ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สัตวศาสตร์)

ปริญญา

สัตวศาสตร์ | สัตวบาล

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง ผลของการบังคับผลัดขนโดยวิธีไม่อดอาหารที่มีต่อสมรรถภาพการผลิต ภาวะเครียด ปริมาณเถ้าในกระดูก และจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อผนังลำไส้ในไก่ไข่

Effects of Forced Molting Using a Non-fasting Method on Productive Performance, Stress, Bone Ash Content and Histopathology of Intestinal Tissues in Laying Hens

นามผู้วิจัย นางสาวพรรณพรรษ กัณฑภา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์นิรัตน์ กองรัตนานันท์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิริยา ลุ้งใหญ่, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยวัฒน์ บุญแก้ววรรณ, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(รองศาสตราจารย์ศุภลักษณ์ โรมรัตนพันธ์, วท.ม.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์สมเกียรติ ประสานพานิช, วท.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการบังคับผลัดขนโดยวิธีไม่อดอาหารที่มีต่อสมรรถภาพการผลิต ภาวะเครียด ปริมาณเถ้าในกระดูก และจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อผนังลำไส้ในไก่ไข่

Effects of Forced Molting Using a Non-fasting Method on Productive Performance, Stress, Bone Ash Content and Histopathology of Intestinal Tissues in Laying Hens

โดย

นางสาวพรรณพรรษ กัณฑภา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สัตวศาสตร์)
พ.ศ. 2558

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พรรณพรรษ กัณฑภา 2558: ผลของการบังคับผลัดขนโดยวิธีไม่อดอาหาร ที่มีต่อสมรรถภาพการผลิต ภาวะเครียด ปริมาณเถ้าในกระดูก และจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อผนังลำไส้ในไก่ไข่ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สัตวศาสตร์) สาขาสัตวศาสตร์ ภาควิชาสัตวบาล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์นิรัตน์ กองรัตนานันท์, Ph.D. 75 หน้า

ศึกษาผลการกระตุ้นการผลัดขนโดยวิธีไม่อดอาหารที่มีต่อสมรรถภาพการผลิต ภาวะเครียด ปริมาณเถ้าในกระดูกและจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อผนังลำไส้ในไก่ไข่เพศเมียอายุ 97 สัปดาห์เลี้ยงขังกรงในโรงเรือนแบบปิดแบ่งไก่ออกเป็น 5 กลุ่มๆละ 5 ซ้ำๆละ 12 ตัว กลุ่ม 1 (กลุ่มควบคุม) ได้รับอาหารไก่ไข่และได้รับแสงวันละ 16 ชั่วโมงตลอดระยะเวลาการทดลอง ในขณะที่กลุ่ม 2 3 4 และ 5 ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนนาน 2 สัปดาห์โดยให้กินอาหารผลัดขนที่ต่างกัน 4 สูตรได้แก่ ปลายข้าว รำละเอียด ข้าวโพดบดและมันสำปะหลังบดตามลำดับ ในช่วงระยะผลัดขนไก่ทั้ง 4 กลุ่มได้รับน้ำดื่มอย่างเต็มที่และได้รับแสงวันละ 8 ชั่วโมงหลังจากนั้นจึงให้อาหารไก่ไข่และได้รับแสงวันละ 16 ชั่วโมงและประเมินผลสมรรถภาพการผลิตนาน 16 สัปดาห์ ในช่วงระยะผลัดขนไก่กลุ่ม 5 มีน้ำหนักตัวลดลงมากที่สุด (21.62%) ซึ่งสูงกว่าไก่อีก 3 กลุ่มที่เหลือ (P<0.05) ปริมาณอาหารที่กินและผลผลิตไข่ของไก่กลุ่ม 5 มีค่าน้อยกว่าไก่กลุ่ม 2 3 และ 4 (P<0.05) ที่น่าสนใจคือไก่กลุ่ม 5 หยุดไข่ทั้งฝูงในวันที่ 7 หลังจากได้รับอาหารผลัดขนมันสำปะหลังบด สัดส่วนของเซลล์เม็ดเลือดขาวเฮทเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซต์ของไก่กลุ่ม 5 มีค่าต่ำกว่าของไก่กลุ่ม 2 และ 4 (P<0.05) อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของสัณฐานวิทยาของอวัยวะสืบพันธุ์ กระดูก ระดับคอร์ติซอลในพลาสม่า น้ำหนักม้าม ต่อมเบอร์ซ่าและต่อมไธมัส และอัตราการตายระหว่างไก่ผลัดขนทั้ง 4 กลุ่ม (P>0.05) โปรแกรมผลัดขนไม่มีผลกระทบต่อเนื้อเยื่อผนังลำไส้และการขับซัลโมเนลล่าในมูลของไก่ในช่วงกลางของระยะหลังผลัดขนไก่กลุ่ม 3 และ 5 ให้ผลผลิตไข่สูงกว่ากลุ่มควบคุม (P<0.05) ไก่กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนมีคุณภาพไข่ขาวดีกว่ากลุ่มควบคุมในสัปดาห์ที่ 2 และ 8 หลังจากระยะผลัดขน (P<0.05) สัปดาห์ที่ 6 ของระยะการให้ผลผลิตความหนาเปลือกไข่ของไก่กลุ่ม 2 มีค่ามากกว่ากลุ่มอื่นๆ ที่เหลืออีก 4 กลุ่ม (P<0.05) ไม่พบความแตกต่างของน้ำหนักไข่ น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักเปลือกไข่และอัตราการตายระหว่างไก่ทั้ง 5 กลุ่มตลอดระยะการให้ผลผลิตหลังการผลัดขน

