ผลของการเสริมเปลือกกุ้งป่นในอาหาร ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และการตอบสนองภูมิคุ้มกันของไก่เนื้อ

Effect of dietary shrimp meal on growth performance, carcass quality, and immune response of broilers

จรณี จิตสัจจพงศ์[1], วิทธวัช โมพี[1*] และ สุทิศา เข็มผะกา[1]

Charanee Chitsatchapong[1], Wittawat Molee[1*] and Sutisa Khempaka[1]

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมเปลือกกุ้งป่นในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และการตอบสนองภูมิคุ้มกันของไก่เนื้อ โดยใช้ไก่เนื้อเพศผู้อายุ 1 วัน จำนวน 400 ตัว แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 20 ตัว สุ่มไก่แต่ละกลุ่มให้ได้รับอาหารทดลองที่มีการเสริมเปลือกกุ้งป่นที่ระดับ 0, 5, 10, 15 และ 20% ตามลำดับ ให้อาหารและน้ำอย่างเต็มที่ตลอดระยะการทดลอง จากการศึกษาพบว่าการเสริมเปลือกกุ้งป่นในอาหารไก่เนื้อสามารถใช้ได้ถึงระดับ 15% โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ส่วนประกอบซาก และสีของเนื้อ (P>0.05) นอกจากนั้นยังสามารถลดปริมาณยูเรียไนโตรเจนในเลือด เพิ่มปริมาณไลโซไซม์ และเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนซัยต์ในไก่เนื้อที่อายุ 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (P<0.05) ในขณะที่การใช้เปลือกกุ้งป่นที่ระดับ 20% ส่งผลให้สมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อลดลง ดังนั้นการใช้เปลือกกุ้งป่นเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบแหล่งโปรตีนในอาหารไก่เนื้อที่เหมาะสมควรใช้ที่ระดับ 15%

คำสำคัญ: เปลือกกุ้งป่น, ไก่เนื้อ, สมรรถภาพการเจริญเติบโต, คุณภาพซาก, ภูมิคุ้มกัน

ABSTRACT: The objective of this study was to determine the effect of dietary shrimp meal supplementation on growth performance, carcass quality, and immune response of broilers. A total of 400 day-old male broilers were randomly allocated to 5 dietary treatments with 4 replicates of 20 chicks each. The experimental diets consisted of diets supplemented with shrimp meal at the levels of 0, 5, 10, 15 and 20%, respectively. The broilers were given access to feed and water *ad libitum* throughout the study. The results showed that diets supplemented with 15% of shrimp meal had no significantly effect on growth performance, carcass composition and meat colors (P>0.05). Moreover, blood urea nitrogen was decreased, whereas lysozyme content and monocyte were increased as increasing of dietary shrimp meal at 21-day-old broilers compared with the control diet (P<0.05). However, shrimp meal supplementation in diets up to 20% showed the negative effect on the growth performance (P<0.05). In conclusion, it is suggested that shrimp meal can be used as a protein source in broiler diets up to 15% in the diet.

Keywords: shrimp meal, broiler, growth performance, carcass quality, immune

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Animal Production Technology, Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology

* Corresponding author: wittawat@sut.ac.th

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการผลิตและส่งออกกุ้งแช่แข็งรายใหญ่ของโลก คิดเป็น 26% ของปริมาณผลผลิตโลก (สำนักงานส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร กรมการค้าภายใน, 2550) โดยกุ้งที่ผลิตได้ส่วนใหญ่ถูกส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศในรูปของกุ้งสดแช่แข็ง ซึ่งจะมีส่วนของเศษเหลือคือเปลือกและหัวกุ้ง โดยส่วนหัวกุ้งเป็นส่วนที่เหลืออยู่จากการแปรรูปมากที่สุด ประมาณ 34-45% ของวัตถุดิบที่ใช้ในการแปรรูป (วรรณา และคณะ, 2543) ในปี พ.ศ. 2551 ประเทศไทยมีปริมาณการผลิตกุ้งสดแช่แข็ง 195,000 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2552) ซึ่งมีเศษเหลือจากกุ้งเป็นจำนวนมาก เศษเหลือดังกล่าวถูกนำไปสกัดเอาสารจำพวกไคตินและไคโตซาน เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมยา เคมี เครื่องสำอาง ตลอดจนใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ในส่วนของการเลี้ยงสัตว์เปลือกกุ้งถือได้ว่าเป็นเศษเหลือที่มีคุณค่าทางโภชนะสูง โดยในเปลือกส่วนหัวมีโปรตีน 56.95% และไขมัน 4.51% (Chimsung et al., 2006) นอกจากนั้นเปลือกกุ้งยังมีสารสี astaxanthin และไคตินซึ่งมีคุณสมบัติในการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน เป็นองค์ประกอบ (Chen et al., 2002; Okawa et al., 2003) จากรายงานของ Fanimo et al. (1996) พบว่าการใช้เปลือกกุ้งป่นเสริมในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 4.9% สามารถเพิ่มน้ำหนักตัวไก่ และ Islam et al. (1994) พบว่าเปลือกกุ้งป่นสามารถใช้เสริมในอาหารไก่เนื้อได้ถึงระดับ 14.3% โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต นอกจากนี้ Khempaka et al. (2006a) ยังพบว่าการใช้เปลือกกุ้งป่นในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 4-12% สามารถเพิ่มความแดง (redness) ในเนื้อส่วนโคนขาได้ แม้ว่าไคตินจะย่อยได้ต่ำเมื่อนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ (Austin et al., 1981; Khempaka et al., 2006b) แต่ไคตินก็ยังมีคุณสมบัติในการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน โดย Okawa et al. (2003) พบว่า การฉีดสารไคตินเข้าร่างกายของหนูทดลอง สามารถกระตุ้นการต้านทานเชื้อโรคและกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันได้ สอดคล้องกับ Chen et al. (2002) ที่พบว่าไคตินมีผลต่อการยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ เพิ่มการทำงานและกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกัน อย่างไรก็ตามการศึกษาการใช้เปลือกกุ้งป่นซึ่งมีไคตินเป็นส่วนประกอบในแง่ของการตอบสนองภูมิคุ้มกันในไก่เนื้อยังไม่มีผู้ใดศึกษา ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมเปลือกกุ้งป่นในอาหาร ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และการตอบสนองภูมิคุ้มกันของไก่เนื้อ

วิธีการศึกษา

สัตว์ทดลอง และอาหารทดลอง

ใช้ไก่เนื้อสายพันธุ์การค้า (Arbor Acers) เพศผู้ อายุ 1 วัน น้ำหนักตัวเฉลี่ย 43.5 กรัม จำนวน 400 ตัว โดยแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 20 ตัว ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ไก่ในแต่ละหน่วยทดลองมีน้ำหนักตัวใกล้เคียงกัน เลี้ยงไก่ในคอกทดลองแบบปล่อยพื้นภายในโรงเรือนระบบปิด มีการให้น้ำและอาหารอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) ไก่ทุกตัวได้รับวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิลและโรคหลอดลมอักเสบติดต่อที่อายุ 7 วัน และวัคซีนป้องกันโรคกัมโบโร ที่อายุ 14 วัน อาหารทดลองมีส่วนผสมของเปลือกกุ้งป่นที่เตรียมจากกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) โดยแบ่งออกเป็นอาหารกลุ่มควบคุม (ไม่เสริมเปลือกกุ้งป่น) และอาหารที่เสริมเปลือกกุ้งป่นที่ระดับ 5, 10, 15 และ 20% ตามลำดับ อาหารทดลองทุกสูตรคำนวณให้มีระดับของโปรตีน พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ และโภชนะที่เพียงพอกับความต้องการของไก่เนื้อในแต่ละช่วงอายุตามคำแนะนำของ NRC (1994) โดยในสูตรอาหารได้คำนวณปริมาณโปรตีนของเปลือกกุ้งโดยแยกส่วนของไคตินออกเพื่อป้องกันการมีปริมาณโปรตีนที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของไก่ เนื่องจากไคตินเป็นโพลีแซคคาร์ไรด์ที่ไม่สามารถย่อยได้ ซึ่งจะส่งผลใน

การขัดขวางการย่อยและการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ โดยทำการวัดปริมาณไคตินตามวิธีของ Hornung and Stevenson (1971), ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) ของเปลือกกุ้งป่นทำการวัดตามวิธีของ Sibbald (1976) และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกกุ้งและอาหารทดลองตามวิธีของ AOAC (1998) ซึ่งแสดงไว้ใน Table 1 and Table 2 ตามลำดับ

