



รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง

การหาระดับโปรตีน ที่เหมาะสมในอาหารสำหรับแม่ไก่หลังการบังคับ
ผลิตขน

Determination of optimal protein level for post molting hens

โดย

บัวเรียม มณีวรรณ

2551



รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง การหาระดับโปรตีน ที่เหมาะสมในอาหารสำหรับแม่ไก่หลังการบังคับผลิตขน
Determination of optimal protein level for post molting hens

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2550
จำนวน 210,000 บาท

หัวหน้าโครงการ บัวเรียม มณีวรรณ

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

30/9/2550

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลงได้ด้วยการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ปีงบประมาณ 2550 จำนวน 210,000 บาท ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการอนุเคราะห์สถานที่ทำการทดลองจากสาขาสัตวปีก ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ พร้อมทั้งได้รับความอนุเคราะห์ให้ใช้ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์และอุปกรณ์เพื่อใช้ในการวิจัย จากสาขาอาหารสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสาขาสัตวปีก และสาขาอาหารสัตว์ ตลอดจนสัตว์ทดลองทุกตัว ซึ่งมีส่วนสำคัญที่ทำให้งานวิจัยนี้ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และสำเร็จตามวัตถุประสงค์ไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัย



สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญรูปภาพ	ข
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	4
ผลการทดลอง	6
วิจารณ์ผลการทดลอง	13
สรุปผลการทดลอง	18
เอกสารอ้างอิง	18



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ส่วนประกอบและคุณค่าทางโภชนะของอาหารไก่ไข่และอาหาร ทดลองที่ประกอบด้วยโปรตีนในระดับต่าง ๆ กัน	5
ตารางที่ 2 ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อผลผลิตไข่หลังการบังคับผลิตชน	7
ตารางที่ 3 ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อคุณภาพไข่หลังการบังคับผลิตชน สัปดาห์ที่ 2-5	9
ตารางที่ 4 ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อคุณภาพไข่หลังการบังคับผลิตชน สัปดาห์ที่ 9-21	10
ตารางที่ 5 ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อคุณภาพไข่หลังการบังคับผลิตชน สัปดาห์ที่ 25-33	11
ตารางที่ 6 ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อการย่อยได้ของโภชนะในอาหารไก่ไข่ (%) หลังการบังคับผลิตชน	12
ตารางที่ 7 ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทาง จุลกายวิภาคของลำไส้เล็กส่วนไอลีียมหลังการได้รับอาหารที่ ประกอบด้วยโปรตีนในระดับต่าง ๆ กัน	14

สารบัญรูปภาพ

หน้า

- รูปภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงจำนวนวิลไล ความสูงของวิลไล และพื้นที่ผิว
ของวิลลัสของลำไส้เล็กส่วนไอเลียมหลังการได้รับอาหารที่ประกอบ
ด้วยโปรตีนในระดับต่าง ๆ กัน 15
- รูปภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวของเซลล์เยื่อบุผิวลำไส้ และจำนวนเซลล์
ที่มีการแบ่งตัวแบบไมโทซิสของลำไส้เล็กส่วนไอเลียมหลังการได้รับ
อาหารที่ประกอบด้วยโปรตีนในระดับต่าง ๆ กัน 16



การหาระดับโปรตีน ที่เหมาะสมในอาหารสำหรับแม่ไก่หลังการบังคับ ผลัดขน

Determination of optimal protein level for post molting hens

บัวเรียม มณีวรรณ

BUAREAM MANEEWAN

ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทคัดย่อ

ในการศึกษาหาระดับโปรตีนที่เหมาะสมในอาหารสำหรับแม่ไก่หลังการบังคับผลัดขน ใช้แม่ไก่อายุ 79 สัปดาห์ ซึ่งผ่านการบังคับผลัดขนด้วยวิธีการอดอาหารจนน้ำหนักตัวลดลง 25 - 30 % จึงให้รำละเอียดเป็นเวลา 10 วัน หลังจากนั้นแต่ละกลุ่มทดลองจะได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 10.00, 12.50, 15.00 และ 17.50 % เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยกลุ่มควบคุมที่ไม่ผ่านการบังคับผลัดขนจะได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 15.00 % จากนั้นทุกกลุ่มทดลองจะได้รับอาหารไก่ไข่ และทำการศึกษาผลผลิตและคุณภาพไข่ การย่อยได้ของโภชนะหลังให้อาหารไก่ไข่ 14 วัน และลักษณะทางจุลกายวิภาคของลำไส้เล็กส่วนโอดีเลียมหลังการให้อาหารที่ประกอบด้วยโปรตีนต่างระดับ 4 สัปดาห์ ผลศึกษาพบว่าการใช้อาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 12.50 และ 15.00% มีแนวโน้มจะให้ผลผลิตไข่หลังการบังคับผลัดขนดีกว่าการใช้อาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 17.50 และ 10.00 % ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบคุณภาพไข่หลังการบังคับผลัดขนในแต่ละกลุ่มทดลองพบว่าให้ผลการทดลองในลักษณะเดียวกับผลผลิตไข่ การย่อยได้ของโภชนะมีแนวโน้มดีที่สุดเมื่อแม่ไก่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 15.00 % และกลุ่มที่ใช้อาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 12.50 15.00 และ 17.50 % มีแนวโน้มทำให้จำนวนวิลโล ความสูงและพื้นที่ผิวของวิลลัส พื้นที่ผิวของเซลล์เยื่อบุผิวลำไส้ และจำนวนการแบ่งตัวแบบไมโทซิสในบริเวณคริปที่ฐานของวิลลัส สูงกว่ากลุ่มควบคุมและที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 10.00 % จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าในระยะยาวระดับโปรตีนในอาหารหลังการบังคับผลัดขนมีอิทธิพลต่อผลผลิตและคุณภาพไข่ และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านอาหารแล้ว ปรากฏว่าแม่ไก่หลังการบังคับผลัดขนควรใช้อาหารที่มีส่วนประกอบโปรตีนที่ระดับ 12.50 % จะเหมาะสมที่สุด.

ABSTRACT

The experiment was conducted to determine the optimal protein level for post molting hens. Laying hens at 79 weeks of age were induced to molt by fasting until body weight drop to 25 – 30 %. They were fed with rice bran for 10 days. Each group of laying hens was received diets containing protein at levels of 10.00, 12.50, 15.00 and 17.50 % for 4 weeks. Non induced molting hens in control group were received diets containing 15.00 % protein. After protein treatment period, laying hens in all groups were fed with conventional layer diet. Egg production and egg quality, the digestibility of nutrients after feeding conventional layer diet for 14 days and ileal microscopic anatomy after feeding diets containing different protein levels for 4 weeks were observed. The results showed that the use of dietary protein levels at 12.50 and 15.00 % tended to show higher egg production than those of 17.50 and 10.00 %, respectively. In consideration with egg quality among the groups, the results showed the similar phenomena as egg production results. The digestibility of nutrients tended to be maximum when the laying hens were received diets containing protein at 15.00 %. The groups of diets containing protein at levels of 12.50, 15.00 and 17.50 % tended to show the villi number, villus height and area, intestinal epithelial cell area and cell mitosis number higher than those of control group and the group of diet containing protein at 10.0 %. The present study indicated that dietary protein levels influenced post molt egg production and egg quality after induced molting. In comparison with diet cost, the optimal protein level for laying hens after induced molting should be 12.5%.

