiment (day)
6. Average Daily Gain (ADG ; g/d) = body weight gain (g)/day of experiment (day)
7. Feed Conversion Ratio (FCR) = feed intake (g) / body weight gain (g)
8. Feed cost per weight gain (FCG ; baht / kg.) = Feed Conversion Ratio × feed cost per kilogram
9. Digestibility of Protein, Lipid, Calcium, Phosphorus and Energy

Experiment II:

Experiment 2.1: The growth performance of all diets will be measure in term of body weight gain (BWG), average daily weight gain (ADG), daily feed intake (ADFI), gain per feed (GF), feed conversion ratio (FCR) and feed cost per gain (FCG) were calculated according to the following equation:

BWG (kg./pig)	= Initial body weight – Final body weight
ADG (g./pig/day)	= BWG/Collecting period; days
ADFI (g./pig/day)	= Total feed intake/ Collecting period; days
GF	= ADG/ADFI
FCR	= ADFI/ADG
FCG (Bath/kg.BW)	= FCR × Feed cost per kg. (Baht)

Experiment 2.2: The Apparent total tract digestibility (ATTD) of dry matter (DM), energy, crude protein (CP), fat, crude fiber (CF), calcium and total phosphorus in the diet fed to each treatment group was calculated according to the following equation:

$$\text{ATTD (\%)} = 100 \times \left[\frac{\text{amount of component consumed} - \text{amount of component voided in feces}}{\text{Amount of component consumed}} \right]$$

Table 1 Feed stuff and nutrients (1-21 day old chick diet).

Feed stuff (Kg.)	T_1	T_2	T_3	T_4
Corn	25	25	25	25
Soy bean meal	41	41	41	41
Fish meal	4	4	4	4
Fined rice bran	12.5	12.5	12.5	12.5
Broken rice	10.5	10.5	10.5	10.5
Plant oil	6	6	6	6
Salt	0.3	0.3	0.3	0.3
Dicalcium phosphate	0.2	0.2	0.2	0.2
Premix	0.2	0.2	0.2	0.2
Methionine	0.2	0.2	0.2	0.2
Lysine	0.3	0.3	0.3	0.3
Total (kg.)	100	100	100	100
Nutrient (By calculation)				
Protein (%)	23.11	23.11	23.11	23.11
Energy (ME) (kcal/kg)	3,233.24	3,233.24	3,233.24	3,233.24

Table 2 Feed stuff and nutrients (22-45 day old chick diet).

Feed stuff (Kg.)	T_1	T_2	T_3	T_4
Corn	30	30	30	30
Soy bean meal	27	27	27	27
Fish meal	6	6	6	6
Fined rice bran	10	10	10	10
Broken rice	25	25	25	25
Plant oil	1	1	1	1
Salt	0.3	0.3	0.3	0.3
Dicalcium phosphate	0.2	0.2	0.2	0.2
Premix	0.2	0.2	0.2	0.2
Methionine	0.2	0.2	0.2	0.2
Lysine	0.3	0.3	0.3	0.3
Total (kg.)	100	100	100	100
Nutrient (By calculation)				
Protein (%)	19.89	19.89	19.89	19.89
Energy (ME) (kcal/kg)	3,206.5	3,206.5	3,206.5	3,206.5

T1= Diet with high level of phytic acid corn, T2= Diet with low level of phytic acid corn

T3=Diet with hybrid corn and T4= Diet with commercial corn

Table 3 Feed stuffs and nutrients composition of nursery pig (2nd experiment)

Feed stuffs (kg.)	**Diets**		
	(T1) Corn highphytic	(T2) Corn low phytic	(T3) Commercial corn
Corn high phytic	15	-	-
Corn low phytic	-	15	
Commercial corn	-	-	15
Whey	10	10	10
Broken rice	36	36	36
Soybean meal, 44%	18	18	18
Fish meal	3	3	3
Full fat soybean	15	15	15
L-lysine	0.2	0.2	0.2
DL-methionine	0.1	0.1	0.1
Salt	0.3	0.3	0.3
Limestone	0.5	0.5	0.5
Palm oil	0.2	0.2	0.2
Mono calcium phosphate, P21%	1.2	1.2	1.2
Vitamin Mineral Premix*	0.5	0.5	0.5
Total	100	100	100
Nutrients composition, calculated			
Crude protein, %	20.6	20.6	20.6
Crude fiber, %	3.0	3.0	3.0
Metabolizable energy, Kcal/kg	3268.6	3268.6	3268.6
Calcium, %	0.7	0.7	0.7
Total phosphorus, %	0.6	0.6	0.6