การเก็บข้อมูล และการเก็บตัวอย่างด้านสมรรถภาพการเจริญเติบโต (growth performance)

เลี้ยงไก่ทดลองเป็นเวลา 42 วัน ทำการชั่งและบันทึกน้ำหนักตัวไก่และปริมาณอาหารที่กินแต่ละกลุ่มทดลอง ทุกสัปดาห์ รวมทั้งบันทึกจำนวนการตายของไก่ทุกครั้งที่พบ

ด้านคุณภาพซาก (carcass quality)

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ไก่อายุ 42 วัน) สุ่มไก่กลุ่มการทดลองละ 4 ตัว (ซ้ำละ 1 ตัว) โดยสุ่มให้มีน้ำหนักตัวใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของไก่ทั้งหมด ชั่งและบันทึกน้ำหนักมีชีวิต (live weight) ที่ผ่านการอดอาหารเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทำการฆ่าโดยวิธีเชือดที่เส้นเลือดใหญ่บริเวณปีก (wing vein) จากนั้นชำแหละและแยกส่วนประกอบของซาก เพื่อวัดและบันทึกคุณภาพซาก ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ซาก (% eviscerated yield) และเปอร์เซ็นต์เครื่องใน (% giblets yield) นำซากไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4°ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำซากดังกล่าวมาวัดสี โดยทำการวัด 3 ตำแหน่งคือ สีของหนังบริเวณอก สีของเนื้อบริเวณอกและโคนขา ด้วยเครื่อง Minolta colorimeter (Chroma Meter CR-300, Minolta, Japan) โดยวัดค่า L*, a*, b* ของเนื้อและผิวหนังตำแหน่งละ 10 จุด

ด้านโลหิตวิทยา (hematology) และภูมิคุ้มกัน (immune)

เมื่อไก่อายุ 21 วัน และ 42 วัน ทำการสุ่มไก่กลุ่มการทดลองละ 8 ตัว (ซ้ำละ 2 ตัว) โดยสุ่มให้มีน้ำหนักตัวใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของไก่ทั้งหมด เพื่อเจาะเลือดบริเวณปีก (wing vein) โดยแบ่งเลือดออกเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 เลือดที่ไม่มีสารป้องกันการแข็งตัว นำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 3,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที ที่อุณหภูมิ 4°ซ เก็บซีรัมเพื่อวิเคราะห์หาระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือด (blood urea nitrogen, BUN) ตามวิธีการของ Anino and Giese (1976) และระดับไลโซไซม์ (lysozyme) โดยใช้ *Micrococcus lysodeikticus* เป็นสับสเตรท ตามวิธีของ Kreukniet et al (1994) ส่วนที่ 2 เลือดที่มีสารป้องกันการแข็งตัวชนิด Ethylene diamine tetra acetic acid (EDTA) นำไปปั่นเหวี่ยงเช่นเดียวกับส่วนที่ 1 เพื่อเก็บพลาสมาสำหรับวิเคราะห์หาระดับอิมมูโนโกลบูลิน (immunoglobulin) โดยใช้ชุดทดสอบ Total protein kit (Micro Lowry, Peterson's Modification) และส่วนที่ 3 เลือดที่มีสารป้องกันการแข็งตัว เก็บเลือดเพื่อวิเคราะห์หาค่าทางโลหิตวิทยา ได้แก่ จำนวนเม็ดเลือดแดง จำนวนเม็ดเลือดขาว และจำแนกชนิดเม็ดเลือดขาว ตามวิธีของ Terry (1995)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (Analysis of Variances, ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) วิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในแต่ละปัจจัยการทดลองด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) และวิเคราะห์หาแนวโน้มระหว่างค่าเฉลี่ยในแต่ละปัจจัยด้วยวิธี Orthogonal Polynomials โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS version 13.0 (SPSS, 2004)

ระยะเวลาการทดลอง

ทำการทดลองในช่วงเดือนตุลาคม 2551 ถึงมีนาคม 2552 ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัย และศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จ.นครราชสีมา

Table 1 Chemical composition of shrimp meal.

Item	Nutritional composition (%)
Dry matter	95.76
Crude protein[1/]	39.69
Ether extract	10.28
Ash	21.77
Crude fiber	19.49
Calcium	4.92
Phosphorus	1.20
Chitin	18.99
ME (kcal/kg)	1,514.99

[1/] Corrected crude protein = (total N - chitin N) * 6.25.

