อัตราส่วนของ พลังงาน–โปรตีน ต่อประสิทธิภาพการใช้อาหาร ส่วนประกอบทางเคมี และคุณภาพของเนื้อไก่

Nutrient Utilization Body Composition and Meat Quality as Affected by Energy Protein Ratio

อุทัย พิสณฑ์

Utai Pisone

สำนักงานวิจัยเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ท่าพระ ขอนแก่น

ABSTRACT

Experiment 1. The experimental diets with three dietary energy-protein ratios (K cal. M.E. per lb/% protein) of 53, 63 and 73 were fed each to four replicate groups of ten NXC. male chicks at two levels of feed intakes, ad libitum ad 55 percent of ad libitum from one week to five weeks of age.

Experiment 2 was conducted to study a wider range of energy-protein ratios i.e. 45, 50, 55, 60, 65, and 70. Each diet was fed to four replicate groups from one day to eight weeks of age.

Results indicated a linear increase (P .01) in protein gain per unit of protein intake as a result of a linear decrease in protein intake with the widening of dietary energy-protein ratios. Based on metabolic size, feed intake, M.E. intake, energy gain, energy efficiency and heat increment were not significantly different in the ad libitum fed group associated with alteration of dietary energy-protein ratio. These values were higher in the ad libitum fed group as compared to those fed 55 percent of ad libitum (P .01). Increase in dietary energy-protein ratio caused a linear increase in body fat, quadratic decrease in moisture and a linear decrease in protein contents of the carcass. Feather composition resulted in similar trend as whole body composition associated with dietary energy-protein ratio.

Wider range of dietary energy-protein ratio caused a linear increase in M.E. consumption, a linear decrease in total feed intake, a quadratic response in weight gain and feed efficiency, a curvilinear respones in protein efficiency and energy efficiency (P .01). Similar results in body contents were obtained as Experiment 1 associated with energy-protein alteration flavor, juiciness and overall satisfaction scores for the thigh meat increase linearly (P .05) as dietary energy-protein ratios widened.

นักวิจัยทางด้านอาหารไก่ได้เพิ่มความสนใจต่อความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน และโปรตีนในอาหารต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงทางด้านองค์ประกอบทางเคมีของร่างกาย งานวิจัยเริ่มแรกได้พบว่า ไก่ซึ่งเลี้ยงด้วยอาหารซึ่งมีไขมันในอาหารสูง จะทำให้ส่วนประกอบของไขมันในร่างกายสูงด้วย ต่อมาได้มีผู้ทำการวิจัยถึงอิทธิพลของพลังงานในอาหารต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร Hill และ Dansky (8) พบว่า เมื่อให้อาหารซึ่งมีพลังงานสูง แต่โปรตีนต่ำ จะทำให้

การเจริญเติบโตน้อยกว่าปรกติ แต่หากปรับระดับพลังงานให้ต่ำลง การเจริญเติบโตจะดีขึ้น Peterson et al. (13) สรุปว่า ไก่จะกินอาหารมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับระดับพลังงานในอาหาร หากพลังงานในอาหารสูงไก่จะกินอาหารทั้งหมดน้อยกว่าอาหารซึ่งมีระดับพลังงานต่ำ

ในแง่ของความสัมพันธ์ของพลังงานและโปรตีนในอาหารโดยตรง Donalson และคณะ (4) รายงานว่า เมื่ออัตราส่วนของพลังงานต่อโปรตีนในอาหารสูง จะทำให้ไขมันในร่างกายของไก่เพิ่มขึ้น แต่น้ำกับโปรตีนในร่างกายจะลดลง อย่างไรก็ตามข้อมูลเกี่ยวกับอัตราส่วนของพลังงาน และโปรตีนต่อลักษณะอื่น ๆ เช่นประสิทธิภาพการใช้อาหาร คุณภาพของเนื้อโดยเฉพาะต่อผู้บริโภค และองค์ประกอบทางเคมีของแต่ละส่วนยังไม่สมบูรณ์ โครงการวิจัยนี้จึงมีความมุ่งหมายที่จะศึกษาถึงอิทธิพลของอัตราส่วนพลังงานต่อโปรตีนในอาหารต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานและโปรตีน องค์ประกอบทางเคมีและความพอใจของผู้บริโภค นอกเหนือไปจากการเจริญเติบโต การใช้อาหาร ประสิทธิภาพการใช้อาหารทั้งหมด