_____ _____ ____/____/____

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Pannapat Guntapa 2015: Effects of Forced Molting Using a Non-fasting Method on Productive Performance, Stress, Bone Ash Content and Histopathology of Intestinal Tissues in Laying Hens. Master of Science (Animal Science), Major Field: Animal Science, Department of Animal Science. Thesis Advisor: Associate Professor Nirat Gongruttananun, Ph.D. 75 pages.

This study was conducted to evaluate the effects of molt induction by using a non-fasting method on productive performance, stress, bone ash content and intestinal histopathology in 97-wk-old hens. The hens were caged, located in a closed layer house, and randomly divided into 5 groups, each group represented by 5 replicates, consisting of 12 birds each. Group 1 (control) was provided with a layer ration and exposed to a 16:8 daylight:dark (L:D) photoperiod daily throughout the study, whereas groups 2, 3, 4 and 5 were induced to molt by feeding with broken rice, rice bran, corn meal or cassava meal molt diets, respectively, for 2 wk. During the 2 wk molt period, all birds were exposed to an 8L:16D photoperiod and had access to drinking water at all times. Following the molt period, the hens were fed the layer diet and provided with 16 h of light per day, and production performance was measured for 16 wk. During the 2 wk molt period, the greatest value of bodyweight loss occurred in group 5 (21.62%) as compared with those of the other molted groups (P<0.05). Feed intake and egg production of group 5 were significantly lower than those of the other molted groups. Interestingly, only hens in group 5 went completely out of production within 7 d. The ratio of heterophil to lymphocyte numbers of group 5 was significantly less than those of groups 2 and 4. However, gonadal morphology, bone traits, plasma cortisol levels, the weight of spleen, bursa and thymus glands and mortality during the 2 wk treatment were not affected by treatments. No significant differences were found among treatments for examinations of intestinal histopathology and salmonella shedding. During the middle phase of the postmolt period, hens in groups 3 and 5 produced more eggs than did the control birds (P<0.05). Significant improvements in albumen quality were observed in the treatment groups at wk 2 and 8 after the 14 d treatment. At wk 6 of the laying period, eggshell thickness of group 2 was greater than those of the other 4 groups. No consistent differences were observed among the experimental groups throughout the 16 wk postmolt period for egg weight, albumen weight, shell weight and mortality.

_____ _____ _____/_____/_____

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.นิรัตน์ กองรัตนานันท์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิริยา ลุ้งใหญ่ กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายสัตวแพทย์ ดร. ชัยวัฒน์ บุญแก้ววรรณ กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอกและรองศาสตราจารย์ ศุภลักษณ์ โรมรัตนพันธ์ กรรมการที่ปรึกษาวิชารอง ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำและอบรมสั่งสอนในเรื่องของการเรียน การทำงานวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขรูปเล่มวิทยานิพนธ์อย่างใกล้ชิดจนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ไพโชค ปัญจะ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์และบุคลากรภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร และคณาจารย์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในทุกๆ เรื่อง และขอขอบพระคุณพนักงานและบุคลากรภายในฟาร์มไก่หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจทุกท่านที่ให้ความสะดวกและช่วยเหลือในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

ด้วยความดีหรือประโยชน์ที่ได้จากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่และครอบครัวที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนข้าพเจ้าด้วยดีเสมอมา

พรรณพรรษ กัณฑภา

ตุลาคม 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	18
อุปกรณ์	18
วิธีการ	20
ผลและวิจารณ์	27
ผล	27
วิจารณ์	53
สรุปและข้อเสนอแนะ	60
สรุป	60
ข้อเสนอแนะ	60
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	61
ภาคผนวก	70
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	75