Table 2 Ingredients and chemical composition of the experimental diets.

Ingredient (%)	Shrimp meal (%)									
	Starter (0 to 21 d)					Finisher (22 to 42 d)				
	0	5	10	15	20	0	5	10	15	20
Corn	52.92	45.80	42.46	38.08	28.11	61.52	50.14	46.37	44.35	36.50
Soybean meal (44%CP)	35.15	30.15	25.15	20.15	15.15	26.65	21.65	16.65	11.65	6.65
Fish meal (51%CP)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Cassava starch	0.00	1.98	1.00	0.00	0.00	0.00	2.88	2.12	0.36	0.00
Rice bran	0.17	5.65	9.74	14.68	22.80	1.23	9.79	14.22	18.00	24.50
Shrimp meal	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00
Soybean oil	4.50	4.86	5.69	6.63	8.08	3.30	3.77	4.54	5.35	6.74
Salt	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
DL-Methionine	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.20	0.22	0.22	0.24	0.26
L-Lysine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.13	0.10	0.10
$CaCO_3$	1.20	0.60	0.30	0.00	0.00	1.20	0.70	0.20	0.00	0.00
Ca_2PO_4	1.00	0.90	0.60	0.00	0.00	1.05	1.00	0.80	0.00	0.00
K_2HPO_4	0.00	0.00	0.00	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	0.20	0.50
Premix	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated composition (%)										
AME (kcal/ kg)	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100
Met + Cys	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Lysine	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Available P	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6
Chitin	0.0	0.9	1.9	2.8	3.8	0.0	0.9	1.9	2.8	3.8
Analyzed composition (%)										
Dry matter	89.7	90.0	90.3	90.6	91.1	89.9	90.3	90.3	90.6	91.3
Crude protein	22.0	22.2	22.2	22.2	22.3	19.1	19.4	19.3	19.4	19.4
Crude fiber	3.6	4.1	5.9	5.9	7.5	3.9	5.9	5.8	6.9	7.2
Fat	7.5	9.5	11.2	12.5	13.6	6.4	8.4	9.5	12.9	14.3
Calcium	0.9	1.0	1.1	1.1	1.2	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2
Total P	0.8	0.9	0.9	0.9	1.2	0.9	0.7	0.9	0.9	1.0

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการเสริมเปลือกกุ้งป่นในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ ดังแสดงใน **Table 3** พบว่าไก่เนื้อที่อายุ 0-21 วัน มีการตอบสนองในเรื่องของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นแบบ cubic ($P<0.05$) โดยมีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงขึ้นเมื่อได้รับอาหารที่เสริมเปลือกกุ้งป่นที่ระดับ 5% แต่เมื่อเสริมเปลือกกุ้งป่นสูงขึ้นที่ระดับ 10 ถึง 20% ไม่มีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) การเสริมเปลือกกุ้งป่นในระดับที่สูงขึ้นมีผลในการลดการกินได้ของไก่แบบ quadratic ($P<0.05$) โดยการเสริมเปลือกกุ้งป่นที่ระดับ 10 และ 15% ส่งผลให้การกินได้ลดลง ส่วนอัตราการแลกเนื้อ (FCR) พบว่ามีการตอบสนองแบบ quartic ($P<0.05$) โดยไก่ที่ได้รับอาหารที่เสริมเปลือกกุ้งป่นที่ระดับ 5 ถึง 15% มีอัตราการแลกเนื้อดีที่สุด ส่วนในช่วงอายุ 22-42 วัน พบว่าเมื่อไก่ได้รับเปลือกกุ้งป่นในระดับที่สูงถึง 20% มีผลทำให้น้ำหนักตัวและอัตราการแลกเนื้อด้อยลงแบบ quartic ($P<0.05$) เมื่อพิจารณาตลอดช่วงอายุ 0-42 วัน พบว่าให้ผลเช่นเดียวกับไก่เนื้อในช่วงอายุ 22-42 วัน ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Fanimo et al. (1996) ที่รายงานว่าการใช้เปลือกกุ้งป่นในอาหารไก่เนื้อที่อายุ 0-28 วัน ในระดับ 4.9% สามารถเพิ่มน้ำหนักตัวไก่ และ Islam et al. (1994) ที่รายงานว่าการใช้เปลือกกุ้งป่นในอาหารที่ระดับ 14.3% ไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและอัตราการตายของไก่เนื้อ ในขณะที่ Rosenfeld et al. (1997) รายงานว่าการใช้เปลือกกุ้งป่นในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 31.6% ไม่ส่งผลต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต แต่จากการทดลองครั้งนี้จะเห็นได้ว่าการใช้เปลือกกุ้งป่นที่ระดับ 20% ส่งผลให้สมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อลดลง ซึ่งกลไกดังกล่าวยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด แต่จากการค้นคว้าเอกสารพบว่าอาจเป็นผลเนื่องมาจากการที่เปลือกกุ้งป่นมีไคตินเป็นองค์ประกอบ ซึ่งไคตินเป็นโพลีแซคคาร์ไรด์ที่ไม่สามารถย่อยได้ จึงส่งผลในการขัดขวางการย่อยโปรตีนและไขมันโดยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหาร ทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะลดลง (Castro et al., 1989) จากการทดลองยังพบอีกว่าการใช้เปลือกกุ้งป่นในอาหารที่ระดับ 5 ถึง 20% ไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการตายของไก่เนื้อ