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้แบ่งโครงการออกเป็น 2 โครงการ ๆ แรกใช้อัตราส่วนของพลังงานต่อโปรตีนในอาหาร 3 ระดับ คือ 53, 63 และ 73 โดยให้อาหาร 2 แบบ คือแบบ ad libitum และ 55 เปอร์เซนต์ ad libitum โครงการที่ 2 ศึกษาอัตราส่วนของพลังงานต่อโปรตีนในอาหาร 6 ระดับ คือ 45, 50, 55, 60, 65 และ 70 (แคลอรี่ M.E. ต่อปอนด์/ % โปรตีนในอาหาร) การปรับอัตราส่วนของพลังงานและโปรตีน ทำโดย ปรับระดับของอาหารหลัก คือข้าวโพดและกากถั่วเหลืองตามสูตรต่อไปนี้ คือ

$$E = \frac{a\,(100-x)\,bx}{c\,(100-x)\,dx}$$

เมื่อ E เป็นระดับอัตราส่วนของพลังงานต่อโปรตีนที่ต้องการ

a, b เป็นค่าพลังงานต่อปอนด์ของข้าวโพดและกากถั่วเหลืองตามลำดับ

c, d เป็นค่า (เปอร์เซนต์) โปรตีนของข้าวโพดและกากถั่วเหลืองตามลำดับ

x เป็นจำนวนเปอร์เซนต์ของกากถั่วเหลืองในอาหารผสมที่ต้องการทราบ

100-x เป็นจำนวนเปอร์เซนต์ของข้าวโพด ในอาหารผสมที่ต้องการทร่าบ

ตัวอย่างอาหารทดลองของโครงการที่ 1 แสดงไว้ในตารางที่ 1 ส่วนโครงการที่ 2 ระดับของข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเท่านั้นที่เปลี่ยนแปลงตามอัตราส่วนพลังงานโปรตีนที่ต้องการ ส่วนแร่ธาตุ ไวตามินและเมธไธโอนีน ใช้ในระดับเดียวกัน ซึ่งปรับให้อยู่ในระดับไม่น้อยกว่าความต้องการ ซึ่งระบุใน National Academy of Science 1971

ทั้งสองโครงการวางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design มี 4 ซ้ำ ๆ หนึ่งในแต่ละ treatment จัดลูกไก่พันธ์ผสม New Hampshire×Columbia เพศผู้ขังกรง ๆ ละ 10 ตัว แต่ละตัวมีเบอร์ติดที่ปีก โครงการที่ 1 สิ้นสุดเมื่อไก่อายุ 5 สัปดาห์ โครงการที่ 2 สิ้นสุดเมื่อไก่อายุ 8 สัปดาห์ ในการเตรียมตัวอย่างไก่เพื่อหาส่วนประกอบทางเคมีใช้วิธีของ Hartsook และ Hershberger (6) โดยใช้วิธีสุ่มไก่กรงละ 2 ตัว เพื่อนำมาวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี การหาน้ำหนักตาม metabolic size การหาพลังงานที่เป็นประโยชน์ (metabolizable energy) nitrogen retention ใช้วิธีของ Hill และ Anderson (7) การวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีของตัวอย่างทั้งหมด ทำตามวิธีของ Association of Official Agricultural Chemists (1) ในโครงการที่ 2 การวัดความพอใจของผู้บริโภคและการวัดความนุ่มของเนื้อ กระทำตามวิธีการของ Larmond (9) และ Conger and Zook (3) โดยนำเนื้อส่วนนอก และส่วนขามาทดสอบจากวิธีสุ่มและจำนวนไก่ เช่นเดียวกับโครงการที่ 1