*The vitamin mineral premix provided the following quantities of vitamins and micro minerals per kilogram of complete diet: Vitamin A, 11,128 IU; vitamin D3, 2,204 IU; vitamin E, 66 IU; vitamin K, 1.42 mg; thiamin, 0.24 mg; riboflavin, 6.58 mg;pyridoxine, 0.24 mg; vitamin B12, 0.03 mg; D-pantothenic acid, 23.5 mg; niacin, 44 mg; folic acid, 1.58 mg; biotin, 0.44 mg, Cu, 10 mg as copper

sulfate; Fe, 125 mg as iron sulfate; I, 1.26 mg as potassium iodate; Mn, 60 mg as manganese sulfate; Se, 0.3 mg as sodium selenite; and Zn, 100 mg as zinc oxide.

Statistical Analysis:

Experiment 1: Data were analyzed as a completely randomized design using the ANOVA procedure of SAS Version 6.12 (SAS,1989) .The α-level used to determine significance among means were 0.05. Means were separated using the Duncan's new multiple range test (DMRT).

Experiment 2: Data were analyzed as a completely randomized design using the ANOVA procedure of SAS Version 6.12 (SAS,1989). The α-level used to determine significance among means were 0.05. Means were separated using the Duncan's new multiple range test (DMRT).

Results and Discussions

Experiment I:

Table 4 The effect of corn with different level of phytic acid on growth performance of female Arber Acre chicks.

	T1	T2	T3	T4	CV (%)	P-value
Initial weight (g)	138.79±1.15	138.48±0.58	141.21±6.56	142.73±7.51	3.65	0.7120
Final weight (g)	144.33±70.95	1496.67±59.32	1476.67±75.06	1446.67±118.46	5.64	0.8356
FCR	2.48±0.46	2.24±0.38	2.81±0.28	2.86±0.67	18.04	0.3743
ADG (g/d)	44.26±4.03	47.32±4.06	44.81±4.62	44.17±4.40	9.49	0.7829
FI (g/d)	99.21±3.62	99.59±0.92	101.29±2.59	105.88±8.15	4.60	0.3425
FCG (baht/kg)	13.56±0.62	13.18±0.93	13.17±0.52	14.63±1.78	7.94	0.3635

T1= Diet with high level of phytic acid corn, T2= Diet with low level of phytic acid corn

T3=Diet with hybrid corn and T4= Diet with commercial corn

Growth performance was no significantly difference between treatments used corn with different level of phytic acid because the level of phytic acid between high phytic acid group, low phytic acid group and commercial corn had no significantly difference in phytic acid level (Table 4).

Table 5 Nutrient digestibility in broiler 1-21 days of age.

Digestibility (%)	T1	T2	T3	T4	CV (%)	P-value
Fat	89.88	89.61	86.73	90.90	2.59	0.1418
Protein	42.38 a	37.25 b	12.24 c	37.20 b	2.06	< 0.0001
Calcium	64.28 a	57.14 b	0.00 d	42.86 c	1.72	< 0.0001
Phosphorus	95.65 a	96.62 a	70.33 c	87.67 b	0.83	< 0.0001

T1= Diet with high level of phytic acid corn

T2=Diet with low level of phytic acid corn

T3=Diet with hybrid corn and T4= Diet with commercial corn

In 1-21 day old chick, digestion of fat were not significantly difference in all treatment but protein, calcium and phosphorus in high level of phytic acid corn diet were the highest compared to low level of phytic acid corn diet , hybrid corn diet and commercial corn diet by using DMRT (Table 5)

Table 6 Nutrient digestibility in broiler 22-45 days of age.

Digestibility (%)	T1	T2	T3	T4	CV (%)	P-value
Fat	86.60	87.58	85.53	86.03	3.98	0.052
Protein	62.58 a	56.02 c	60.34 b	57.76 c	2.07	0.0007
Calcium	62.07c	76.00 a	69.56 b	57.14 d	1.84	< 0.0001
Phosphorus	96.05 a	94.57 b	92.58 c	86.58 d	0.74	< 0.0001

T1= Diet with high level of phytic acid corn, T2=Diet with low level of phytic acid corn

T3=Diet with hybrid corn and T4= Diet with commercial corn

In 22-45 day old chick, digestion of fat were not significantly difference in all treatment but protein and phosphorus in high level of phytic acid corn diet were the highest compared to low level of phytic acid corn diet, hybrid corn diet and commercial corn diet. When we compared digestion of calcium, the digestion of calcium in low phytic acid corn diet was the highest by using DMRT (Table 5).