เมื่อไก่อายุครบ 42 วัน ได้ทำการสุ่มไก่และฆ่าเพื่อวัดส่วนประกอบซาก ลักษณะสีของเนื้อและผิวหนัง ซึ่งผลการเสริมเปลือกกุ้งป่นในอาหารต่อส่วนประกอบซาก ลักษณะสีของเนื้อและผิวหนัง ดังแสดงใน **Table 4** พบว่า การเสริมเปลือกกุ้งป่นที่ระดับต่างๆ ไม่ส่งผลกระทบต่อส่วนประกอบซาก ซึ่งได้แก่ เปอร์เซ็นต์ซาก และเปอร์เซ็นต์เครื่องใน เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) สอดคล้องกับ Fanimo et al. (1996); Rosenfeld et al. (1997) และ Mahata et al. (2008) ที่รายงานว่าการใช้เปลือกกุ้งป่นในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 14.8, 31.6 และ 12.0% ตามลำดับ ไม่ส่งผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์ซาก ส่วนการใช้เปลือกกุ้งป่นในอาหารไก่เนื้อต่อลักษณะสีของเนื้อและผิวหนัง ซึ่งได้แก่ ความสว่าง (lightness) ความแดง (redness) และความเหลือง (yellowness) ไม่พบความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) ในขณะที่ Khempaka et al. (2006a) รายงานว่าการใช้เปลือกกุ้งในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 4-12% สามารถเพิ่มความแดง (redness) ในเนื้อส่วนน่อง นอกจากนี้ Gernat (2001) รายงานว่าการใช้เปลือกกุ้งในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 4.6-18.6% สามารถเพิ่มสีของไข่แดงได้ ซึ่งสาเหตุการเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อและสีไข่แดงมาจากการใช้เปลือกกุ้งป่นในอาหาร เนื่องจากในเปลือกกุ้งป่นมีส่วนประกอบของสารให้สีจำพวก astaxanthin แต่จากการทดลองครั้งนี้ไม่พบผลของเปลือกกุ้งป่นต่อการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อและผิวหนัง อาจเป็นผลมาจากการลดลงของข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเมื่อมีการใช้เปลือกกุ้งป่นในสูตรอาหาร ซึ่งทั้งข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบที่มีส่วนประกอบของสารให้สี โดยข้าวโพดมีสารให้สี xanthophyll และ lutein ปริมาณ 17 และ 0.12 มก./กก. ตามลำดับ (NRC, 1994) กากถั่วเหลืองมีสารให้สี β-carotene และ lutein 0.02 และ 0.27 มก./กก. ตามลำดับ (Kanamaru et al., 2006) ส่วนเปลือกกุ้งมีสารให้สี astaxanthin และ cantaxanthin

ที่ระดับ 7 และ 27 มก./กก. ตามลำดับ (Hertrampf and Piedadl, 2000)