ทำการวิเคราะห์ทางสถิติหา analysis of variance และ multiple regression analysis ตามวิธีการของ Snedecor และ Cochran วัดความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ orthogonal polynomial comparison

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบอาหารทดลอง โครงการที่ 1

อัตราส่วนพลังงาน-โปรตีน M.E. per lb/% โปรตีน	53	63	73
ข้าวโพด	56.00	64.10	70.25
กากถั่วเหลือง	39.50	31.10	25.25
Limestone	0.60	0.60	0.60
Dicalcium phosphate	3.00	3.00	3.00
เกลือ	0.25	0.25	0.25
Vitamin mix	0.50	0.50	0.50
Methionine	0.15	0.15	0.15
รวม	100.00	100.00	100.00
ส่วนประกอบทางเคมี			
โปรตีน %	24.50	21.15	18.60
พลังงาน M.E. Kcal./g	2.91	2.98	3.04

โครงการที่ 2 ใช้ระดับพลังงาน 6 ระดับคือ 45, 50, 55, 60, 65 และ 70 โดยปรับระดับข้าวโพดและกากถั่วเหลือง ส่วนไวตามิน แร่ธาตุและอาหารเสริมอื่น ใช้ในอัตราเดียวกัน

ผลการทดลอง

โครงการทดลองที่ 1

ตารางที่ 2 แสดงให้เห็นผลของอัตราส่วนพลังงานต่อโปรตีนในอาหาร และระดับการใช้อาหารต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ระดับอาหารซึ่งให้ คือ ad libitum และ 55 เปอร์เซนต์ ad libitum มีผลทำให้อาหาร พลังงานที่กินสูงกว่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานในพวกแรกดีกว่าพวกหลัง การเพิ่มอัตราส่วนพลังงานต่อโปรตีนในอาหาร ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานในแต่ละระดับที่เลี้ยง แต่ทำให้ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนเพิ่มขึ้นในแบบ linear form เนื่องมาจากการกินโปรตีนซึ่งลดลงในรูป linear ($P < .01$) ทั้งในพวกซึ่งให้อาหารแบบ ad libitum และพวกซึ่งให้ 55 เปอร์เซนต์ ad libitum การวัดความสมดุลย์ของการใช้พลังงานในอาหาร ปรากฏว่า พลังงานเพิ่ม พลังงานสำหรับการดำรงชีพ (maintenance) และพลังงานที่เสียไปในรูปของ heat increment อยู่ระหว่าง 23 – 26 เปอร์เซนต์ 16 – 18 เปอร์เซนต์ และ 57 – 49 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ สำหรับพวกใช้อาหารแบบ ad libitum ส่วนพวกซึ่งใช้อาหาร 55 เปอร์เซนต์ ad libitum นั้น 2 ค่าแรกน้อยกว่า ส่วนค่าหลังสงกว่าพวก ad libitum.

ตารางที่ 3 แสดงถึงผลของอัตราส่วนพลังงานต่อโปรตีนอาหาร และระดับการให้อาหาร ต่อส่วนประกอบทางเคมีของซากไก่และขนไก่ จะเห็นได้ว่าเมื่ออัตราส่วนของพลังงานต่อโปรตีนในอาหารเพิ่มขึ้น เปอร์เซนต์โปรตีนของซากจะลดลง แต่เปอร์เซนต์ไขมันของซากจะเพิ่มขึ้นในรูป linear form ($P < .05$) และพลังงานของซากก็เพิ่มในแบบเดียวกันกับไขมัน ทั้งในพวกซึ่งเลี้ยงแบบ ad libitum และในพวก 55 เปอร์เซนต์ ad libitum แต่อัตราส่วนของพลังงานต่อโปรตีนในอาหารไม่มีผลต่อส่วนประกอบทางเคมีของขนไก่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แม้ว่าค่าต่าง ๆ จะมีแนวโน้มในรูปเดียวกันกับส่วนประกอบทางเคมีของซาก ผลวิเคราะห์