คำนำ

ไก่ไข่จะเริ่มไข่เมื่ออายุประมาณ 21 – 22 สัปดาห์ และจะให้ผลผลิตไข่สูงสุดเมื่ออายุ 32 – 36 สัปดาห์ หลังจากนั้นจะให้ผลผลิตลดลงจนเหลือประมาณ 55% เมื่ออายุประมาณ 82 สัปดาห์ (เพิ่มศักดิ์, 2546) เมื่อแม่ไก่อายุมากขึ้น นอกจากผลผลิตจะลดลงแล้วยังทำให้คุณภาพไข่ที่ได้ลดลงด้วย ทำให้การเลี้ยงต่อไปไม่เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ จึงมีการคัดทิ้งหรือจำหน่ายแม่ไก่ออกไป การบังคับผลัดขนเป็นวิธีที่จะทำให้แม่ไก่จะสามารถกลับมาให้ผลผลิตอีกครั้ง ในประเทศไทยนั้นยังไม่มีการศึกษาการบังคับผลัดขนอย่างจริงจังนัก

การบังคับผลัดขนจะเป็นการช่วยปรับปรุงผลผลิตไข่และคุณภาพเปลือกไข่ (Baker *et al.*, 1983; Lee, 1984; Hurwtz *et al.*, 1995) เพิ่มน้ำหนักไข่ (Garlich *et al.*, 1984) เพิ่มจำนวนวันที่ให้ผลผลิตไข่ (Lee, 1984) และเพิ่มความสูงของอัลบูมิน (Lee, 1982; Naber *et al.*, 1984; Alodan and Mashyly, 1999; Tona *et al.*, 2002) และยังพบว่าการบังคับผลัดขนจะทำให้การดูดซึมแคลเซียมที่ลำไส้เล็กส่วนดูโอเดนิมเพิ่มขึ้น (Al-Batshan *et al.*, 1994) นอกจากนี้การบังคับผลัดขนยังเป็นการช่วยให้แม่ไก่กลับมาเป็นสาวได้อีกครั้ง การกลับมาเป็นสาวจะเป็นในระดับอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และระดับเนื้อเยื่อ (Ruszler, 1998) ผลเสียจากการบังคับผลัดขนมีรายงานน้อยมาก เช่นทำให้เพิ่มอัตราการเสี่ยงต่อการติดเชื้อ *Salmonella enteritidis* (Portor and Holt, 1993; Moore *et al.*, 2004) ส่วนผลต่อระบบภูมิคุ้มกันของแม่ไก่นั้นบางรายงานระบุว่า การบังคับผลัดขนมีผลเสียต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย (Holt, 1992; Holt and Porter, 1992; Holt *et al.*, 1994) แต่บางรายงานระบุว่า การบังคับผลัดขนไม่มีผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายแต่ประการใด (Alodan and Mashaly, 1999) ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบผลดีและผลเสียจากการบังคับผลัดขนจะเห็นว่าการบังคับผลัดขนน่าจะให้ผลดีมากกว่าผลเสีย

การบังคับผลัดขนทำได้หลายวิธี วิธีที่ง่ายที่สุดและใช้กันอย่างกว้างขวางคือการอดอาหาร (McCormick and Cunningham, 1984; Berry and Brake, 1987; Berry *et al.*, 1987; Koelkebeck *et al.*, 1992) การบังคับผลัดขนด้วยวิธีอดอาหารนอกจากจะประหยัดค่าใช้จ่ายแล้วยังให้ผลดีกว่าการบังคับผลัดขนด้วยวิธีอื่น (Webster, 2003) และจากการศึกษาของ Maneewan and Yamauchi (2004) พบว่าสารอาหารประเภทโปรตีนมีความสำคัญต่อการฟื้นตัวของลำไส้เล็กของไก่หลังอดอาหาร ดังนั้นในการศึกษารังนี้จึงใช้วิธีบังคับผลัดขนด้วยการอดอาหาร และตามมาด้วยการให้อาหารซึ่งมีโปรตีนระดับต่าง ๆ กัน ก่อนการให้อาหารไก่ไข่ตามปกติ วิธีการดังกล่าวจะมีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตไข่และคุณภาพไข่ตามมา

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลองและการจัดการเลี้ยงดู

สัตว์ทดลองที่ใช้คือไก่ไข่พันธุ์ ซี.พี.บราวน์ อายุ 79 สัปดาห์ จำนวน 240 ตัว ทำการเลี้ยงเพื่อปรับสภาพแม่ไก่ด้วยอาหารไก่ไข่ ซี.พี.824 (CP, 17% ; ME, 2,750 Kcal/kg; บริษัทซีพี จำกัด, ประเทศไทย) (ตารางที่ 1) เป็นเวลา 3 สัปดาห์ จากนั้นทำการบังคับผลัดขนโดยทำการอดอาหารและให้แสง 8 ชั่วโมง/วัน โดยให้น้ำอย่างเต็มที่จนกระทั่งน้ำหนักตัวแม่ไก่ลดลง 25 – 30% จากน้ำหนักเริ่มต้น จากนั้นให้ไก่ได้พักฟื้น 10 วัน โดยการให้รำละเอียด สำหรับแม่ไก่ที่เตรียมไว้สำหรับกลุ่มควบคุมจะแยกให้แสง 16 ชั่วโมง/วัน อาหาร และน้ำ ตามปกติ

หลังจากการพักฟื้นทำการสุ่มแบ่งแม่ไก่ตามกลุ่มทดลองโดยมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มแบบบล็อกอย่างสมบูรณ์ (RCBD) โดยประกอบไปด้วย 5 กลุ่มทดลองตามสูตรอาหาร ใน 4 บล็อกตามที่จัดการทดลอง กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มควบคุมให้อาหารที่มีโปรตีน 15 % (% น้ำหนักแห้ง) ส่วนกลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 5 คือกลุ่มแม่ไก่ที่ผ่านการบังคับผลัดขนและให้อาหารทดลองที่ประกอบไปด้วยโปรตีนที่ระดับ 10.00, 12.50, 15.00 และ 17.50 % (% น้ำหนักแห้ง) (ME, 2,900 Kcal/kg) ตามลำดับ โดยแต่ละกลุ่มทดลอง (Treatment) ใช้แม่ไก่ 48 ตัว โดยแต่ในละบล็อกประกอบด้วยแม่ไก่ 12 ตัว ทำการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยให้อาหาร และน้ำอย่างเต็มที่ โดยให้แสง 16 ชั่วโมง/วัน แต่ก่อนเริ่มให้อาหารทดลองจะบันทึกน้ำหนักเริ่มต้นของแม่ไก่ทุกตัวและทำการบันทึกน้ำหนักแม่ไก่ทุกสัปดาห์ เมื่อทำการเลี้ยงด้วยอาหารโปรตีนครบ 4 สัปดาห์ จะทำการเปลี่ยนอาหารเป็นอาหารไก่ไข่ตามปกติ โดยให้อาหารแบบจำกัด 110 กรัม/ตัว/วัน และให้น้ำอย่างเต็มที่

การบันทึกผลการทดลองและการเก็บตัวอย่าง

การศึกษาผลผลิตและคุณภาพไข่

หลังจากการให้อาหารโปรตีนที่ระดับต่าง ๆ 4 สัปดาห์ และกลับมาให้อาหารไก่ไข่ตามปกติทำการเก็บข้อมูลผลผลิตไข่และตรวจสอบคุณภาพไข่จนกระทั่งผลผลิตลดลงต่ำจึงสิ้นสุดการทดลอง

การศึกษาการย่อยได้ของโภชนา

หลังจากการให้อาหารโปรตีนที่ระดับต่าง ๆ 4 สัปดาห์ และให้อาหารไก่ไข่ 14 วัน ทำการสุ่มแม่ไก่กลุ่มทดลองละ 12 ตัว (4 ซ้ำ ๆ ละ 3 ตัว) รวม 60 ตัว แม่ไก่จะได้รับอาหารไก่ไข่ที่ผสมโครมิกออกไซด์ 1 % จำนวน 55 กรัม /ตัว ในการให้อาหารรอบเช้าของวันที่ 15 และให้อาหารไก่ไข่