ผลการเสริมเปลือกกุ้งป่นในอาหารต่อปริมาณยูเรียไนโตรเจนในเลือดและค่าทางโลหิตวิทยาของไก่เนื้อเมื่อได้รับเปลือกกุ้งป่นที่อายุ 21 และ 42 วัน ดังแสดงใน **Table 5** พบว่าระดับของเปลือกกุ้งป่นในระดับที่สูงขึ้นในอาหารไก่เนื้อที่อายุ 21 วัน มีผลทำให้ปริมาณยูเรียไนโตรเจนในเลือดลดลงแบบ quadratic ($P<0.05$) โดยการใช้เปลือกกุ้งป่นที่ระดับ 10 และ 15% สามารถลดปริมาณยูเรียไนโตรเจนในเลือดได้ อย่างไรก็ตามในไก่เนื้อที่อายุ 42 วัน พบว่าการใช้เปลือกกุ้งป่นที่ระดับต่างๆ ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณยูเรียไนโตรเจนในเลือด ($P>0.05$) โดยปริมาณยูเรียไนโตรเจนในเลือดบ่งบอกถึงความสมดุลของกรดอะมิโนในอาหารที่ตรงตามความต้องการของสัตว์ หากในอาหารมีปริมาณกรดอะมิโนที่ไม่สมดุลร่างกายจะขับออกในรูปของยูเรีย ส่งผลให้ระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือดเพิ่มขึ้น (Kumta and Harper, 1961; Ranjihan, 1980) ซึ่งปริมาณยูเรียไนโตรเจนในเลือดที่ลดลงสอดคล้องกับข้อมูลด้านสมรรถภาพการเจริญเติบโตที่แสดงไว้ใน **Table 3** ที่พบว่าในไก่เนื้อที่อายุ 21 วัน เมื่อได้รับเปลือกกุ้งป่นที่ระดับ 10 และ 15% ส่งผลให้อัตราการแลกเนื้อดีขึ้น สำหรับค่าทางโลหิตวิทยาพบว่าในไก่เนื้อที่อายุ 21 และ 42 วัน เมื่อได้รับเปลือกกุ้งป่นในระดับต่างๆ ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) และในส่วนของชนิดเม็ดเลือดขาว พบว่าในไก่เนื้อที่อายุ 21 วัน เมื่อได้รับเปลือกกุ้งป่นในระดับ 10 ถึง 20% มีผลในการเพิ่มเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนซัยต์แบบ quartic ($P<0.05$) ส่วนเม็ดเลือดขาวชนิดอื่นๆ ไม่พบความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) ส่วนในไก่เนื้อที่อายุ 42 วัน พบว่าการใช้เปลือกกุ้งป่นที่ระดับต่างๆ ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณเม็ดเลือดขาวทุกชนิดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) โดยกนกธร (2546) รายงานว่าเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนซัยต์มีคุณสมบัติในการกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย และหากมีปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนซัยต์อยู่ในช่วงที่สูงแต่ยังไม่เกินค่าปกติ (2-6%) แสดงว่าเซลล์สามารถต่อต้านสิ่งแปลกปลอมและเชื้อโรคได้เป็นอย่างดี ซึ่งการเสริมเปลือกกุ้งป่นในระดับที่สูงขึ้นในอาหารไก่เนื้อที่อายุ 21 วัน มีผลในการเพิ่มปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนซัยต์แบบ quartic โดยการใช้เปลือกกุ้งป่นที่ระดับ 10, 15 และ 20% สามารถเพิ่มปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนซัยต์ได้ ซึ่งหมายถึงการมีภูมิต้านทานโรคเพิ่มขึ้น และมีสุขภาพที่ดีขึ้นด้วย นอกจากนั้นยังพบว่าการใช้เปลือกกุ้งป่นที่ระดับต่างๆ ไม่ส่งผลกระทบต่อสัดส่วนของเม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิลล์และลิมโฟซัยต์ ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกถึงสภาวะการเกิดความเครียดของสัตว์