ตารางที่ 2 ผลของอัตราส่วนพลังงานต่อโปรตีนในอาหาร ต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานและโปรตีน

ระดับอาหาร	ad libitum			55% of ad libium			S.E.
อัตราส่วนพลังงานต่อโปรตีน	53	63	73	53	63	73	
Energy gained, Kcal /$W^{.75}$ (a)	1503.47	1769.74	1713.13	704.25	954.80	854.63	78.13
Heat produced, Kcal /$W^{.75}$ (a)	5144.06	5155.73	5293.51	4324.53	4279.48	4751.04	217.64
Maintenance, Kcal /$W^{.75}$ (a)	1155.44	1174.43	1101.89	833.94	820.72	793.06	18.50
Heat Increment, Kcal /$W^{.75}$ (a)	3988.62	3981.30	4191.62	3490.59	3458.76	3957.98	225.79
Energy gained /M.E.,% (a)	22.71	25.59	24.54	14.64	18.22	15.25	1.29
Maintenance /M.E.,%	17.45	16.98	15.73	16.51	15.68	14.73	0.70
Heat Increment /M.E.% (d)	59.84	57.43	59.73	68.85	66.10	70.38	2.26
Protein intake g/$W^{.75}$ (a, b)	569.17	494.92	436.13	433.59	380.23	346.05	18.14
Protein gained, g/$W^{.75}$ (a)	175.76	197.23	174.06	102.09	101.29	87.83	6.66
Protein efficiency, % (a, c)	30.88	39.85	39.91	23.57	26.64	25.38	1.48

ตารางที่ 3 ผลของอัตราส่วนของพลังงานต่อโปรตีนในอาหาร ต่อส่วนประกอบทางเคมีของซากและขนไก่

ระดับอาหาร	ad libitum			55% of ad libitum			S.E.
อัตราส่วนพลังงานต่อโปรตีน	53	63	73	53	63	73	
ส่วนประกอบของซาก							
% โปรตีน	62.31	63.83	61.71	75.67	67.85	67.40	1.08
% ไขมัน	17.80	17.69	23.37	9.06	17.00	17.35	2.39
% เถ้า	12.11	12.07	11.61	13.49	12.40	12.25	0.53
พลังงาน G.E. แคลอรี่/กรัม	5.60	5.68	5.83	5.20	5.50	5.56	0.09
ส่วนประกอบของขน							
% โปรตีน	89.13	84.81	78.69	76.69	79.25	80.75	4.44
% ไขมัน	3.89	3.62	5.06	3.98	4.20	4.01	0.49
% เถ้า	2.00	1.58	1.45	1.43	1.26	1.25	0.17
พลังงาน G.E. แคลอรี่/กรัม	3.15	2.93	2.95	3.22	2.94	2.87	0.28

ส่วนประกอบทางเคมีของไก่โดยใช้ทั้งซากและขนรวมกัน ซึ่งไม่ได้เสนอผลในตารางเหมือนกับการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของซาก

โครงการทดลองที่ 2

ผลการใช้อาหารซึ่งมีอัตราส่วนพลังงานต่อโปรตีนตั้งแต่ 45 ถึง 70 โดยเพิ่มขั้นละ 5ต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหาร แสดงไว้ในตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่า เมื่อ 4 สัปดาห์อัตราส่วนของพลังงานต่อโปรตีนในอาหารไม่มีผลก่อให้เกิดความแตกต่างในด้านการเจริญเติบโต หรือประสิทธิภาพการใช้อาหาร แต่เมื่อ 8 สัปดาห์ การกินอาหารจะลดลงในรูป linear form ($P < .01$) เมื่อเพิ่มอัตราส่วนพลังงานต่อโปรตีนในอาหาร สำหรับน้ำหนักเพิ่มและประสิทธิภาพการใช้

ตารางที่ 4 ผลของอัตราส่วนพลังงานต่อโปรตีนในอาหารต่ออาหารที่กิน น้ำหนักเพิ่มและประสิทธิภาพการใช้อาหารเมื่อ 4 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์