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบและคุณค่าทางโภชนาของอาหารไก่ไข่และอาหารทดลองที่ประกอบด้วยโปรตีนในระดับต่าง ๆ กัน

องค์ประกอบ (%)	อาหารไก่ไข่	ระดับโปรตีน (%)			
		10.00	12.50	15.00	17.50
ข้าวโพด		65.07	63.93	62.9	61.99
รำละเอียด		31.44	25.09	18.51	11.68
กากถั่วเหลือง 44 %		1.41	9.08	16.79	24.55
ปลาป่น 61 %		1.00	1.00	1.00	1.00
โซเดียมคลอไรด์		0.25	0.25	0.25	0.25
ฟอสฟอรัส*		0.50	0.50	0.50	0.50
เอล-ไลซีน		0.22	0.07	0.00	0.00
ดีเอล-เมทไธโอนีน		0.11	0.08	0.05	0.03
รวม		100	100	100	100
คุณค่าทางโภชนาจากการคำนวณ					
โปรตีนรวม (%)	17	10.00	12.50	15.00	17.50
พลังงานใช้ประโยชน์ (ME, Kcal/Kg)	2,750	2,900	2,900	2,900	2,900
แคลเซียม (%)	2.0-2.1	3.40	3.40	3.40	3.40
ฟอสฟอรัส (%)	0.45	0.32	0.32	0.32	0.32

หมายเหตุ

* ฟอสฟอรัส 1 กิโลกรัม ประกอบด้วย ไวตามิน เอ 2,200,000 IU, ไวตามิน D₃ 450,000 IU, ไวตามิน E 2.5 กรัม, ไวตามิน K₃ 0.4 กรัม, ไวตามิน B₁ 0.2 กรัม, ไวตามิน B₂ 0.9 กรัม, ไวตามิน B₆ 0.3 กรัม, ไวตามิน B₁₂ 4 มิลลิกรัม, กรดแพนโทเทนิก 1.1 กรัม, กรดนิโคตินิก 4 กรัม, กรดฟอลิก 60 มิลลิกรัม, ไบโอติน 4 มิลลิกรัม, ไวตามิน C 2 กรัม, โคเลสเตอรอล 161.2 กรัม, ทองแดง 1.6 กรัม, แมงกานีส 14 กรัม, เหล็ก 8 กรัม, สังกะสี 8 กรัม, ไอโอดีน 120 มิลลิกรัม, โบรอน 36 มิลลิกรัม, โคบอลต์ 60 มิลลิกรัม และ ซีลีเนียม 32 มิลลิกรัม

ปรกติในรอบบ่ายวันที่ 15 , วันที่ 16 และ 17 และในรอบเช้าวันที่ 18 โดยแม่ไก่จะได้รับอาหารไก่ไข่ 110 กรัม/ตัว/วัน ส่วนในรอบเย็นวันที่ 18 แม่ไก่จะได้รับอาหารไก่ไข่ที่ผสมโครมิกออกไซด์ 1 % จำนวน 55 กรัม /ตัว จากนั้นแม่ไก่ทุกตัวจะได้รับอาหารไก่ไข่ตามปรกติ ทำการเก็บมูลที่ไม่มีสีเขียวทั้งหมดซึ่งเป็นมูลที่เกิดจากการได้รับอาหารที่ไม่ผสมโครมิกออกไซด์ และนำมูลที่ได้มาทำการอบที่ 70 องศาเซลเซียส และทำการบด เพื่อทำการวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนา

การศึกษาลักษณะทางจุลกายวิภาคของลำไส้เล็ก

หลังจากการให้อาหารโปรตีนที่ระดับต่าง ๆ 4 สัปดาห์ ทำการสุ่มแม่ไก่กลุ่มทดลองละ 4 ตัว รวม 20 ตัว ทำการเก็บตัวอย่างส่วนกลางของลำไส้เล็กส่วนไอลีียม นำตัวอย่างเก็บในสารละลาย Bouin's Solution ก่อนทำการนำตัวอย่างผ่านกระบวนการทางเนื้อเยื่อวิทยา ตัดชิ้นเนื้อ และย้อมสีเนื้อเยื่อด้วย ฮีมาโตซึลีน-อีโอซิน ก่อนนำชิ้นเนื้อมาศึกษาลักษณะทางจุลกายวิภาค อันได้แก่จำนวนวิลไล ความสูงของวิลไล พื้นที่ผิวของวิลไล พื้นที่ผิวของเซลล์เยื่อบุผิวลำไส้ และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในบริเวณครีปที่ฐานของวิลไล ด้วยกล้องจุลทรรศน์ จากนั้นทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะทางจุลกายวิภาคระหว่างแต่ละกลุ่มทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์โดย one-way ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (สุทศน์, 2540)

ผลการทดลอง

ผลผลิตไข่และคุณภาพไข่

ผลผลิตไข่

ผลของการให้อาหารที่ประกอบด้วยโปรตีนที่ระดับต่าง ๆ หลังการบังคับผลิตขนต่อผลผลิตไข่แสดงในตารางที่ 2 ซึ่งเห็นได้ว่าในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 หลังการให้อาหารไก่ไข่ ทุกกลุ่มทดลองให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน ในสัปดาห์ที่ 3 แม่ไก่ที่ผ่านการบังคับผลิตขนกลับมาให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อเทียบกับแม่ไก่กลุ่มควบคุมที่ไม่ผ่านการบังคับผลิตขน แม่ไก่ที่ผ่านการบังคับผลิตขนจะกลับมาให้ผลผลิตสูงสุดในสัปดาห์ที่ 4 และให้ผลผลิตมากกว่า ($P < 0.05$) แม่ไก่กลุ่มควบคุมตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 - 8 ในสัปดาห์ที่ 9 - 12 แม่ไก่ที่ผ่านการบังคับผลิตขนยังคงให้ผลผลิตมากกว่า ($P < 0.05$) แม่ไก่กลุ่มควบคุม ยกเว้นกลุ่มที่ให้อาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน

10.00 % ที่มีเพียงแนวโน้มจะให้ผลผลิตมากกว่ากลุ่มควบคุม และในระยะยาวถึงสัปดาห์ที่ 28 พบว่าแม่ไก่ที่ผ่านการบังคับผลิตขนและได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 12.50, 15.00 และ

ตารางที่ 2 ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อผลผลิตไข่หลังการบังคับผลิตขน (%)

สัปดาห์	กลุ่มทดลอง					ความ
	ควบคุม	ระดับโปรตีน (%)				แตก
						ต่าง
						ทาง
		10.00	12.50	15.00	17.50	สถิติ
1	19.32	23.86	24.62	27.65	30.07	ns
2	40.52	47.08	46.43	49.67	44.15	ns
3	48.50 ^b	76.62 ^a	76.62 ^a	73.05 ^a	67.21 ^a	*
4	64.96 ^b	78.90 ^a	81.24 ^a	83.76 ^a	84.67 ^a	*
1-4	43.33 ^b	56.61 ^a	57.23 ^a	58.54 ^a	56.59 ^a	*
5-8	63.38 ^b	74.63 ^a	80.06 ^a	76.88 ^a	76.54 ^a	*
9-12	65.88 ^b	77.36 ^{ab}	84.27 ^a	81.49 ^a	79.14 ^a	*
13-16 ¹	54.87	64.09	70.65	67.69	64.00	ns
17-20	59.79 ^c	67.54 ^c	81.59 ^a	79.90 ^{ab}	69.77 ^{bc}	*
21-24	57.61 ^c	60.06 ^{bc}	72.63 ^a	70.33 ^{ab}	73.40 ^a	*
25-28	51.26 ^b	55.35 ^b	66.34 ^a	66.33 ^a	64.82 ^a	*
29-32	42.72	34.91	47.21	50.40	50.52	ns