Experiment II:

Table 7 Nutrients composition of experimental diet analysis of experiment 2.

Nutrients composition	สูตรอาหาร		
	T1	T2	T3
Dry matter (%)	88.48	88.53	88.58
	…….. % of DM ……..		
Gross energy (kcal/kg)	3,739.00	3,272.00	3,738.70
Crude protein (%)	21.93	22.50	21.43
Fat (%)	4.04	3.57	3.44
Ash (%)	4.35	4.26	4.26
Calcium (%)	0.48	0.46	0.35
Total phosphorus (%)	0.44	0.61	0.47
PA (mg/100 g)	491.07	454.68	478.17

T1= Diet with high level of phytic acid corn,

T2=Diet with low level of phytic acid corn

T3= Diet with commercial corn

From table 7 was shown nutrients composition from chemical analysis, DM were 88.48, 88.53 and 88.58 % in T1, T2 and T3, respectively. The gross energy of T2 was lowest (3272 kcal/kg) and energy analysis of T1 and T2 was 3739 and 3738.70 kcal/kg. Crude protein levels were 21.93, 22.50 and 21.43% in T1, T2 and T3. Calcium analysis was shown the highest level in T1 and lowest was 0.35% in T3. Total phosphorus shown highest level in T2 as 0.61%. Phytic acid in diet was lowest in T2 (454.68 mg/100g) and highest level from T1 (491.07 mg/100g)

Table 8 The effect of corn with different levels of phytic acid on growth performance.

Parameters				CV, %	Pr>F
	T1	T2	T3		
No. of pigs	12	12	12	-	-
Experimental periods, day	28	28	28	-	-
Initial body weight, kg	8.88	9.21	9.22	14.33	0.9362
Final body weight, kg	21.67	24.03	23.48	9.26	0.4186
Body weight gain, kg	12.80	14.82	14.27	8.62	0.1855
Average daily gain, kg/pig/day	0.46	0.53	0.51	8.77	0.1807
Average daily feed intake, kg/pig/day	0.75	0.84	0.82	10.69	0.4714
Gain:Feed	0.61	0.63	0.62	6.40	0.8088
Feed efficiency ratio	1.65	1.60	1.61	6.19	0.7697
Feed cost per gain, Baht/kg	26.51	25.60	25.81	6.13	0.7728

T1= Diet with high level of phytic acid corn,

T2= Diet with low level of phytic acid corn

T3= Diet with commercial corn

Experiment 2.1, According from table 8, Average initail body weight of nursery pigs were 9.10 kg., after finished experiment 28 days, the data calculated for growth performance parameters, we found that there were no differences (P > 0.05) in ADG, pig fed diet with corn low-phytic and with commercial corn had ADG 0.51 and 0.51 kg/d and was not different from pig fed diet with corn high-phytic (0.46 kg/d). Pig fed diet with corn low-phytic had ADFI nearly (P>0.05) amount with pig fed with commercial corn. Gain:Feed was 0.61, 0.63 and 0.62 in pig fed diet with corn high phytic, low phytic and commercial corn, respectively. FCR and FCG were not difference (P>0.05) among diets. Result shown that growth performance was not difference between diet groups, may be phytic acid was nearly amount between 454.68 – 491.07 mg/100 g difference from Veum et al. (2001) reported pig fed LPC (low-phytate hybrid corn phytic acid P- homozygous for the *lpa 1-1* allele with a nearly isogenic normal hybrid corn) had gained 17% more (P <0.01) BW and were 11% more efficient (P <0.01) in feed conversion (gain/feed) compared with pigs fed semi-purified NC Diet. The NC has 0.14 % of phytic acid composition and LPC diet has 0.06%, it was difference by 2.1 times of phytic acid level.

Table 9 The effect of corn with different levels of phytic acid on nutrient digestibility of nursery pigs.