อัตราส่วนพลังงานต่อโปรตีน	45	50	55	60	65	70	S.E.
อาหารที่กินเฉลี่ย 4 สัปดาห์, ก	763.95	759.35	776.65	740.33	772.52	727.80	15.66
อาหารที่กินเฉลี่ย 8 สัปดาห์, ก	2517.70	2486.35	2497.15	2442.20	2477.77	2399.92	22.10
น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย 4 สัปดาห์, ก	433.40	430.10	441.98	431.95	461.40	406.55	13.13
น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย 8 สัปดาห์, ก	1061.78	1066.93	1067.00	1062.35	1069.03	1015.85	14.62
อาหารที่กิน/นน. เพิ่ม 4 สัปดาห์	1.76	1.77	1.76	1.72	1.69	1.79	0.04
อาหารที่กิน/นน. เพิ่ม 8 สัปดาห์	2.37	2.33	2.34	2.30	2.33	2.36	0.02
พลังงานที่กินเฉลี่ย 4 สัปดาห์	1855.15	1952.39	2031.10	2076.10	2212.24	2085.12	61.88
พลังงานที่กินเฉลี่ย 8 สัปดาห์	6107.01	6396.05	6532.22	6845.06	7094.07	6874.07	139.47

ตารางที่ 5 ผลของพลังงานต่อโปรตีนในอาหารต่อส่วนประกอบทางเคมีของไก่

อัตราส่วนของพลังงานต่อโปรตีน	45	50	55	60	65	70	S.E.
% น้ำ	69.98	70.02	66.27	67.44	69.08	68.52	0.93
% โปรตีน (นน.แห้ง)	66.25	67.52	63.74	62.68	62.49	61.29	1.19
% ไขมัน (นน.แห้ง)	18.12	16.07	20.12	21.33	22.64	32.02	1.15
% เถ้า (นน.แห้ง)	9.73	9.91	9.69	9.87	9.23	9.31	0.27
% พลังงาน (นน.แห้ง)	5.47	5.32	5.62	5.71	5.56	5.64	0.07

อาหารจะอยู่ในรูปของ quadratic pattern กล่าวคือ เมื่อเพิ่มอัตราส่วนพลังงานต่อโปรตีนในอาหาร จาก 45 ถึง 65 น้ำหนักเพิ่มจะเพิ่มขึ้นอย่างเป็นสัดส่วน แต่เมื่ออัตราส่วนพลังงานเท่ากับ 70 น้ำหนักเพิ่มต่ำกว่าเมื่ออัตราส่วน 60 และ 65 สำหรับประสิทธิภาพการใช้อาหารจะดีขึ้น เมื่อเพิ่มอัตราส่วนพลังงานต่อโปรตีนในอาหารจาก 45 ถึง 60 และจะเลวลงเมื่อสูงกว่านั้น เมื่อหาสมการทางสถิติสำหรับทำนายค่าต่าง ๆ เหล่านี้จากอัตราส่วนพลังงานและโปรตีน ในอาหารจะได้ดังนี้

$$\hat{Y}_1 = 2690.14 - 3.826\ Xi$$

$$\hat{Y}_2 = 519.49 + 20.48\ Xi - 0.1894\ Xi^2$$

$$\hat{Y}_3 = 3.4406 - 0.0384\ Xi + 0.000327\ Xi^2$$

เมื่อ $\hat{Y}_1$, $\hat{Y}_2$ และ $\hat{Y}_3$ เท่ากับ ค่าพยากรณ์อาหารที่กินเฉลี่ย 8 สัปดาห์ น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยตลอด 8 สัปดาห์ และประสิทธิภาพการใช้อาหารเฉลี่ย 8 สัปดาห์ตามลำดับ และ Xi คืออัตราส่วนของพลังงานต่อโปรตีนในอาหาร