ปริมาณไลโซไซม์และอิมมูโนโกลบูลินในไก่เนื้ออายุ 21 และ 42 วัน ที่ได้รับการเสริมเปลือกกุ้งป่นในอาหาร ดังแสดงใน **Table 6** พบว่าในไก่เนื้อที่อายุ 21 วัน เมื่อได้รับเปลือกกุ้งป่นที่ระดับสูงขึ้น มีผลเพิ่มปริมาณไลโซไซม์แบบ linear โดยการใช้เปลือกกุ้งป่นที่ระดับ 15 และ 20% มีปริมาณไลโซไซม์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ในไก่เนื้อที่อายุ 42 วัน พบว่าการใช้เปลือกกุ้งป่นที่ระดับต่างๆ ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณไลโซไซม์ในร่างกาย ($P>0.05$) ซึ่งในช่วงอายุ 21 วันแรกของไก่เนื้อที่ได้รับเปลือกกุ้งป่นในอาหาร มีการตอบสนองระบบภูมิคุ้มกันที่ดี เนื่องจากสัตว์ที่อายุน้อยระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายยังมีการพัฒนาที่ไม่สมบูรณ์ทำให้สามารถพบการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากปัจจัยต่างๆ ได้อย่างชัดเจน แต่เมื่อสัตว์มีอายุมากขึ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายมีการพัฒนาการที่สมบูรณ์ โดยไลโซไซม์เป็นเอนไซม์ที่ผลิตจากแมคโครฟาจ ซึ่งทำหน้าที่ในการย่อยสลายชั้น peptidoglycan ของผนังเซลล์จุลินทรีย์ที่ก่อโรค ส่งผลให้เชื้อโรคถูกทำลาย ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของไลโซไซม์อาจมีผลมาจากไคตินที่มีอยู่ในเปลือกกุ้ง ซึ่ง Okawa et al. (2003) รายงานว่า ไคตินสามารถเพิ่มการทำงานของแมคโครฟาจ โมโนซัยต์ และนิวโทรฟิลส์ ซึ่งส่งผลโดยตรงในการต่อต้านเชื้อโรคและด้านภูมิคุ้มกันรวม และพบว่าในไก่เนื้อที่อายุ 21 และ 42 วัน เมื่อได้รับเปลือกกุ้งป่นในระดับต่างๆ ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าอิมมูโนโกลบูลินเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม($P>0.05$)

สรุป

จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าการใช้เปลือกกุ้งป่นซึ่งเป็นเศษเหลือจากอุตสาหกรรมการส่งออกกุ้งแช่แข็ง เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนที่เหมาะสมในอาหารไก่เนื้อควรใช้ที่ระดับ 15% โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต นอกจากนั้นยังเกี่ยวข้องกับสมดุลของระดับกรดอะมิโนในอาหาร โดยสามารถลดปริมาณยูเรียไนโตรเจนในเลือด และกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายโดยการเพิ่มปริมาณไลโซไซม์ และเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนซัยต์ อย่างไรก็ตามหากใช้ในระดับที่สูงขึ้นถึง 20% จะส่งผลทำให้สมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อลดลง นอกจากจะใช้เปลือกกุ้งป่นเพื่อเป็นวัตถุดิบแหล่งโปรตีนแล้ว สารไคตินซึ่งเป็นส่วนประกอบในเปลือกกุ้งยังมีคุณสมบัติในการกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันโรค จึงเป็นที่น่าสนใจในการศึกษาเพิ่มเติมถึงคุณสมบัติดังกล่าวต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กนกธร ปิยธำรงรัตน์. 2546. เนื้อเยื่อวิทยา. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

วรรณา ชูฤทธิ์ จารุวรัตน์ ชินาจริยวงศ์ ทิพยวรรณ ปริพัฒนานนท์ สุปราณี มณูรักษ์ชินากร ศิริอุมา บำรุงวงษ์ ทวีวิทย์ ภัควนิตย์ และโสภา ชาญโสภณ. 2543. รายงานการวิจัย เรื่อง การเพิ่มผลผลิตของโรงงานแปรรูปอาหารทะเลและแนวทางการใช้ผลพลอยได้เพื่ออุตสาหกรรมที่ครบวงจร, มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, นครศรีธรรมราช.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2552. รายงานภาวะเศรษฐกิจการเกษตรปี 2551 ภาพรวมกุ้ง. แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/download/document/shrimp51.pdf. ค้นเมื่อ 1 มิถุนายน 2551.

สำนักงานส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร กรมการค้าภายใน. 2550. รายงานภาวะสินค้ากุ้ง: ประจำเดือนตุลาคม 2550. แหล่งข้อมูล: http://www.dit.go.th/agriculture/product/ agri_9/agri_9_1050.pdf. ค้นเมื่อ 1 มิถุนายน 2551.

Anino, J. S. and R. W. Giese. 1976. Clinical chemistry: principles and procedures. 4th edition. Boston, Little Brown and company.

AOAC. 1998. Official Methods of Analysis. 16th ed. Assoc. Offic. Anal. Chem., Washington, DC.