หมายเหตุ

* ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

¹ ผลผลิตไข่ของทุกกลุ่มทดลองในสัปดาห์ที่ 13-16 ของการทดลองลดลงเนื่องจากพัดลมดูดอากาศของคอกทดลองเสีย

17.50 % ให้ผลผลิตมากกว่า ($P < 0.05$) แม้ในกลุ่มควบคุม ยกเว้นกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 17.25 % ในสัปดาห์ที่ 17 - 20 ที่มีเพียงแนวโน้มจะให้ผลผลิตมากกว่ากลุ่มควบคุม สำหรับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 10.00 % นั้น พบว่าให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม และในสัปดาห์ที่ 29 - 32 พบว่าทุกกลุ่มทดลองให้ผลผลิตลดลงมาก และไม่มี ความแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตไ้ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการบังคับผลิตจนตลอดการทดลองแล้วพบว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 12.50 และ 15.00% มีแนวโน้มให้ผลผลิตที่ดีกว่าระดับ 17.50 และ 10.00% ตามลำดับ

คุณภาพไข่

ผลของการให้อาหารที่ประกอบด้วยโปรตีนที่ระดับต่าง ๆ หลังการบังคับผลิตจนต่อผลคุณภาพไข่แสดงในตารางที่ 3, 4 และ 5 ซึ่งพบว่าหลังจากการให้อาหารไก่ไข่ 2 สัปดาห์ คุณภาพไข่ของทุกกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3) ยกเว้นความแข็งแรงของเปลือกไข่ ซึ่งพบว่ากลุ่มที่ผ่านการบังคับผลิตมีความแข็งแรงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ผ่านการบังคับผลิต ($P < 0.05$) ยกเว้นกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 10.00 % จะมีเพียงแนวโน้มที่ดีกว่ากลุ่มควบคุมในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 มีเพียงความแข็งแรงของเปลือกไข่และน้ำหนักไข่ที่มีความแตกต่างกัน โดยความแข็งแรงของเปลือกไข่ของกลุ่มที่ผ่านการบังคับผลิตมีความแข็งแรงกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) ยกเว้นกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 12.50 % จะมีเพียงแนวโน้มที่ดีกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนน้ำหนักไข่จะแตกต่างเฉพาะในสัปดาห์ที่ 3 โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 12.50 % มีน้ำหนักต่ำสุด ($P < 0.05$) คุณภาพไข่ในสัปดาห์ที่ 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29 และ 33 (ตารางที่ 2, 3 และ 4) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นความแข็งแรงของเปลือกไข่ในสัปดาห์ที่ 13 และ ความหนาของเปลือกไข่ในสัปดาห์ที่ 29 ซึ่งพบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 17.50 % มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 12.50 และ 15.00 % และมีแนวโน้มต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 10.00 % และในสัปดาห์ที่ 21 ความสูงของไข่แดงของกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 17.50 % มีค่ามากกว่าทุกกลุ่ม ($P < 0.05$) ยกเว้นกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 15.00 % ซึ่งมีเพียงแนวโน้มที่จะมากกว่าเท่านั้น

ตารางที่ 3 ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อคุณภาพไข่หลังการบังคับผลิตขนสัปดาห์ที่ 2-5

สัปดาห์	กลุ่ม	น้ำหนัก (กรัม)	ความแข็งของเปลือก ไข่(กิโลกรัม/ตาราง เซนติเมตร)	ความสูง ของไข่ขาว (มิลลิเมตร)	ความสูง ของไข่แดง (มิลลิเมตร)	ความหนา ของเปลือกไข่ (มิลลิเมตร)
2	ควบคุม	67.30	3.68 ^{c*}	7.44	18.41	0.38
	โปรตีน 10.00%	66.06	4.03b ^c	8.10	18.55	0.36
	โปรตีน 12.50%	67.43	4.26a ^b	8.85	18.47	0.36
	โปรตีน 15.00%	66.35	4.68 ^a	8.79	18.43	0.38
	โปรตีน 17.50%	66.28	4.34 ^{ab}	8.42	18.57	0.38
3	ควบคุม	66.47 ^{a*}	3.41 ^{b*}	7.37	18.52	0.35
	โปรตีน 10.00%	67.79 ^a	4.22 ^a	8.36	18.72	0.36
	โปรตีน 12.50%	63.11 ^b	3.99 ^{ab}	8.08	18.62	0.35
	โปรตีน 15.00%	67.75 ^a	4.39 ^a	8.39	18.83	0.37
	โปรตีน 17.50%	68.17 ^a	4.21 ^a	8.19	18.77	0.37
4	ควบคุม	70.68	3.55 ^{b*}	7.80	16.11	0.38
	โปรตีน 10.00%	67.86	4.31 ^a	7.31	17.26	0.38
	โปรตีน 12.50%	68.67	3.83 ^{ab}	7.81	16.94	0.36
	โปรตีน 15.00%	68.37	4.46 ^a	7.96	17.77	0.39
	โปรตีน 17.50%	67.66	4.5 ^a	7.83	18.06	0.39
5	ควบคุม	71.59	4.24	7.33	18.45	0.39
	โปรตีน 10.00%	67.62	4.31	7.71	17.43	0.39
	โปรตีน 12.50%	67.11	4.41	7.95	17.62	0.39
	โปรตีน 15.00%	68.21	4.82	7.83	17.87	0.40
	โปรตีน 17.50%	68.42	4.36	7.73	17.93	0.39

หมายเหตุ

* ค่าเฉลี่ยในคอลลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 4 ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อคุณภาพไข่หลังการบังคับผลิตชนสัปดาห์ที่ 9-21

สัปดาห์	กลุ่ม	น้ำหนัก (กรัม)	ความแข็งของเปลือกไข่ (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	ความสูง ของไข่ขาว (มิลลิเมตร)	ความสูง ของไข่แดง (มิลลิเมตร)	ความหนา ของเปลือกไข่ (มิลลิเมตร)
9	ควบคุม	68.64	3.72	7.38	17.73	0.36
	โปรตีน 10.00%	69.45	4.20	7.55	17.55	0.35
	โปรตีน 12.50%	67.96	3.95	7.59	17.20	0.36
	โปรตีน 15.00%	68.51	4.25	7.80	17.15	0.35
	โปรตีน 17.50%	70.86	4.19	8.11	17.53	0.35
13	ควบคุม	66.7	3.46 ^{ab*}	6.80	16.35	0.36
	โปรตีน 10.00%	66.15	3.72 ^{ab}	7.82	16.98	0.35
	โปรตีน 12.50%	63.9	3.93 ^a	7.47	16.35	0.36
	โปรตีน 15.00%	66.63	4.30 ^a	6.81	16.05	0.41
	โปรตีน 17.50%	68.06	2.99 ^b	7.91	16.75	0.33
17	ควบคุม	70.18	3.36	6.85	17.77	0.33
	โปรตีน 10.00%	73.36	3.25	6.6	17.11	0.34
	โปรตีน 12.50%	68.85	3.42	6.63	16.7	0.34
	โปรตีน 15.00%	67.83	4.06	6.88	16.89	0.35
	โปรตีน 17.50%	74.49	3.86	7.56	17.56	0.35
21	ควบคุม	66.62	3.22	7.12	17.35 ^b	0.36
	โปรตีน 10.00%	66.95	3.86	7.76	17.55 ^b	0.34
	โปรตีน 12.50%	65.40	3.27	7.35	17.52 ^b	0.34
	โปรตีน 15.00%	65.46	3.29	7.26	17.92 ^{ab}	0.33
	โปรตีน 17.50%	71.87	3.42	7.31	18.52 ^a	0.34