ตารางที่ 5 แสดงถึงผลของอัตราส่วนพลังงานต่อโปรตีนในอาหารต่อส่วนประกอบทางเคมีของไก่ เมื่อเพิ่มอัตราส่วนพลังงานต่อโปรตีนในอาหาร จะทำให้ส่วนประกอบทางเคมีของไก่เปลี่ยนแปลงดังนี้คือ เปอร์เซนต์น้ำในร่างกายจะเพิ่มขึ้นและลดลงไม่สม่ำเสมอแต่เปอร์เซนต์โปรตีนจะลดลงอย่างเป็นสัดส่วน ในขณะที่เปอร์เซนต์ไขมันจะเพิ่มขึ้นอย่างเป็นสัดส่วน

ตารางที่ 6 ผลของอัตราส่วนพลังงานต่อโปรตีนในอาหารต่อคะแนนความพอใจของผู้บริโภค

คะแนนต่าง ๆ[1/]	อัตราส่วนพลังงานต่อโปรตีน						
	45	50	55	60	65	70	
ความนุ่ม							
เนื้อจากส่วนอก	5.75	6.41	6.33	5.96	6.58	6.10	0.26
เนื้อจากส่วนขา	5.88	6.24	5.78	6.30	6.46	6.38	0.21
รสชาด							
เนื้อจากส่วนอก	5.56	5.86	5.96	5.81	5.79	5.81	0.18
เนื้อจากส่วนขา	5.90	5.82	5.88	6.24	6.31	6.36	0.18
ความฉ่ำ							
เนื้อจากส่วนอก	4.85	5.26	5.21	5.35	5.62	5.24	0.21
เนื้อจากส่วนขา	5.45	6.01	5.70	5.95	5.88	6.08	0.16
ความพอใจทุกส่วน							
เนื้อจากส่วนอก	5.48	5.80	5.88	5.86	5.79	5.85	0.15
เนื้อจากส่วนขา	5.84	5.98	5.85	6.32	6.44	6.44	0.15
เนื้อจากส่วนอก	5.50	5.03	4.39	5.75	5.64	4.95	0.32
เนื้อจากส่วนขา	5.69	5.24	5.07	5.37	5.51	5.41	0.31

[1/] 8 สูงที่สุด 1 ต่ำที่สุด

linear pattern ($P < .01$) เปอร์เซนต์ของเถ้าอยู่ค่อนข้างจะคงที่ และพลังงานของร่างกายจะเปลี่ยนแปลงอย่างไม่สม่ำเสมอเมื่อวิเคราะห์หาสมการทางสถิติเพื่อพยากรณ์ส่วนประกอบทางเคมี (เปอร์เซนต์) จากระดับพลังงานและโปรตีนในอาหารจะได้ดังนี้

$$Y_4 = 114.46 - 1.75\ Xi + 0.0132\ Xi^2$$

$$\hat{Y}_5 = 77.45 - 0.2340\ Xi$$

$$\hat{Y}_6 = 5.30 + 0.2594\ Xi$$

เมื่อ $\hat{Y}_4$, $\hat{Y}_5$ และ $\hat{Y}_6$ คือค่าเฉลี่ยเป็นเปอร์เซนต์ที่พยากรณ์ของน้ำ โปรตีนและไขมันในร่างกายตามลำดับ Xi คืออัตราส่วนพลังงานและโปรตีนในอาหาร

ตารางที่ 6 แสดงผลของพลังงานต่อโปรตีนในอาหาร ต่อลักษณะความพอใจของผู้บริโภค ซึ่งวัดโดยวิธี taste panel ในแง่ของลักษณะความนุ่ม (tenderness) รสชาด (flavor) ความฉ่ำ (juiciness) และความพอใจทั้งหมด และยังแสดงค่าซึ่งวัดความเหนียวหรือความนุ่มของเนื้อจากเครื่องซึ่งเรียกว่า Warner Bratzler Shear จากตารางจะเห็นได้ว่า อัตราส่วนของพลังงานต่อโปรตีนในอาหารไม่มีผลต่อลักษณะต่าง ๆ ที่วัดจากเนื้อซึ่งได้มาจากส่วนนอก แต่สำหรับเนื้อ ซึ่งได้จากส่วนขา flavor, juiciness และ overall satisfaction เพิ่มขึ้นอย่างเป็นสัดส่วนกับอัตราพลังงานต่อโปรตีนในอาหาร (linear form $P < .05$) สำหรับความนุ่ม (tenderness) นั้น มีลักษณะการเพิ่มขึ้นหรือลดลงไม่สม่ำเสมอทั้งจากค่าที่วัดโดยใช้ taste panel หรือจากค่าซึ่งใช้เครื่องวัด