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	โปรแกรมการบังคับผลัดขนของมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย (University of California)	6
2	โปรแกรมการบังคับผลัดขนของมหาวิทยาลัยวอชิงตัน (University of Washington)	7
3	ส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญของปลายข้าว	12
4	ระดับมันสำปะหลังที่ใช้ผสมในอาหารสัตว์ปีก	16
5	โปรแกรมกระตุ้นการผลัดขนที่ใช้ในการทดลอง	21
6	สูตรอาหารผลัดขนที่ใช้ในการทดลอง	22
7	น้ำหนักตัวเริ่มต้น น้ำหนักไข่ ผลผลิตไข่และคุณภาพไข่ของไก่ทดลองทั้ง 5 กลุ่มในช่วง 2 สัปดาห์ก่อนการทดลอง	32
8	น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลัดขน น้ำหนักตัวลดลง ปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่และอัตราการตายของไก่กลุ่มผลัดขนทั้ง 4 กลุ่มกับกลุ่มควบคุม (control) ในช่วงระยะผลัดขน	33
9	สัณฐานวิทยาของรังไข่และท่อนำไข่ของไก่ทดลองเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลัดขน	34
10	ค่าเฉลี่ยระดับของฮอร์โมน cortisol และสัดส่วนของเซลล์เม็ดเลือดขาว heterophil ต่อ lymphocyte (H:L ratio) ในพลาสม่าของไก่กลุ่มผลัดขนทั้ง 4 กลุ่มกับกลุ่มควบคุมเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลัดขน	36
11	น้ำหนักไขมันในช่องท้อง ม้าม ตับ ต่อมไทรอยด์ ต่อมไธมัส และต่อมเบอร์ซ่าของไก่ทดลองเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลัดขน	37
12	น้ำหนัก ความยาว และปริมาณเถ้าของกระดูกขา (tibia) ของไก่ทดลองเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลัดขน	38
13	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน) ของไก่ทดลองในช่วงระยะหลังผลัดขน	43
14	ผลผลิตไข่ (% hen-day egg production) ของไก่ทดลองในช่วงระยะหลังผลัดขน	44
15	น้ำหนักไข่ (กรัม) ของไก่ทดลองในช่วงระยะหลังผลัดขน	45
16	ค่าเฉลี่ยความสูงไข่ขาว (Haugh Units) ของไก่ทดลองในช่วงระยะหลังผลัดขน	46

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
17	น้ำหนักไข่ขาว (%) ของไก่ทดลองในช่วงระยะหลังผลัดขน	47
18	สีไข่แดงของไก่ทดลองในช่วงระยะหลังผลัดขน	48
19	น้ำหนักไข่แดง (%) ของไก่ทดลองในช่วงระยะหลังผลัดขน	49
20	น้ำหนักเปลือกไข่ (%) ของไก่ทดลองในช่วงระยะหลังผลัดขน	50
21	ความหนาเปลือกไข่ (ไมโครเมตร) ของไก่ทดลองในช่วงระยะหลังผลัดขน	51
22	อัตราการตายของไก่ทดลองในช่วงระยะหลังผลัดขน	52

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะกระเปาะไข่ของไก่กลุ่มควบคุม (control)	35
2	เปรียบเทียบลักษณะกระเปาะไข่ของไก่กลุ่มที่ผ่านการบังคับผลัดขนทั้ง 4 กลุ่ม (T2 = สูตรอาหารผลัดขนปลายข้าว; T3 = สูตรอาหารผลัดขนรำละเอียด; T4 = สูตรอาหารผลัดขนข้าวโพดบด; T5 = สูตรอาหารผลัดขนมันสำปะหลังบด)	35
3	ลักษณะของเนื้อเยื่อลำไส้ใหญ่บริเวณ cecum ของไก่กลุ่มควบคุม (H&Ex200)	39
4	ลักษณะของเนื้อเยื่อลำไส้ใหญ่บริเวณ cecum ของไก่ที่ได้รับอาหารผลัดขนสูตรปลายข้าว (H&Ex200)	39
5	ลักษณะของเนื้อเยื่อลำไส้ใหญ่บริเวณ cecum ของไก่ที่ได้รับอาหารผลัดขนสูตรรำละเอียด (H&Ex200)	40
6	ลักษณะของเนื้อเยื่อลำไส้ใหญ่บริเวณ cecum ของไก่ที่ได้รับอาหารผลัดขนสูตรข้าวโพดบด (H&Ex200)	40
7	ลักษณะของเนื้อเยื่อลำไส้ใหญ่บริเวณ cecum ของไก่ที่ได้รับอาหารผลัดขนสูตรมันสำปะหลังบด (H&Ex200)	41
8	ผลการเพาะเชื้อ salmonella ในมูลของไก่กลุ่มควบคุม (control)	42
9	เปรียบเทียบผลการเพาะเชื้อ salmonella ในมูลของไก่กลุ่มที่ผ่านการบังคับผลัดขนทั้ง 4 กลุ่ม (T2 = สูตรอาหารผลัดขนปลายข้าว; T3 = สูตรอาหารผลัดขนรำละเอียด; T4 = สูตรอาหารผลัดขนข้าวโพดบด; T5 = สูตรอาหารผลัดขนมันสำปะหลังบด)	42