Nutrients digestibility, %	Experimental diets			*P-value*	CV, %
	T1	T2	T3		
Dry matter	88.47[b]	92.02[a]	87.32[b]	*0.0129*	1.52
Energy	87.79[b]	91.34[a]	87.62[b]	*0.0354*	1.58
Crude protein	84.51[d]	90.12[c]	83.98[d]	*0.0032*	1.58
Fat	73.80[d]	84.56[c]	67.86[f]	*0.0019*	4.25
Crude fiber	64.72	71.24	56.68	*0.3741*	19.59
Calcium	77.02	85.67[a]	78.49[b]	*0.0443*	4.26
Total Phosphorus	75.96[b]	87.30[a]	75.60[b]	*0.0013*	2.91

[a, b] Means with different letters in a row differ significantly P<0.05

[c,d,f] Means with different letters in a row differ significantly P<0.01

T1= Diet with high level of phytic acid corn,

T2= Diet with low level of phytic acid corn

T3= Diet with commercial corn

Experiment 2.2, from table 9 was shown data collecting in barrow, average body weigh 14.00 kg, data were calculated as apparent total tract digestibility (ATTD) for dry matter, energy, crude protein, fat, calcium and total phosphorus. In results found that, dry matter digestibility, energy digestibility and calcium digestibility were different (P<0.05) by diets, pig fed diet with corn low-phytic had greater of nutrient digestibility (92.02, 91.34 and 85.67%, respectively) than pig fed diet with corn high-phytic (88.47, 87.79 and 75.96%, respectively) and with commercial corn (87.32, 87.62 and 78.49%, respectively). Pig fed diet with corn-low phytic had greater (P<0.01) crude protein, fat and total phosphorus digestibility (90.12, 84.56 and 87.30%, respectively) than pig fed diet with pig fed diet with corn high-phytic (84.51, 73.80 and 75.96%, respectively) and with commercial corn (83.98, 67.86 and 75.60%, respectively). Spencer et al. (2000) and Veum et al. (2001) reported that low-phytic acid corn increased the availability of P and other nutrients. Corn with this trait would be predicted to have a greater concentration of energy because of changes in the chemical composition of the kernel and the relationship of phosphorus and energy metabolism (Brody, 1999)

Table 10 The effect of corn with different levels of phytic acid on nutrient digestible intake of nursery pigs.

Nutrients digestible intake, g/d	Experimental diets			*P-value*	CV, %
	T1	T2	T3		
Dry matter	363.25	393.94	356.72	*0.6798*	11.26
Energy (kcal/kg)	17.42	16.95	16.24	*0.8398*	14.38
Crude protein	98.16	109.79	93.42	*0.2660*	4.16
Fat	15.91[ab]	18.62[a]	12.12[b]	*0.0340*	14.55
Crude fiber	9.47	10.22	8.31	*0.5191*	20.89
Calcium	1.69	1.88	1.30	*0.1864*	21.33
Total Phosphorus	1.57[b]	2.61[a]	1.64[b]	*0.0198*	18.34

[a, b] Means with different letters in a row differ significantly $P<0.05$

T1= Diet with high level of phytic acid corn,

T2= Diet with low level of phytic acid corn

T3= Diet with commercial corn

Nutrient intake of pig fed diet with difference levels of phytic acid corn were shown in table 10. The results of dry matter intake was not different ($P>0.05$) among three experimental diets and also on energy, total phosphorus, calcium and protein were not significantly difference ($P>0.05$) due to dry matter of all groups were not difference, according from Jongbloed *et al* (1992) reported the phytase supplementation was improved feed intake and pig had response to increase of growth performance. In the other side, Ammerman (1995) discussed to evaluate feed intake from growth performance of animals are depend on factors such as diet texture, timing of feed given and ability of feed utilization, more over related on chemical properties of feed.

Conclusion and Recommendation

In Experiment I: The level of phytic acid in high phytic acid corn, low phytic acid corn, hybrid corn and commercial corn were not significantly difference so the level of phytic acid in all treatment had no effect on growth performance of broiler. The effect of different level of phytic acid in corn had no clear effect on nutrient digestibility.

In Experiment II: the effect of low phytic corn in diet was not affect different ($P>0.05$) on growth performance. In same experimental diet on nutrient digestibility, found that pig fed diets with corn-low phytic had dry matter, energy and calcium greater ($P<0.05$) than pig fed diet with high-phytic and with commercial and also in crude protein, and total phosphorus greater ($P<0.01$). The experimental period of research is short (we can conducted only period of nursery pigs by 28 days) and only 36 pigs and one of reason because of corn production for experiment is not enought and the phytic acid level of corn low-phytic is almost nearly corn high-phytic and commercial corn.