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

ผลการใช้อัตราพลังงานต่อโปรตีน 53, 63 และ 73 และระดับการใช้อาหาร 2 ระดับ คือ ad libitum และ 55 เปอร์เซนต์ ad libitum ปรากฏว่าประสิทธิภาพของโปรตีนวัดในรูปของน้ำหนักโปรตีน ที่เพิ่มต่อจำนวน

โปรตีนที่กินเพิ่มขึ้นในรป linear form ($P < .01$) เนื่องมาจากจำนวนโปรตีนที่กินลดลงในแบบเดียวกันเมื่ออัตราพลังงานต่อโปรตีนในอาหารเพิ่มขึ้น ส่วนประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของพวกให้อาหารแบบ ad libitum สูงกว่าพวก 55 เปอร์เซนต์ ad libitum จากข้อมูลที่ศึกษาถึงความสมดุลย์ของการใช้พลังงาน จะเห็นว่า พลังงานที่เพิ่มขึ้น ความร้อนที่ปลดปล่อยจากร่างกายและพลังงานซึ่งใช้สำหรับการดำรงชีพ (maintenance) ของพวก ad libitum สูงกว่าพวก 55 เปอร์เซนต์ ad libitum สืบเนื่องมาจากจำนวนอาหาร พลังงานซึ่งกินมากกว่า ส่วนอัตราพลังงานต่อโปรตีนในอาหารไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ในแต่ละระดับอาหารที่เลี้ยง ผลเกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสอดคล้องกับ Summers et al. (14) และ Morrison et al. (12)

สำหรับอิทธิพลอัตราส่วนพลังงานต่อโปรตีนในอาหาร ต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารทั้งหมด จะเห็นได้ว่า เมื่ออัตราเพิ่มจาก 45 ถึง 55 น้ำหนักเพิ่มจะมากขึ้น และดีที่สุด เมื่ออัตราเท่ากับ 55 เมื่ออัตรามากว่านั้นน้ำหนักเพิ่มจะลดน้อยลง ส่วนประสิทธิภาพการใช้อาหารจะดีขึ้น เมื่ออัตราเพิ่มจาก 45 ถึง 60 ดีที่สดเมื่ออัตราเท่ากับ 60 แล้วจะเริ่มลดน้อยลง ดังนั้นในแง่ของการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราส่วนพลังงานต่อโปรตีนในอาหารจะอยู่ระหว่าง 55 – 60 ซึ่งอยู่ในช่วงที่ Combs (2) แนะนำ จากผลการทดลองส่วนอาหารซึ่งกินทั้งหมดจะลดลงในขณะที่พลังงานทั้งหมดจะเพิ่มขึ้น ขณะที่อัตราพลังงานต่อโปรตีนในอาหารเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลของ Hill และ Dansky (8) และ Peterson กับคณะ (13)

ผลของการเลี้ยงไก่ด้วยอัตราส่วนพลังงานและโปรตีน อัตราต่าง ๆ ต่อส่วนประกอบทางเคมีของไก่กระทงจากทั้ง 2 โครงการ สรุปได้ดังนี้ คือ ระดับของโปรตีนและน้ำในร่างกายจะลดลง ระดับของไขมันจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราพลังงานต่อโปรตีนในอาหาร แต่ระดับเถ้าจะอยู่คงที่ และสหสัมพันธ์ระหว่างน้ำกับโปรตีนเป็นบวก แต่สหสัมพันธ์ของน้ำ โปรตีนและไขมันในร่างกายเป็น ลบ ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Donalson และคณะ (4) Combs (2)