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

vs	=	versus
HU	=	Haugh Units
µg	=	microgram
dL	=	deci Liter

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลของการบังคับผลัดขนโดยวิธีไม่อดอาหารที่มีต่อสมรรถภาพการผลิต ภาวะเครียด ปริมาณเถ้าในกระดูก และจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อผนังลำไส้ในไก่ไข่

Effects of Forced Molting Using a Non-fasting Method on Productive Performance, Stress, Bone Ash Content and Histopathology of Intestinal Tissues in Laying Hens

คำนำ

อุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่ไข่เป็นธุรกิจที่สร้างรายได้ให้กับประเทศมีมูลค่าแต่ละปีสูงมาก ในปีพ.ศ. 2556 มีการเลี้ยงไก่ไข่ทั่วทั้งประเทศประมาณ 44,300,803 ตัวมีกำลังการผลิตไข่ไก่ตลอดทั้งปีประมาณ 11,148,498,140 ฟองคิดเป็นมูลค่าประมาณ 3,445,494,420 ล้านบาท (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) โดยปกติไก่ไข่จะเริ่มไข่เมื่ออายุประมาณ 21-22 สัปดาห์ และจะให้ผลผลิตไข่สูงสุดเมื่ออายุ 32-36 สัปดาห์หลังจากนั้นจะให้ผลผลิตลดลงจนเหลือประมาณ 55 เปอร์เซ็นต์เมื่ออายุประมาณ 82 สัปดาห์ แม่ไก่ที่มีอายุมากขึ้นนอกจากผลผลิตไข่จะลดลงแล้วคุณภาพไข่ขาวและเปลือกไข่ก็ลดลงด้วยทำให้การเลี้ยงต่อไปให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจเกษตรกรจึงจำหน่ายแม่ไก่ปลดออกจากฟาร์มเป็นไก่แก่ปลดระวางและจัดซื้อไก่สาวเข้ามาเลี้ยงทดแทน (replacement) อย่างไรก็ตามในบางสถานการณ์เช่นสภาวะที่มีการเกิดโรคระบาดทำให้มีการห้ามเคลื่อนย้ายสัตว์ปีกออกนอกพื้นที่ หรือในกรณีที่ปริมาณการผลิตลูกไก่ไม่เพียงพอกับความต้องการทำให้เกิดภาวะวิกฤตขาดแคลนไก่สาวอายุพร้อมไข่ปัญหาเหล่านี้เป็นปัญหาที่เกษตรกรไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ดังนั้นหากมีเทคนิคการจัดการฟาร์มที่เกษตรกรสามารถใช้เป็นแนวทางในการยืดระยะเวลาการให้ผลผลิตไข่ของแม่ไก่ที่มีอายุมากออกไปได้อีกจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ไข่เป็นอย่างยิ่ง การบังคับผลัดขนเป็นการทำให้ไก่เกิดสภาวะรู้สึกถึงความผิดปกติของธรรมชาติที่มากระทบกับการดำรงชีวิตทำให้ไก่เครียดจนกระทั่งเกิดการผลัดขนและหยุดไข่ หลังจากผลัดขนเสร็จแล้วแม่ไก่จะกลับมาให้ผลผลิตไข่ได้ใหม่อีกรอบหนึ่งคล้ายกับการกลับมาเป็นสาวใหม่ (rejuvenation) ซึ่งสามารถให้ไข่ได้นาน 5-6 เดือน วิธีการบังคับผลัดขนมีหลายวิธีขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละสภาพของฝูงไก่ วิธีที่มีประสิทธิภาพและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายคือ การอดอาหาร อย่างไรก็ตามสังคมให้ความสำคัญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และตระหนักถึงสวัสดิภาพสัตว์ในช่วงระหว่างการถูกอดอาหารซึ่งถือว่าเป็นการทรมานสัตว์ทำให้หลายประเทศห้ามใช้วิธีบังคับผลัดขนไก่ไข่ด้วยการอดอาหาร