References

Adeola, O. 2001. Digestion and balance techniques in pigs. Pages 903-916 in Swine Nutrition. 2nd ed. Lewis, A. J. and Southern, L. L., ed. CRC Press, Washington, DC.

Ahn, J., H. Kim,C . Jo, M. W. Byun. 2004. Comparison of irradiated phytic acid and other antioxidant for antioxidant activity. Food chem. 173-178.

Ammerman, C. B., D. H. Baker, and A. J. Lewis (Eds.). 1995. Bioavailability of nutrients for animals: *Amino acids, Minerals, and Vitamins*. Academic Press, New York, NY.

Brody, T. 1999. Nutritional biochemistry. 2nd ed. Academic Press, San Diego, California, USA.p. 764

Cromwell, G. L. 2009. ASAS Centennial paper: Landmark discoveries in swine nutrition in the past century. J. Anim. Sci. 87:778-792.

Cromwell G. L, R. D. Coffey, G. R. Parker, H. J. Monegue and J. H. Randolph. 1995. Efficacy of a recombinant-derived phytase in improving the bioavailability of phosphorous in corn-soybean meal diets for pigs. J Amin Sci 73: 2000-2008.

Cromwell, G. L., T. S. Stahly, R. D. Coffey, H. J. Monegue, and J. H. Randolph. 1993. Efficacy of phytase in improving the bioavailability of phosphorus in soybean meal and corn-soybean meal diets for pigs. J. Anim. Sci. 71:1831–1840.

Jackson, F., K. Kamboj and H.F. Linskens. 1983. Localization of phytic acid in the floral structure of *Petunai Hybrida* and relation to the incompatibility genes. Theor. Appl. Genet. 34(3): 259 – 262.

Jongbloed, A. W., Z. Mroz, and P. A. Kemme. 1992. The effect of supplementary *Aspergillus niger* phytase in diets for pigs on concentration and apparent digestibility of dry matter, total phosphorus, and phytic acid in different sections of the alimentary tract. J. Anim. Sci. 70:1159–1168.

Liu, J. D., W. Bollinger, D. R. Ledoux, M. R. Ellersieck and T. L. Veum. 1997. Soaking increases the efficacy of supplemental microbial phytase in a low-phosphorous corn-soybean meal diet for growing pigs. J. Anim. Sci. 75: 1292-1298.

Liu, J. D., W. Bollinger, D. R. Ledoux and T. L. Veum. 1998. Lowering the dietary calcium to total phosphorus ration increases phosphorous utilization in low-phosphorus corn-soybean meal diets supplemented with microbial phytase for growing-finishing pigs. J. Anim. Sci. 76: 808-813.

Lott, J. N. A., I. Ockenden, V. Raboy and G.D. Batten.2000. Phytic acid and phosphors in crop seeds and fruits: a global estimate. Seed Sci. Res. 10: 11-33.

NRC. 1984. Nutrient requirements of pouitry. (8th ed.). National Academy press, Washington, D.C. 71 p.

NRC. 1998. National Research Council. Nutrient Requirements for Swine, 10th ed. National Academy Press, Washington, DC

SAS, 1989. User's Guide. Version 6.12, SAS Inst. Inc., Cary, NC.

Spencer, J. D., G. L. Allee and T. E. Sauber. 2000. Growing-finishing performance and carcass characteristics of pigs fed normal and genetically modified low-phytate corn. J. Anim. Sci. 78: 1529–1536.

Veum, T. L., D. R. Ledoux, V. Raboy and D. S. Ertl. 2001. Low-phytic acid corn improves nutrient utilization for growing pigs. J. Anim. Sci. 79: 2873–2880.