การเปลี่ยนอัตราส่วนพลังงานต่อโปรตีนในอาหารทำให้รสชาด (flavor) ความฉ่ำ (juiciness) และความพอใจวัดจากผู้บริโภคเพิ่มขึ้น แบบ linear pattern เมื่อนำเนื้อจากส่วนขามาทดลอง ผลการทดลองนี้ขัดแย้งกับรายงานของ Lineweaver (10) Marsden และคณะ (11) Harkin และคณะ (5) ซึ่งรายงานว่าอาหารไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะเหล่านี้ แต่ผู้ทดลองเหล่านี้ทดสอบอัตราของพวกเมล็ดธัญญพืช (grains) หรือระดับต่าง ๆ ของไขมัน แต่ไม่มีผู้ใดทดสอบอัตราส่วนของพลังงานต่อโปรตีนในอาหาร แต่เมื่อนำเนื้อจากส่วนนอกมาวัด ลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารอ้างอิง

1. Association of Official Agricultural Chemists. 1960. Official methods of analysis. 9th edition. Washington, D.C.
2. Combs, G.F. 1961. The relationship of dietary energy and protein in poultry nutrition. Nutrition of Pigs and Poultry, in University Nottingham (Eng.) 8th Easter Sch. Agr. Sci., Ed. J.T. Morgan and D. Lewis.
3. Conger, S.S. and K. Zook. 1968. Laboratory preference and acceptance panel: a case in point. Food Technology 22 : 189.
4. Donalson, W.E., G.F. Combs and G.L. Romoser. 1956. Studies on energy levels in poultry rations. 1. The effect of calorie-protein ratio on growth, nutrient utilization and body composition of chicks. Poultry Science. 35:1100.
5. Harkin, A.M., C. Kitzmiller, G.L. Gilpin and S.J. Marsden. 1958. Quality of cooked meat of turkeys fed animal or vegetable protein diets with vitamin and fat supplements. Poultry Science. 37:1328.

6. HARTSOOK, E.W. AND T.V. HERSHBERGER. 1963. A simplified method for sampling small animal carcasses for analysis. Proceeding of the Society for Experimental Biology and Medicine. 113 : 973-977.

7. HILL, F.W. AND D.L. ANDERSON. 1958. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. Journal of Nutrition 64 : 587.

8. HILL, F.W. AND L.M. DANSKY. 1954. Studies of the energy requirements of chicken. 1. The effect of dietary energy level on growth and feed consumption. Poultry Science. 33:112.

9. LARMOND, E. 1970. Methods for sensory evaluation of food. Canada Dept. of Agr. Publication 1284.

10. LINEWEAVER, H. 1961. Chicken flavor. Proc. Flavor Chem. Symp., Campbell Soup Company, Camden, N.J. 21p.

11. MARSDEN, S.J., L.M. ALEXANDER, J.C. LAMB AND G.S. LINTON. 1957. Relationships among diet composition fleshing, fatness and edible quality of female roasting turkeys. 1. Fish products in starters; cereal grains and oilcake meals in growers. Poultry Science. 36:646.

12. MORRISON, A.B., Z.I. SABRY AND J.A. CAMBELL. 1962. Evaluation of protein in foods. VII. Factors influencing net protein utilization as determined by carcass analysis. Can. Journal of Biochem. Physiol. 40:1663.

13. PETERSON, D.W., C.R. GRAU AND N.F. PEEK. 1954. Growth and food consumption in relation to dietary levels of protein and fibrous bulk. Journal of Nutrition. 52:241.

14. SUMMERS, J.D., S.J. SLINGER AND G.C. ASHTON. 1965. The effect of dietary energy and protein on carcass composition with a note on a method for estimating carcass composition. Poultry Science. 44 : 501.