ดังนั้นหากมีการศึกษาค้นคว้าวิจัยหาวิธีบังคับการผลัดขนที่มีประสิทธิภาพโดยไม่อดอาหารและสามารถทำให้ไก่ไข่กลับมาให้ผลผลิตไข่ในรอบใหม่อีกครั้งในระดับที่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและไม่ขัดต่อหลักสวัสดิภาพสัตว์ จึงนับว่าน่าจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ไข่เป็นอย่างยิ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการกระตุ้นการผลัดขนในไก่ไข่โดยใช้อาหารสูตรผลัดขน (molt diet) ที่มีต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิต สรีรวิทยาทางการสืบพันธุ์ ภูมิคุ้มกัน สรีรวิทยากระดูก และสุขภาพของสัตว์โดยวิธีการให้อาหารแบบมีอาหารให้กินอย่างเต็มที่ (*ad libitum*)

2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอาหารสูตรผลัดขนที่ใช้วัตถุดิบแตกต่างกัน 4 ชนิดได้แก่ ปลายข้าว รำละเอียด ข้าวโพดบด และมันสำปะหลังบด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

การผลัดขนโดยวิธีธรรมชาติ

ในสภาพตามธรรมชาติสัตว์ปีกจะมีพฤติกรรมผลัดขนปีละหนึ่งครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติ โดยเฉพาะเมื่อเวลาในช่วงกลางวัน (day length) เริ่มสั้นลงเนื่องจากสัตว์ปีกมีความไวในการตอบสนองต่อแสง (Sharp, 1993) ซึ่งเรียกว่า การผลัดขนตามธรรมชาติ (natural molting) การลดความยาวของแสงหมายถึง ความยาวช่วงแสงระหว่างเวลาพระอาทิตย์ขึ้นถึงพระอาทิตย์ตกซึ่งจะผันแปรไปตามฤดูกาลเช่น ในฤดูร้อนความยาวช่วงแสงจะยาวนานกว่าในฤดูหนาว

แสงเป็นปัจจัยภายนอกที่สำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการสืบพันธุ์ของสัตว์ปีก การให้แสงสว่างต่อวันไม่เพียงพอจะทำให้อัตราการให้ผลผลิตไข่ของไก่ไข่ลดลง (Lewis and Morris, 1999) เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตาจะไปตกกระทบที่จุดรับภาพของนัยน์ตาที่เรียกว่า จอตา (retina) คลื่นแสงจะถูกเปลี่ยนเป็นกระแสประสาทและส่งผ่านไปตามเส้นประสาทตา (optic nerve) เข้าสู่สมอง มีผลไปกระตุ้นการทำงานของสมองส่วนที่เรียกว่า ไฮโปธาลามัส (hypothalamus) ในการสร้างและหลั่งโกนาโดโทรปินรีลิสซิ่งฮอร์โมน (gonadotropin releasing hormone; GnRH) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ทำหน้าที่กระตุ้นต่อมใต้สมองส่วนหน้า (anterior pituitary gland) ในการสังเคราะห์และหลั่งลูทีไนซิงฮอร์โมน (luteinizing hormone; LH) และฟอลลิเคิลสติมูเลติงฮอร์โมน (follicle stimulating hormone; FSH) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเจริญพันธุ์ (sexual maturity) และวงรอบการไข่ (ovulatory cycle) ของสัตว์ปีก (Lewis and Morris, 2000) ดังนั้นการเลี้ยงไก่จึงจำเป็นต้องให้ความยาวแสงมากกว่าปกติในช่วงระยะที่ไก่กำลังให้ผลผลิตไข่เพื่อให้ไก่ได้กินอาหารเพิ่มขึ้นทำให้ผลผลิตไข่สูงขึ้น ด้วยเหตุนี้การเปลี่ยนแปลงคุณภาพและความยาวของแสงจึงเป็นตัวปรับเวลาในทางชีววิทยาของสัตว์ปีกที่เรียกว่า นาฬิกาชีวภาพ (biological clock) ส่งผลให้ร่างกายของสัตว์ปีกเกิดการกำหนดช่วงของการผลัดขนและการสืบพันธุ์

โดยธรรมชาติการผลัดขนในไก่ไข่มักเกิดขึ้นในขณะที่สัตว์มีอายุมากขึ้น อัตราการให้ผลผลิตไข่เริ่มลดลง ในช่วงระยะผลัดขนไก่จะหยุดไข่หลังจากที่ผลัดขนเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงจะกลับมาให้ไข่ใหม่อีกครั้งหนึ่งซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการผลัดขนอาจนานถึง 4 เดือน ดังนั้นแนวทางที่จะทำให้เกิดการผลัดขนได้เร็วขึ้นหรือใช้เวลาในการผลัดขนให้สั้นลงจึงต้องมีการบังคับให้เกิดการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลัดขนพร้อมกันทั้งฝูง เรียกวิธีการดังกล่าวว่า การบังคับผลัดขน (forced molting) หรือบางครั้งเรียกว่า การกระตุ้นผลัดขน (induced molting)