หมายเหตุ

* ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 5 ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อคุณภาพไข่หลังการบังคับผลิตชนสัปดาห์ที่ 25-33

สัปดาห์	กลุ่ม	น้ำหนัก (กรัม)	ความแข็งของเปลือก ไข่(กิโลกรัม/ตาราง เซนติเมตร)	ความสูง ของไข่ขาว (มิลลิเมตร)	ความสูง ของไข่แดง (มิลลิเมตร)	ความหนา ของเปลือกไข่ (มิลลิเมตร)
25	ควบคุม	66.40	3.07	8.08	18.15	0.32
	โปรตีน 10.00%	66.32	3.03	7.85	17.85	0.33
	โปรตีน 12.50%	65.85	3.30	8.14	18.13	0.35
	โปรตีน 15.00%	67.81	3.24	7.77	18.25	0.34
	โปรตีน 17.50%	69.08	3.13	8.57	18.65	0.34
29	ควบคุม	64.96	3.20	7.47	17.93	0.32 ^{ab*}
	โปรตีน 10.00%	62.51	3.33	6.99	17.50	0.32 ^{ab}
	โปรตีน 12.50%	65.44	3.32	7.65	17.93	0.35 ^a
	โปรตีน 15.00%	65.64	3.61	7.23	18.31	0.34 ^a
	โปรตีน 17.50%	65.87	3.09	8.07	18.26	0.30 ^b
33	ควบคุม	62.74	2.72	8.08	18.57	0.30
	โปรตีน 10.00%	63.11	2.67	8.51	18.22	0.28
	โปรตีน 12.50%	62.92	2.78	7.90	18.04	0.30
	โปรตีน 15.00%	63.15	3.07	7.36	18.21	0.31
	โปรตีน 17.50%	62.52	2.50	7.92	18.48	0.30

หมายเหตุ

* ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

การย่อยได้ของโภชนะ

ทุกกลุ่มทดลองที่ได้รับการบังคับผลิตชนจะมีแนวโน้มให้ค่าการย่อยได้ของโภชนะสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ผ่านการบังคับผลิตชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 15.00 % ซึ่งให้ค่าการย่อยได้ของเยื่อใยและฟอสฟอรัสสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และยกเว้นการย่อยได้ของ NFE ในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 17.50 % มีค่าการย่อยได้น้อยกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) และ การย่อยได้ของแคลเซียม ในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 17.50 % มีแนวโน้มน้อยกว่ากลุ่มควบคุม และเมื่อเปรียบระหว่างกลุ่มที่ได้รับการบังคับผลิตชน พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่

ประกอบด้วยโปรตีน 15.00 % ซึ่งให้ค่าการย่อยได้ของโภชนะสูงกว่ากลุ่มอื่น โดยเห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนในการย่อยได้ของเยื่อใยและฟอสฟอรัส (ตาราง ที่ 6)

ตารางที่ 6 ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อการย่อยได้ของโภชนะในอาหารไก่ไข่ (%) หลังการบังคับผลิตขน

ชนิดของโภชนะ	กลุ่มทดลอง				
	ควบคุม	ระดับโปรตีน (%)			
		10.00	12.50	15.00	17.50
วัตถุดิบ	71.88	73.18	75.40	80.64	74.45
โปรตีน	75.93	78.09	75.13	83.95	76.50
ไขมัน	78.33	79.21	80.97	85.54	80.02
เยื่อใย	72.13 ^{b*}	71.18 ^b	75.02 ^{ab}	82.09 ^a	76.24 ^{ab}
NFE	29.82 ^a	29.43 ^a	26.91 ^b	28.38 ^{ab}	26.61 ^b
เถ้า	50.60	53.45	57.32	64.53	50.36
แคลเซียม	55.71	58.83	57.97	64.83	48.99
ฟอสฟอรัส	76.32 ^{bc}	72.92 ^c	74.56 ^{bc}	83.47 ^a	80.36 ^{ab}
พลังงานรวม	76.37	77.07	79.62	82.15	80.17
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (จากการคำนวณ)	2,689	2,713	2,803	2,892	2,822
(ME, Kcal/kg)					

หมายเหตุ

* ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ลักษณะทางจุลกายวิภาคของลำไส้เล็กส่วนไอลีียม

การให้อาหารโปรตีนต่างระดับและการบังคับผลิตขนมีผลทำให้จำนวนวิลไลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยจำนวนวิลไลของกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มควบคุม ยกเว้นกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 10.00 % ซึ่งจำนวนวิลไลมีแนวโน้มต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนความสูงและพื้นที่ผิวของวิลไลมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยทุกกลุ่มที่ผ่านการบังคับผลิตขนและได้รับอาหารโปรตีนมีแนวโน้มให้ค่าความสูงของวิลไลและพื้นที่ผิวของวิลไลสูงกว่ากลุ่มควบคุม สำหรับพื้นที่ผิวของเซลล์เยื่อบุผิวลำไส้ พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนมีพื้นที่ผิวของเซลล์เยื่อบุผิวลำไส้สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ยกเว้นกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนที่ระดับ 10.00 % ซึ่งพื้นที่ผิวของเซลล์เยื่อบุผิวลำไส้มีเพียงแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มควบคุม และสำหรับจำนวนเซลล์ที่มีการแบ่งตัวแบบไมโทซิสในบริเวณครีปที่ฐานของวิลไลพบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 15.00 % และ 17.50 % มีจำนวนมากกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 10.00 % และ 12.50 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 10.00 % มีจำนวนเซลล์ที่มีการแบ่งตัวแบบไมโทซิสในบริเวณครีปที่ฐานของวิลไลต่ำที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 7 และเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจนในภาพที่ 1 และภาพที่ 2

วิจารณ์ผลการทดลอง

แม้ไก่ที่ได้รับการบังคับผลิตขนจะให้ผลผลิตไข่ และคุณภาพไข่ที่ดีขึ้น และระหว่างอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีนระดับต่าง ๆ กันนั้นพบว่าที่ระดับ 12.50 และ 15.00% มีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตไข่ และคุณภาพไข่ดีกว่าที่ระดับ 10.00 และ 17.50 % ซึ่งสอดคล้องกับ Koelkebeck (1991) และ Koelkebeck *et al.* (1991) ที่พบว่าอาหารซึ่งประกอบด้วยโปรตีน 13 และ 16 % ทำให้แม่ไก่หลังการบังคับผลิตขนมีผลผลิตไข่ดีกว่าอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 10% ในขณะที่ Togun *et al.* (2004) ได้ให้อาหารแม่ไก่หลังการบังคับผลิตขนด้วยอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีนที่ระดับ 16 และ 32 % เป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าระดับโปรตีนที่สูงไม่ได้ช่วยให้แม่ไก่หลังการบังคับผลิตขนให้ผลผลิตไข่ดีกว่า ดังนั้นจะเห็นได้ว่าระดับโปรตีนในอาหารสำหรับแม่ไก่หลังการบังคับผลิตขนนั้นมีผลต่อผลผลิตไข่หลังการบังคับผลิตขนในระยะยาว ในขณะที่ระดับโปรตีนในอาหารก่อนที่แม่ไก่จะได้รับการบังคับผลิตขนนั้นไม่มีผลต่อผลผลิตไข่หลังการบังคับผลิตขน (Summers and Leeson, 1977)