Appendix table

Appendix table 1 ANOVA of initial weight of broiler

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Pr>F
Treat	3	36.9217667	12.3072556	0.47	0.7120
Error	8	209.8342	26.2292750		
Total	11	246.7559667			

Appendix table 2 ANOVA of final weight of broiler

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Pr>F
Treat	3	5825.00	1941.66667	0.28	0.8356
Error	8	54666.66667	6833.33333		
Total	11	60491.66667			

Appendix table 3 ANOVA of feed conversion ratio of broiler

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Pr>F
Treat	3	0.78020559	0.26006853	1.19	0.3743
Error	8	1.75291871	0.21911484		
Total	11	2.53312430			

Appendix table 4 ANOVA of average daily gain of broiler

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Pr>F
Treat	3	19.8699721	6.6233240	0.36	0.7829
Error	8	146.7291461	18.3411433		
Total	11	166.5991182			

Appendix table 5 ANOVA of feed intake of broiler

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Pr>F
Treat	3	84.3218774	28.1072925	1.29	0.3425
Error	8	174.3343977	21.7917997		
Total	11	258.6562751			

Appendix table 6 ANOVA of feed cost per gain of broiler

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Pr>F
Treat	3	4.28779153	1.42926384	1.22	0.3635
Error	8	9.36876687	1.17109586		
Total	11	13.65655840			

Appendix table 7 ANOVA of fat digestibility of broiler 1-21 days old

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Treatment	3	39.68202500	13.22734167	2.41	0.1418
Error	8	43.82266667	5.47783333		
Total	11	83.50469167			

Appendix table 8 ANOVA of fat digestibility of broiler 22-45 days old

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Treatment	3	10.57896667	3.52632222	3.98	0.0524
Error	8	7.08340000	0.88542500		
Total	11	17.66236667			

Appendix table 9 ANOVA of protein digestibility of broiler 1-21 days old

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Treatment	3	1642.399092	547.466364	1231.71	<.0001
Error	8	3.555800	0.444475		
Total	11	1645.954892			

Appendix table 10 ANOVA of protein digestibility of broiler 22-45 days old

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Treatment	3	76.81755833	25.60585278	17.46	0.0007
Error	8	11.73153333	1.46644167		
Total	11	88.54909167			

Appendix table 11 ANOVA of calcium digestibility of broiler 1-21 days old

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Treatment	3	7349.344800	2449.781600	4966.78	<.0001
Error	8	3.945867	0.493233		
Total	11	7353.290667			

Appendix table 12 ANOVA of calcium digestibility of broiler 22-45 days old

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Treatment	3	603.1664917	201.0554972	137.23	<.0001
Error	8	11.7211333	1.4651417		
Total	11	614.8876250			

Appendix table 13 ANOVA of phosphorus digestibility of broiler 1-21 days old

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Treatment	3	1327.851100	442.617033	845.00	<.0001
Error	8	4.190467	0.523808		
Total	11	1332.041567			

Appendix table 14 ANOVA of phosphorus digestibility of broiler 22-45 days old

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Treatment	3	127.7028917	42.5676306	92.37	<.0001
Error	8	3.6868000	0.4608500		
Total	11	131.3896917			

Appendix table 15 ANOVA of energy digestibility of broiler 1-21 days old

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Treatment	3	234.5902667	78.1900889	218.93	<.0001
Error	8	2.8572000	0.3571500		
Total	11	237.4274667			

Appendix table 16 ANOVA of energy digestibility of broiler 22-45 days old

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr > F
Treatment	3	23.76709167	7.92236389	151.50	<.0001
Error	8	0.41833333	0.05229167		
Total	11	24.18542500			

Appendix table 17 ANOVA of initial weight of nursery pig

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Value	PR>F
Treatment	2	0.22675556	0.11337778	0.07	0.9362
Error	6	10.20726667	1.70121111		
Total	8	10.43402222			

Appendix table 18 ANOVA of final weight of nursery pig

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Value	PR>F
Treatment	2	9.16508889	4.58254444	1.01	0.4186
Error	6	27.20940000	4.53490000		
Total	8	36.37448889			

Appendix table 19 ANOVA of body weight gain of nursery pig

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Value	PR>F
Treatment	2	6.54380000	3.27190000	2.26	0.1855
Error	6	8.68460000	1.44743333		
Total	8	15.22840000			

Appendix table 20 ANOVA of average daily gain of nursery pig

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Value	PR>F
Treatment	2	0.00886667	0.00443333	2.31	0.1807
Error	6	0.01153333	0.00192222		
Total	8	0.02040000			

Appendix table 21 ANOVA of feed intake per day of nursery pig

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Value	PR>F
Treatment	2	0.01268889	0.00634444	0.85	0.4714
Error	6	0.04453333	0.00742222		
Total	8	0.05722222			

Appendix table 22 ANOVA of gain per feed of nursery pig

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Value	PR>F
Treatment	2	0.00068889	0.00034444	0.22	0.8088
Error	6	0.00940000	0.00156667		
Total	8	0.0100888			