การบังคับผลัดขน

การบังคับผลัดขนเป็นการทำให้ไก่เกิดสภาวะที่รู้สึกว่าเกิดความผิดปกติของธรรมชาติที่มากระทบกับการดำรงชีพต่อไป โดยการทำให้ไก่เกิดความเครียดจนกระทั่งเกิดการผลัดขนขึ้น ทั้งนี้ระดับความเครียดจะต้องน้อยกว่าจุดที่ทำให้ไก่ตาย หลังจากถูกบังคับให้ผลัดขนเสร็จสิ้นแล้วไก่จะกลับมาให้ผลผลิตไข่ได้ใหม่เรียกการให้ไข่ของไก่ในช่วงใหม่นี้ว่า การให้ไข่ในปีที่ 2 การบังคับผลัดขนส่วนใหญ่ทำในไก่ที่อายุมาก อาจทำได้มากกว่า 1 ครั้ง โดยจะต้องพิจารณาถึงผลผลิตไข่ในแต่ละครั้งว่าให้ผลตอบแทนคุ้มค่าทางเศรษฐกิจหรือไม่และควรตรวจสอบสภาพฝูงไก่เพื่อให้แน่ใจว่าปราศจากโรค รวมทั้งในขณะดำเนินการใช้โปรแกรมผลัดขนต้องให้ความเอาใจใส่ และระมัดระวังอย่างมากเนื่องจากอาจมีผลต่ออัตราการตายของไก่ได้

Hamm and Welter (1965) แนะนำว่าการบังคับให้ไก่ผลัดขนควรกระทำเมื่อหลังจากแม่ไก่ไข่ไปแล้ว 9 เดือนซึ่งสอดคล้องกับ Len *et al.* (1964) อธิบายว่าการให้ผลผลิตไข่ของไก่ไข่ในปีที่สองสามารถปรับปรุงได้โดยการบังคับให้ไก่ผลัดขน วัตถุประสงค์ในการบังคับให้ไก่ผลัดขนของผู้เลี้ยงส่วนใหญ่สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประการคือ วัตถุประสงค์ด้านการจัดการกับวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจ กล่าวคือ วัตถุประสงค์ด้านการจัดการเป็นการนำแม่ไก่ที่ให้ไข่มาแล้วครบปีหรือแม่ไก่ที่ให้ไข่ลดลงหลังจากที่ให้ผลผลิตไข่ถึงอัตราการให้ผลผลิตสูงสุด (peak of production rate) แล้วมาบังคับให้ผลัดขนเพื่อให้หยุดไข่พร้อมๆ กันทั้งฝูงจนกระทั่งเมื่อขนใหม่ขึ้นเต็มแม่ไก่จะเริ่มให้ไข่ใหม่ โดยเป็นไข่ที่มีขนาดใหญ่ คุณภาพไข่และเปลือกไข่ดี ทำให้ฝูงมีความสม่ำเสมอกันมากขึ้นสะดวกต่อการจัดการ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการปล่อยให้แม่ไก่เหล่านั้นผลัดขนเองตามธรรมชาติไก่จะผลัดขนไม่พร้อมกัน และใช้ระยะเวลานานประมาณ 4-5 เดือนกว่าจะเริ่มไข่ได้ใหม่ นอกจากจะไม่สะดวกในการจัดการแล้วยังเป็นการช่วยลดปริมาณมูลไก่ภายในฟาร์มลงได้เมื่อเปรียบเทียบกับการเริ่มต้นเลี้ยงลูกไก่ ซึ่งเป็นการลดต้นทุนในการผลิตอีกด้วย ส่วนวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจวิธีการบังคับผลัดขนทำให้ผู้เลี้ยงสามารถกำหนดให้ไก่ผลิตไข่ในช่วงที่ไข่ขาดแคลนและมีราคาสูงหรือหากเกิดสภาวะไข่ล้นตลาด และคาดว่าภาวะการล้นตลาดนั้นจะเกิดในช่วงสั้นๆ ถ้าทำการคัดไก่ทิ้งแล้วเริ่มต้นเลี้ยงลูกไก่ใหม่จะไม่ทันกับสภาวะที่ราคาดีขึ้น ดังนั้นการบังคับผลัดขนจึงเป็นการชะลอการผลิตไข่ไปในตัวและเป็นผลทำให้ช่วยลดการขาดทุน (Parlour and Halter, 1970)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โปรแกรมการผลัดขน

โปรแกรมที่ใช้กระตุ้นการผลัดขนมีหลายวิธี ส่วนใหญ่นิยมใช้วิธีการอดอาหารและลดจำนวนชั่วโมงแสงหรืออาจมีการอดน้ำร่วมด้วยจะทำให้แม่ไก่หยุดไข่ โปรแกรมการผลัดขนแต่ละโปรแกรมจะมีพื้นฐานที่แตกต่างกันอาทิเช่น

โปรแกรมการบังคับผลัดขนของมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย เป็นโปรแกรมที่มีข้อดีเนื่องจากไม่มีการอดน้ำซึ่งเหมาะสมกับประเทศในเขตร้อน มีขั้นตอนดังนี้คือ ในช่วง 10 วันแรกให้แสงสว่างวันละ 8 ชั่วโมงและอดอาหารตลอด 10 วันแต่มีการเสริมให้กินเปลือกหอยและให้กินน้ำตลอดเวลา ในวันที่ 11 ให้เมล็ดธัญพืชเช่น ข้าวโพดบด เพียงอย่างเดียวโดยให้กินอย่างเต็มที่นาน 2-3 สัปดาห์ หลังจากนั้นให้อาหารไก่ไข่และให้แสงสว่าง 14-16 ชั่วโมงต่อวันตามปกติดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 โปรแกรมการบังคับผลัดขนของมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย (University of California)

วันที่	การให้อาหาร	การให้น้ำ	การให้แสง
1-10	อดอาหาร/ให้กินเปลือกหอย	ให้น้ำ	8 ชม.
11-30	ให้เมล็ดธัญพืชอย่างเดียว	ให้น้ำ	8 ชม.
31-60	ให้อาหารสูตรไก่ไข่	ให้น้ำ	14-16 ชม.

ที่มา: North and Bell (1990)

โปรแกรมการบังคับผลัดขนของมหาวิทยาลัยวอชิงตัน มีขั้นตอนดังนี้คือ ลดเวลาให้แสงลงเหลือวันละ 8 ชั่วโมงนานติดต่อกัน 21 วันก่อนทำการอดน้ำและอาหารต่อจากนั้นอดอาหาร 3 วันแรกโดยให้กินเฉพาะเปลือกหอย และทำการอดน้ำนาน 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นให้กินน้ำอย่างเต็มที่ ถ้าหากอากาศร้อนอาจลดระยะเวลาการอดน้ำลง หลังจากอดอาหาร 3 วันแล้วให้อาหารไก่ไข่วันละ 2.724 กิโลกรัมต่อไก่ 100 ตัวจนฝูงไก่ไข่ให้ไข่ลดลงเหลือต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์จากนั้นจึงเริ่มให้กินอาหารอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) การให้แสงยังคงให้แสงวันละ 8 ชั่วโมงจนครบ 49 วัน (นับจากวันที่เริ่มอดอาหารและน้ำ) จากนั้นจึงเพิ่มเวลาให้แสงขึ้นเป็นวันละ 14-16 ชั่วโมงดังแสดงในตารางที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 โปรแกรมการบังคับผลัดขนของมหาวิทยาลัยวอชิงตัน (University of Washington)

วันที่	การให้อาหาร	การให้น้ำ	การให้แสง
1	อดอาหาร	อดน้ำ	8 ชม.
2	อดอาหาร	อดน้ำ	8 ชม.
3	อดอาหาร	ให้น้ำ	8 ชม.
4	ให้อาหาร 2.724 กก. ต่อไก่ 100 ตัวจนกระทั่งไก่ทั้งฝูงให้ไข่น้อยกว่า 1% จึงเริ่มให้อาหารอย่างเต็มที่	ให้น้ำ	8 ชม.
49	ให้อาหารอย่างเต็มที่	ให้น้ำ	14-16 ชม.

ที่มา: North and Bell (1990)

ผลของการผลัดขนที่มีต่อสมรรถภาพการผลิต

การบังคับผลัดขนมีผลทำให้ไก่กินอาหารน้อยลงแต่หลังจากการผลัดขน พบว่าไก่จะกลับมากินอาหารเท่าๆ กับช่วงที่ยังไม่ได้ผลัดขน Hassanien (2011) รายงานว่าการกระตุ้นผลัดขนโดยวิธีอดอาหารมีผลทำให้ผลผลิตไข่และประสิทธิภาพการใช้อาหารเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีผลทำให้ฟองไข่มีขนาดใหญ่ขึ้น เนื่องจากหลังผลัดขนไก่จะมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเพราะอายุมากขึ้นขนาดของไข่มีความสำคัญประการหนึ่งทางเศรษฐกิจ (Garlich *et al.,* 1984) อย่างไรก็ตามคุณภาพไข่นับเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่เป็นดัชนีชี้วัดถึงประสิทธิภาพของการบังคับผลัดขน จากรายงานของ Khodadadi *et al.* (2008) พบว่าหลังจากถูกกระตุ้นให้ผลัดขนไข่ขาวมีคุณภาพดีกว่าก่อนการผลัดขนอย่างเห็นได้ชัด