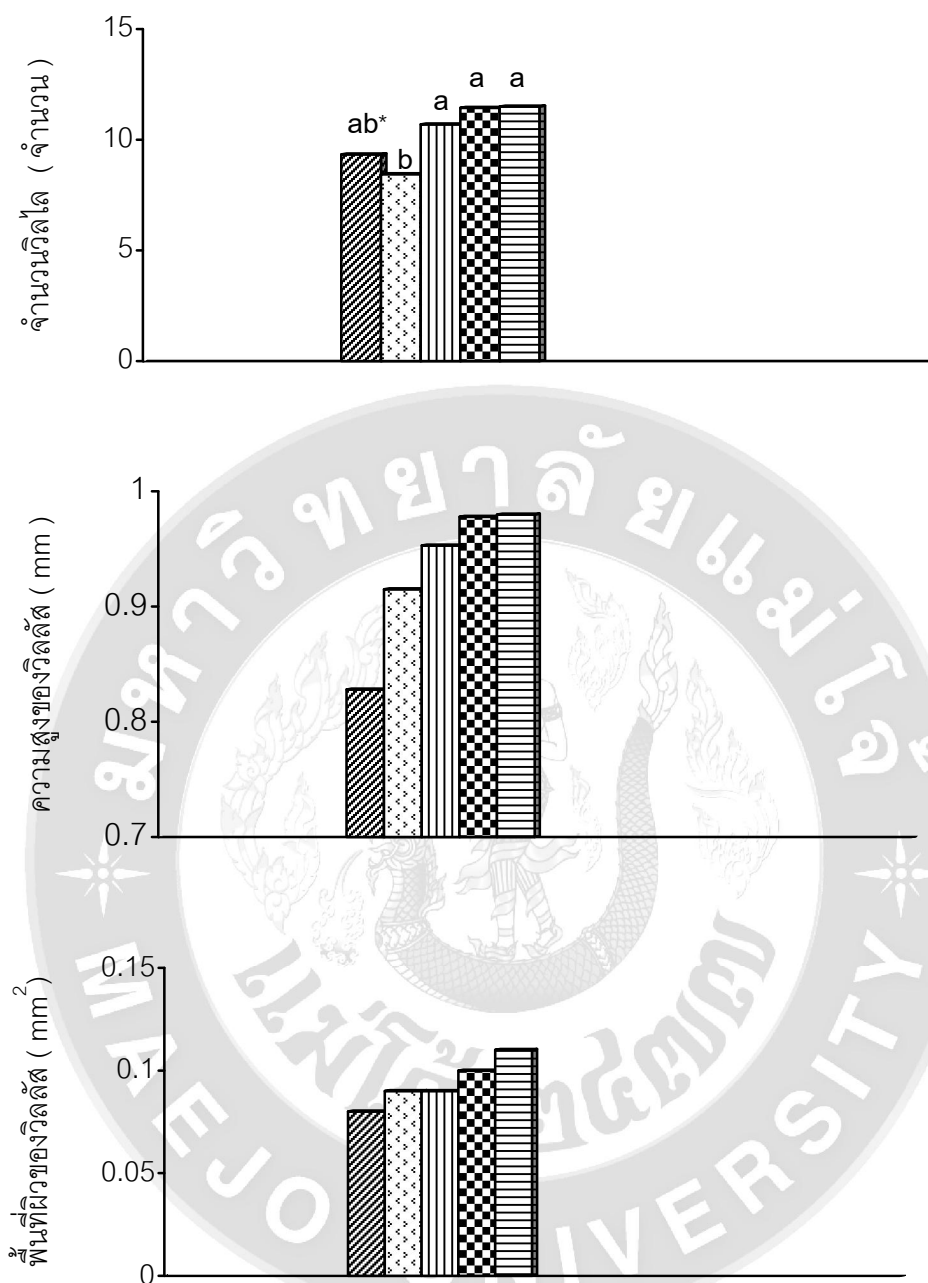
ตารางที่ 7 ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางจุลกายวิภาคของลำไส้เล็กส่วนไอลีียมหลังการได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีนในระดับต่าง ๆ กัน

ลักษณะ	กลุ่มทดลอง				
	ควบคุม	ระดับโปรตีน (%)			
		10.00	12.50	15.00	17.50
ทางจุล					
กายวิภาค					
จำนวน	9.34 ^{ab*}	8.44 ^b	10.6 ^a	11.44 ^a	11.50 ^a
วิลไล					
(จำนวน)					
ความสูง	0.83	0.92	0.95	0.98	0.98
ของวิลไล					
(mm)					
พื้นที่ผิว	0.08	0.090	0.09	0.10	0.11
ของวิลไล					
(mm ²)					
พื้นที่ผิว	100.40 ^{c**}	104.92 ^{bc}	110.85 ^{ab}	113.51 ^{ab}	115.67 ^a
ของเซลล์					
เยื่อผิว					
ลำไส้					
(μm ²)					
การแบ่ง	728.19 ^{b**}	700.38 ^c	731.38 ^b	758.56 ^a	762.00 ^a
เซลล์แบบ					
ไมโทซิส					
(จำนวน)					

หมายเหตุ

* ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ (P < 0.05)

** ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.01)

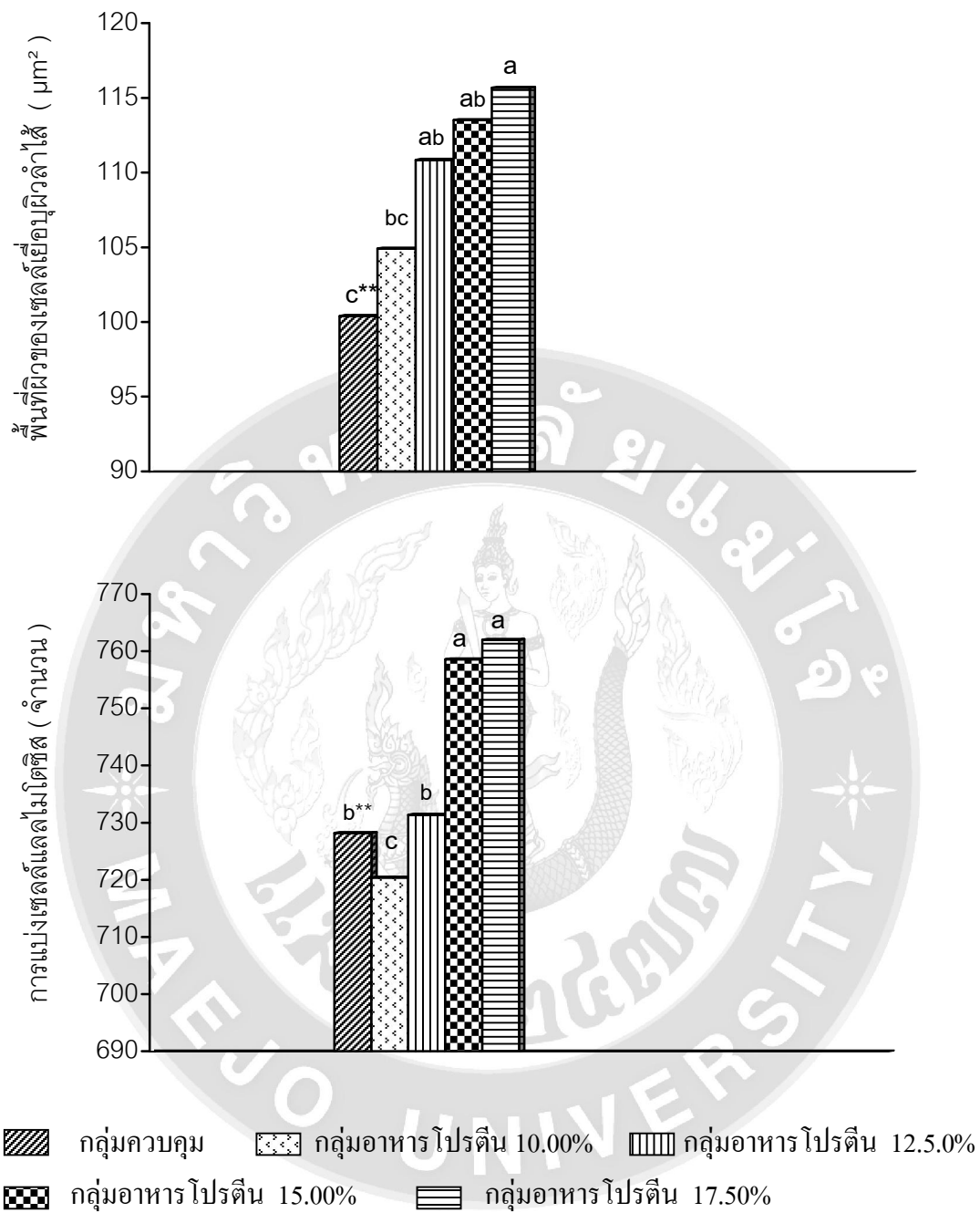


กลุ่มควบคุม
 กลุ่มอาหารโปรตีน 10.00%
 กลุ่มอาหารโปรตีน 12.5.0%
 กลุ่มอาหารโปรตีน 15.00%
 กลุ่มอาหารโปรตีน 17.50%

หมายเหตุ

* กราฟแท่งที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

รูปภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงจำนวนวิลโล ความสูงของวิลโล และ พื้นที่ผิวของวิลลัสของลำไ้เล็กส่วนไอลีสมหลังการได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีนในระดับต่าง ๆ กัน



หมายเหตุ

^{**} กราฟแท่งที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

รูปภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวของเซลล์เยื่อหุ้มลำไส้ และจำนวนเซลล์ที่มีการแบ่งตัวแบบไมโทซิสของลำไส้เล็กส่วนไอเลียมหลังการได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีนในระดับต่าง ๆ กัน

การที่แม่ไก่หลังการบังคับผลิตขนได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 10.00 % แล้วทำให้ผลผลิตไข่และคุณภาพไข่ลดลงนั้น ส่วนหนึ่งเป็นเพราะการอดอาหารทำให้แคตาบอลิซึมของเนื้อเยื่อโปรตีนเพิ่มขึ้น (Okumura and Tasaki, 1969) และขณะที่ทำการบังคับผลิตขนนั้นจะมีการสร้างขนใหม่เพื่อดันขนเก่าให้หลุดออกไป (Rose, 1997) นอกจากนี้หลังการบังคับผลิตขนนั้นแม่ไก่จะมีน้ำหนักตัว น้ำหนักตับ น้ำหนักรังไข่ และน้ำหนักท่อไข่ลดลงอย่างชัดเจน (Brake and Thaxton, 1979) จึงเป็นผลให้โปรตีนในอาหารที่ระดับ 10 % นั้นไม่เพียงพอต่อความต้องการของแม่ไก่ที่ต้องใช้โปรตีนในการสร้างเนื้อเยื่อของร่างกายรวมทั้งการสร้างขนใหม่ให้สมบูรณ์ทดแทนขนที่ร่วงไปในระหว่างการบังคับผลิตขน เพื่อให้การฟื้นตัวของน้ำหนักตัวและน้ำหนักอวัยวะดังกล่าวให้กลับมาเป็นปกติ ดังนั้นจึงส่งผลกระทบต่อผลผลิตไข่และคุณภาพไข่หลังการบังคับผลิตขนในระยะยาว ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนวิลไลและจำนวนการแบ่งตัวแบบไมโทซิสในบริเวณครีปที่ฐานของวิลไลสของกลุ่มแม่ไก่ที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 10.00 % มีค่าต่ำสุดเมื่อเทียบกับทุกกลุ่มทดลอง ส่วนกรณีแม่ไก่หลังการบังคับผลิตขนได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 17.50 % แล้วทำให้ผลผลิตไข่และคุณภาพไข่ลดลงนั้น แสดงให้เห็นว่าโปรตีนในอาหารที่ระดับ 17.50 % เป็นระดับที่เกินความต้องการของแม่ไก่ที่เพิ่งได้รับการบังคับผลิตขน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณโปรตีนที่มากเกินไปส่งผลให้เกิดกรดยูริก และ แอมโมเนียมาก ดัง Okumura and Tasaki (1969) ได้ศึกษาพบว่าในเนื้อเยื่อตับและไตของไก่ปกติที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีนแตกต่างกันนั้นมีปริมาณกรดยูริก และ แอมโมเนีย เพิ่มขึ้นตามระดับโปรตีนในอาหารที่ได้รับ โดยระดับแอมโมเนียจะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในไก่ที่ได้รับโปรตีนในอาหารในระดับมากกว่า 15 % คือที่ระดับ 20, 30 และ 40 % ส่วนระดับกรดยูริกนั้นจะเพิ่มอย่างชัดเจนเมื่อไก่ได้รับโปรตีนในอาหารที่ระดับ 30 และ 40 % ดังนั้น ระดับโปรตีนในอาหารที่มากเกินไปเกินความต้องการของแม่ไก่จึงทำให้ตับและไตของแม่ไก่หลังการบังคับผลิตขนซึ่งอยู่ในสภาพไม่ปกติต้องทำงานหนักขึ้นเพื่อกำจัดกรดยูริก และ แอมโมเนียดังกล่าว ซึ่งอาจส่งผลให้ตับและไตของแม่ไก่มีความผิดปกติ ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลงในระยะยาว จึงส่งผลกระทบต่อผลผลิตไข่ คุณภาพไข่ และการย่อยได้ของโภชนาหลังการบังคับผลิตขน ดังปรากฏในผลการทดลองนี้

จากผลการทดลองจะเห็นว่าแม่ไก่ในประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนนั้น มีการตอบสนองต่อการบังคับผลิตขนในด้านผลผลิตไข่และคุณภาพไข่ไม่แตกต่างจากแม่ไก่ในแถบเมืองหนาว ดังนั้นการนำวิธีการบังคับผลิตขนมาประยุกต์ใช้ในเขตร้อนนั้น น่าจะเกิดประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่เป็นอย่างยิ่ง อย่างไรก็ตามยังต้องมีการศึกษาหาวิธีบังคับผลิตขนที่เหมาะสมกับแม่ไก่ในเขตร้อนต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Monteiro *et al.* (1971) ที่ระบุไว้ว่าในสภาพพื้นที่ในเขตร้อนนั้นจำเป็นต้องมีการหาวิธีการบังคับผลิตขนรูปแบบใหม่ ๆ เพื่อให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น สำหรับ

อาหารสำหรับแม่ไก่หลังการบังคับผลิตขนนั้น ระดับโปรตีนในอาหารที่ใช้ควรอยู่ในช่วง 12.50 ถึง 15.00 % โดยการย่อยได้ของโภชนะมีแนวโน้มดีที่สุดเมื่อแม่ไก่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 15.00 % ส่วนการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางจุลกายวิภาคของลำไส้เล็กส่วนไอละเอียดพบว่า กลุ่มที่ใช้อาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 12.50 15.00 และ 17.50 % มีแนวโน้มทำให้จำนวนวิลไล ความสูง และพื้นที่ผิวของวิลลัส พื้นที่ผิวของเซลล์เยื่อบุผิวลำไส้ และจำนวนการแบ่งตัวแบบไมโทซิสในบริเวณครีปที่ฐานของวิลลัส สูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 10.00 % ดังนั้นในกรณีที่คำนึงถึงต้นทุนด้านอาหารด้วย การใช้อาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 12.50 % มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับแม่ไก่หลังการบังคับผลิตขนซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองของ Hoyle and Garlich (1987) ที่พบว่าแม่ไก่หลังการบังคับผลิตขนมีความต้องการโปรตีนที่ระดับ 12.4 % โดยต้องเสริมเมทไธโอนีนที่ระดับ 5.0 % ของระดับโปรตีน.