Appendix table 23 ANOVA of feed conversion ratio of nursery pig

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Value	PR>F
Treatment	2	0.00548889	0.00274444	0.27	0.7697
Error	6	0.06020000	0.01003333		
Total	8	0.06568889			

Appendix table 24 ANOVA of feed cost per gain of nursery pig

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Value	PR>F
Treatment	2	1.36548889	0.68274444	0.27	0.7728
Error	6	15.21833333	2.5363888		
Total	8	16.58382222			

Appendix table 25 ANOVA of DM digestibility of nursery pig

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Value	PR>F
Treatment	2	35.99902222	17.99951111	9.80	0.0129
Error	6	11.01646667	1.83607778		
Total	8	47.01548889			

Appendix table 26 ANOVA of protein digestibility of nursery pig

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Value	Pr>F
Treatment	2	64.86586558	32.43293279	17.28	0.0032
Error	6	11.26240470	1.87706745		
Total	8	76.12827028			

Appendix table 27 ANOVA of ether extract digestibility of nursery pig

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Value	Pr>F
Treatment	2	439.4651811	219.7325906	21.18	0.0019
Error	6	62.2453226	10.3742204		
Total	8	501.7105038			

Appendix table 28 ANOVA of crude fiber digestibility of nursery pig

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Value	PR>F
Treatment	2	372.562049	186.281025	1.16	0.3741
Error	6	960.719474	160.119912		
Total	8	1333.281523			

Appendix table 29 ANOVA of calcium digestibility of nursery pig

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Value	PR>F
Treatment	2	89.6189977	44.8094988	5.43	0.0451
Error	6	49.5405544	8.2567591		
Total	8	139.1595521			

Appendix table 30 ANOVA of phosphorus digestibility of nursery pig

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Value	PR>F
Treatment	2	24.48968889	12.24484444	6.15	0.0353
Error	6	11.94900000	1.99150000		
Total	8	36.43868889			

Appendix table 31 ANOVA of energy digestibility of nursery pig

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Value	PR>F
Treatment	2	24.50788659	12.25394329	6.14	0.0354
Error	6	11.97898128	1.99649688		
Total	8	36.48686787			

Appendix table 32 ANOVA of DM digestible intake of nursery pig

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Value	PR>F
Treatment	2	2369.84540	1184.92270	0.43	0.6698
Error	6	16579.05720	2763.17620		
Total	8	18948.90260			

Appendix table 33 ANOVA of energy digestible intake of nursery pig

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Value	PR>F
Treatment	2	2.11582222	1.05791111	0.18	0.8398
Error	6	35.30953333	5.8847		
Total	8	37.42535556			

Appendix table 34 ANOVA of ether extract digestible intake of nursery pig

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Value	PR>F
Treatment	2	63.8896222	31.94481111	6.25	0.0342
Error	6	30.69113333	5.11518889		
Total	8	94.58075556			

Appendix table 35 ANOVA of crude fiber digestible intake of nursery pig

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Value	PR>F
Treatment	2	5.57395556	2.78697778	0.73	0.5191
Error	6	22.82206667	3.80367778		
Total	8	28.39602222			

Appendix table 36 ANOVA of calcium digestible intake of nursery pig

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Value	PR>F
Treatment	2	0.72882222	0.36441111	2.42	0.1700
Error	6	0.90526667	0.15087778		
Total	8	1.63408889			

Appendix table 37 ANOVA of phosphorus digestible intake of nursery pig

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Value	PR>F
Treatment	2	1.59642222	0.79821111	4.29	0.0696
Error	6	1.11600000	0.18600000		
Total	8	2.71242222			

ประวัติและผลงานวิจัย (Curriculum Vitae)

1. ชื่อ-สกุล นางสาวภัทราพร ภุมรินทร์ (หัวหน้าโครงการวิจัย)

Miss Pattaraporn Pummarin

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

วัน เดือน ปีเกิด 21 ตุลาคม 2519

สถานที่ทำงาน อาจารย์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร

ติดต่อ โทรศัพท์ 032-594038 โทรสาร 032-594038 e-mail address : pattarap@su.ac.th

ที่อยู่ 616 ม.1 ต. หนองไผ่แก้ว อ. บ้านบึง จ. ชลบุรี 20220 โทรศัพท์ 0-38292-061

ประวัติการศึกษา

1.วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สัตวศาสตร์) มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปี 2544