Austin, P. R., C. J. Brine, J. E. Castle, and J. P. Zikakis. 1981. Chitin: New facets of research. Sci. 212:898-904.

Castro, G., N. Stoyan, and J. P. Nyers. 1989. Assimilation efficiency in birds, a function of taxon and food type? Comp. Biochemp. Physiol. 92A:271-278.

Chen, H. C., C. C. Chang, W. J. Mau, and L. S. Yen. 2002. Evaluation of *N* -acetylchitooligosaccharides as the main carbon sources of the growth of intestinal bacteria. FEMS Microbiology Letters. 209:53-56.

Chimsung, N., N. Chealoh, P. Pimolrat, and C. Tantikitti. 2006. Effects of shrimp head meal in the diets on growth, feed efficiency and pigmentation of sex-reversed red tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*). Songklanakarin J. Sci. Technol. 28:951-964.

Fanimo, A. O., E. Mudama, T. O. Umukoro, and O. O. Oduguwa. 1996. Substitution of shrimp waste meal for fish meal in broiler chicken rations . Tropical Agiculture (Trinidad). 73:201-205.

Gernat, A. G. 2001. The effect of Using Different Levels of Shrimp Meal in Laying Hen Diets. Poult. Sci. 80:633-636.

Hertrampf, J. W., and P. F. Piedad. 2000. Handbook on Ingrediens for Aquaculture Feed. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Hornung, D. E., and J. R. Stevenson. 1971. Changes in the rate of chitin synthesis during the crayfish molting cycle. Comp. Biochem. Physiol. 40B:341-346

Islam, M. A., M. D. Hossain, S. M. Balbul, and M. A. R. Howlider. 1994. Unconventional feed for broiler. Indian Vet. J. 71:775-780.

Kanamaru, K., W. Shaodong, A. Jun, Y. Tetsuya, and K. Keisuke. 2006. Identification and Characterization of Wild Soybean (*Glycine soja* Sieb. Et Zecc.) Strains with High Lutein Content. Breed Sci. 56:231-234.

Khempaka, S., M. Mochizuki, K. Koh, and Y. Karasawa. 2006a. Effect of Chitin in Shrimp Meal on Growth Performance and Digestibility in Growing Broilers. J. Poult. Sci. 43:339-343.

Khempaka, S., K. Koh, and Y. Karasawa. 2006b. Effect of shrimp meal on growth performance and digestibility in Growing Broilers. J. Poult. Sci. 43:250-254.

Kreukniet, M. B., M. G. B. Nieuwl, and A. J. van der Zijpp. (1994). Phagocytic activity of two lines of chickens divergently selected for antibody production. Vet. Immunol. Immunopathol. 44:371-387.

Kumta, U. S. and A. E. Harper. 1961. Amino acid imbalance vii. Effects of dietary additions of amino acid on food intake and blood urea concentration of rats fed low protein diet containing fibrin. J. Nutr. 73:139-147.

Mahata, M. E., A. Dharma, H. I. Ryanto, and Y. Rizal. 2008. Effect of Substituting Shrimp Waste Hydrolysate of *Penaeus merguensis* for Fish Meal in Broiler Performance. Pakistan J. Nutr. 7:806-810.

NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th ed. National. Academy. Press, Washington, DC.

Okawa, Y., M. Kobayashi., S. Suzuki, and M. Suzuki. 2003. Comparative Study Protective Effects of Chitin, Chitosan, and *N*-Acetyl Chitohexaose against *Pseudomonas aeruginosa* and *Listeria monocytogenes* Infection in Mice. Biol. Pharm. Bull. 26:902-904.

Ranjihan, S. K. 1980. Animal Nutrition in Topics, 2nd edition. Vikas Publishing House.

Rosenfeld, D. J., A. G. Gernat, J. D. Marcano, J. G. Murillo, G. H. Lopez, and J. A. Flores. 1997. The Effect of Using Different Levels of Shrimp Meal in Broiler Diets. Poult. Sci. 76:581-587.

Sibbald, I. R. 1976. A Bioassay for True Metabolizable Energy in Feedingstuffs. Poult. Sci. 55:303-308.

SPSS. 2004. User's Guide, Version 13.0 SPSS Inc., Chicago, IL.

Terry, W.C. 1995. Avian hematology and cytology. 2nd edition. TechBook., Florida.