สรุป

การบังคับผลิตขนช่วยให้แม่ไก่กลับมาให้ผลผลิตไข่ที่ดีอีกครั้ง พร้อมกับช่วยปรับปรุงคุณภาพไข่ให้ดีขึ้น และหากพิจารณาถึงต้นทุนด้านอาหารแล้ว ระดับโปรตีนที่เหมาะสมในอาหารของแม่ไก่หลังการบังคับผลิตขนควรใช้ที่ระดับ 12.50 %.

เอกสารอ้างอิง

- เพิ่มศักดิ์ ศิริวรรณ. 2546. โภชนศาสตร์สัตว์ปีก. ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 382 หน้า.
- สุทัศน์ ศิริ. 2540. เทคนิคการวางแผนการทดลอง และการวิเคราะห์งานวิจัยทางสัตว์. ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 194 หน้า.
- Al-Batshan, H. A. ; S. E. Scheideler ; B. L. Black ; J. D. Garlich ; and K. E. Anderson. 1994. Duodenal calcium uptake, femur ash, and eggshell quality decline with egg and increase following molt. Poult. Sci. 73: 1590-1596.
- Alodan, M. A. ; and M. M. Mashaly. 1999. Effect of induced molting in laying hens on production and immune parameters. Poult. Sci. 78: 171-177.

- Baker, M. ; J. Brake ; and G. R. Mcdaniel. 1983. The relationship between body weight loss during an induced molt and postmolt egg production, egg weight, and shell quality in caged layers. Poult. Sci. 62: 409-413.
- Berry, W. D. ; and J. Brake. 1987. Postmolt performance of laying hens molted by high dietary zinc, low dietary sodium, and fasting: Egg production and eggshell quality. Poult. Sci. 66: 218-226.
- Berry, W. D. ; R. P. Gildersleeve ; and J. Brake. 1987. Characterization of different hematological response during molts induced by zinc or fasting. Poult. Sci. 66: 1841-1845.
- Brake, J. ; and P. Thaxton. 1979. Physiological changes in caged layers during a forced molt. 2. Gross changes in organs. Poult. Sci. 58: 707-716.
- Garlich, J. ; J. Brake ; C. R. Parkhurst ; J. P. Thaxton ; and G. W. Morgan. 1984. Physiological profile of caged layers during one production year, molt, and postmolt: egg production, egg shell quality, liver, femur, and blood parameters. Poult. Sci. 63: 339-343.
- Holt, P. S. 1992. Effects of induced moulting on immune responses of hens. Br. Poult. Sci. 33: 165-175.
- Holt, P. S. ; R. J. Buhr ; D. L. Cunningham ; and R. E. Porter, JR. 1994. Effect of two different molting procedures on a *salmonella enteritidis* infection. Poult. Sci. 73: 1267-1275.
- Holt, P. S. ; and R. E. Porter, JR. 1992. Effect of induced molting on the course of infection and transmission of *Salmonella enteritidis* in White Leghorn hens of different ages. Poult. Sci. 71: 1842-1848.
- Hoyle, C. M. ; and J. D. Garlich. 1987. Postfasting dietary protein requirements of induced molted hens. Poult. Sci. 66: 1973-1979.
- Hurwitz, S. ; E. Wax ; Y. Nisenbaum ; and I. Plavnik. 1995. Responses of laying hens to forced molt procedures of variable length with or without light restriction. Poult. Sci. 74: 1745-1753.

- Koelkebeck, K. W. 1991. Molting programs for layers: effect of dietary protein and methionine and length of fast on post-molt performance. *Poultry Advis.* 24: 49-51.
- Koelkebeck, K. W. ; C. M. Parsons ; R. W. Leeper ; and J. Moshtaghain. 1991. Effect of protein and methionine levels in molt diets on postmolt performance of laying hens. *Poult. Sci.* 71: 434-439.
- Koelkebeck, K. W. ; C. M. Parsons ; R. W. Leeper ; and J. Moshtaghain. 1992. Effect of duration of fasting on postmolt laying hen performance. *Poult. Sci.* 71: 434-439.
- Lee, K. 1982. Effects of forced molt period on postmolt performance of Leghorn hens. *Poult. Sci.* 61: 1594-1598.
- Lee, K. 1984. Feed restriction during the growing period, forced molt, and production. *Poult. Sci.* 63: 1895-1897.
- Maneewan, B. ; and K. Yamauchi. 2004. Intestinal villus recovery in chickens refed the semi-purified protein-, fat- or fibre-free pellet diets. *Br. Poult. Sci.* 45: 163-170.
- Mccormick, C. C. ; and D. L. Cunningham. 1984. High dietary zinc and fasting as methods of forced resting: A performance comparison. *Poult. Sci.* 63: 1201-1206.
- Monteiro, N. M. da C. ; A. N.de. Andrade ; D. P. P. de S. Britto ; J. F. Guimaraes ; D. Sinzato ; and F. A. Costa. 1971. A comparison between forced and natural moult in White Leghorn hens caged at two different densities. *Pesq. agropec. Bras.* 6: (4) 33-36.
- Moore, R. W. ; S. Y. Park ; L. F. Kunena ; J. A. Byrd ; J. L. McReynolds ; M. R. Burnham ; M. E. Hume ; S. G. Birkhold ; D. J. Nisbet ; and S. C. Ricke. 2004. Comparision of zine acetate and propionate addition on gastrointestinal tract fermentation and susceptibility of laying hens to *Salmonella enteritidis* during forced molt. *Poult. Sci.* 83: 1276-1286.

- Naber, E. C. ; J. D. Latshaw ; and G. A. Marsh. 1984. Effectiveness of low sodium diets for recycling of egg production type hens. *Poult. Sci.* 63: 2419-2429.
- Okumura, J. ; and I. Tasaki. 1969. Effect of fasting, refeeding and dietary protein level on uric acid and ammonia content of blood, liver and kidney in chickens. *J. Nutr.* 97: 316-320.
- Porter, R. E JR. ; and P. S. Holt. 1993. Effect of induced molting on the severity of intestinal lesions caused by *Salmonella enteritidis* infection in chickens. *Avian Disease* 37: 1009-1016.
- Rose, S. P. 1997. Principles of poultry science. Biddles Ltd., Guildford, England. pp 59-62.
- Ruszler, P. L. 1998. Health and husbandry considerations of induced molting. *Poult. Sci.* 77: 1789-1793.
- Summer, J. ; and S. Leeson. 1977. Sequential effects of restricted feeding and force molting on laying hen performance. *Poult. Sci.* 56: 600-604.
- Togun, V. A. ; J. I. Okwusidi ; O. A. Amao ; and S. U. Onyiaoha. 2004. Effect of crude protein levels and follicle stimulation on egg production of aged hens. *Niger. J. Physiol. Sci.* 19: 77-81.
- Tona, K. ; F. Bamelis ; K. B. De ; V. Bruggeman ; and E. Decuypere. 2002. Effect of induced molting on albumen quality, hatchability, and chick body weight from broiler breeder. *Poult. Sci.* 81: 327-332.
- Webster, A. B. 2003. Physiology and behavior of the hen during induced molt. *Poult. Sci.* 82: 992-1002.