2541 – 2544 ศึกษาระดับปริญญาโท ภาควิชาสัตวศาสตร์ (โภชนศาสตร์สัตว์)
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

2.วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปี 2537

2537 – 2540 ศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ประวัติการทำงาน

: 2546 – ปัจจุบัน เป็นพนักงานมหาวิทยาลัย ตำแหน่งอาจารย์ คณะสัตวศาสตร์
และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร

: 2544-2545 อาจารย์โปรแกรมเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จ. ฉะเชิงเทรา

: 2542 – 2544ทำงานเป็นผู้ช่วยวิจัย ด้านอาหารสัตว์ ในโครงการวิจัยของ รศ.ดร. สาโรช ค้าเจริญ
และ รศ.ดร.เยาวมาลย์ ค้าเจริญ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ประวัติการฝึกอบรม

ฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการตรวจวิเคราะห์คุณภาพอาหารสัตว์ ปี 2544 ภาควิชาสัตวศาสตร์
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตำแหน่งบริหาร

1. เป็นหัวหน้าสาขาวิชาสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร ปี 2548 – ถึงปัจจุบัน

2. คณะกรรมการประกันคุณภาพการศึกษา คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร ปี 2548 - ถึงปัจจุบัน

ผลงานวิจัย

วิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา (ชื่อเรื่อง/ปีที่ดำเนินการ ทั้งระดับปริญญาโท)

- ระดับปริญญาโท

ชื่อเรื่อง การประเมินค่าคำนวณเชิงโภชนาการของเอนไซม์ไฟเตสในอาหารลูกสุกรหย่านม ปีที่ดำเนินการ 2541-2544

ผลงานตีพิมพ์และนำเสนอผลงาน

งานวิจัย

ประเมินค่าคำนวณเชิงโภชนาการของเอนไซม์ไฟเตสในอาหารลูกสุกรหย่านม (2544)

งานวิจัยที่สำเร็จแล้ว

ผลการเสริมสมุนไพร (กระเทียม, ฟ้าทะลายโจร, ฝรั่ง) ในอาหารต่อประสิทธิภาพการผลิตและสารตกค้างในไก่เนื้อ (2545)

อยู่ระหว่างการวิจัย

การศึกษาผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของข่าและฝรั่ง ที่ปลูกในพื้นที่มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี (2547-2548)

2. ชื่อ-สกุล นายพิเชษฐ ศรีบุยยงค์ (Mr. Pichet Sriboonyong) (ผู้ร่วมวิจัย)

วัน เดือน ปีเกิด 29 กันยายน 2515

สถานที่ทำงาน อาจารย์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร

ติดต่อ โทรศัพท์ 032-594038 โทรสาร 032-594038

e-mail address : august5254@hotmail.com

ที่อยู่ 602/10 หมู่ 1 ถนนใหญ่ ตำบลท่ายาง อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี 76130 โทรศัพท์ 086-3748374

ประวัติการศึกษา

1. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สัตวศาสตร์) มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปี 2544
2. วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปี 2537

ประวัติการทำงาน

: 2544 – ปัจจุบัน เป็นพนักงานมหาวิทยาลัย ตำแหน่งอาจารย์ คณะสัตวศาสตร์ และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตำแหน่งบริหาร

1. เป็นเลขานุการโครงการจัดตั้งคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร ปี 2544
2. เป็นเลขานุการคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร ปี 2547

3. เป็นผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบริหาร คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรปี 2548-2549

4. เป็นผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรปี 2551-2552

ผลงานวิจัย

วิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา (ชื่อเรื่อง/ปีที่ดำเนินการ ทั้งระดับปริญญาโทและปริญญาเอก)

- ระดับปริญญาโท

ชื่อเรื่อง ผลของการใช้กลูโคแมนแนนเพื่อลดปริมาณโคเลสเตอรอลในไก่เนื้อ

ปีที่ดำเนินการ 2543 – 2544

ผลงานตีพิมพ์และนำเสนอผลงาน

งานวิจัย

1. การใช้กากมะพร้าวเป็นแหล่งพลังงานในอาหารไก่เนื้อ (2550)
2. การใช้ดอกดาวเรืองเป็นแหล่งสารสีในอาหารไก่ไข่ (2541)