ผลของการผลัดขนที่มีต่อคุณภาพกระดูก

จากรายงานผลการวิจัยของนักวิจัยหลายท่านบ่งชี้ชัดว่า การบังคับผลัดขนโดยวิธีอดอาหารเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ (Baker *et al.,* 1983; Koelkebeck *et al.,* 1992; Ruszler, 1998; Webster, 2003;) อย่างไรก็ตามในช่วงของโปรแกรมกระตุ้นการผลัดขนโดยวิธีอดอาหารมีผลทำให้ไก่ได้รับแคลเซียมในปริมาณน้อย ส่งผลให้ระดับสมดุลของแคลเซียมในกระแสเลือดเกิดการเปลี่ยนแปลงทำให้กระบวนการสร้างกระดูกและความหนาแน่นของมวลกระดูกลดลง (Yosefi *et al.,* 2003) ด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เหตุนี้ไก่ที่ผลัดขนโดยวิธีอดอาหารจึงมีโอกาสกระดูกแตกหักได้ง่าย (Mazsuco and Hester, 2005) Garlich *et al.* (1984) รายงานว่าการผลัดขนโดยวิธีอดอาหารส่งผลให้น้ำหนักและความหนาแน่นในกระดูกต้นขา (femur) ของไก่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน

ผลของการผลัดขนที่มีต่อการติดเชื้อซัลโมเนลล่า

การบังคับผลัดขนโดยวิธีอดอาหารมีผลทำให้เกิดโอกาสในการติดเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารง่ายขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อ *Salmonella enterica* serovar Enteritidis (*S.* Enteritidis) (Holt, 2003) Brake and Thaxton (1979) พบว่าการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าในลำไส้ของไก่ที่ผลัดขนโดยวิธีการอดอาหารมีปริมาณที่สูงกว่าไก่ที่ไม่ได้ผลัดขน (Holt and Porter, 1992) นอกจากนี้ยังพบการอักเสบบริเวณลำไส้ใหญ่ส่วนกลาง (colon) และส่วนต้น (cecum) อีกด้วย (Macri *et al.,* 1997)

เชื้อ *Salmonella spp.* เป็นแบคทีเรียที่พบได้ทั้งในคนและสัตว์ทั้งที่แสดงอาการป่วยและไม่มีอาการใดๆ อย่างไรก็ตามความเจ็บป่วยในคนจากการติดเชื้อ salmonella โดยเฉพาะเชื้อ salmonella ที่ไม่ใช่เชื้อก่อโรคไทฟอยด์ (non-typhoidal salmonella, NTS) ถือว่าเป็นปัญหาสำคัญทางด้านสาธารณสุขที่มีสาเหตุมาจากสัตว์ที่ถูกนำมาบริโภคเป็นอาหารและเป็นปัญหาทั่วโลกเช่น ในปี 1999 ประเทศเนเธอร์แลนด์มีผู้ป่วยจากการติดเชื้อ salmonella ประมาณ 50,000 คนจากประชากรทั้งหมด 15.8 ล้านคน (Van Pelt *et al.,* 2003) และในสหรัฐอเมริกามีผู้ป่วยถึง 1.4 ล้านคนจากประชากร 250 ล้านคน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 95 ของผู้ป่วยโรคทางเดินอาหาร (Mead *et al.,* 1999) NTS สามารถติดคนได้โดยผ่านทางอาหารหลายชนิดได้แก่ เนื้อโค เนื้อสุกร เนื้อไก่ ไข่ นม เนยแข็ง ปลา หอย ผลไม้และน้ำผลไม้ (Gomez *et al.,* 1997) เชื้อ salmonella มีรายงานแล้วทั่วโลกกว่า 2,500 ซีโรวาร์ซึ่งส่วนใหญ่สามารถทำให้เกิดความเจ็บป่วยในคนได้ (Boonmar *et al.,* 1998)

สุมณฑา (2545) กล่าวว่า การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆในไก่มีสาเหตุมาจากหลายปัจจัยด้วยกัน และจุลินทรีย์ต่างๆ ที่ปนเปื้อนมีอยู่หลายชนิดไม่ว่าจะเป็น *Salmonella*, *S. aureaus* หรือ *E. coli* ล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่อร่างกายของมนุษย์ทั้งสิ้นหากมีการปนเปื้อนที่เกินกว่ามาตรฐานกำหนดอาจทำให้เกิดอาการป่วยหรือเป็นโรคที่เรียกว่า อาหารเป็นพิษ ซึ่งพบว่าโรคอาหารเป็นพิษร้อยละ 70 เกิดจากจุลินทรีย์โดยเฉพาะแบคทีเรียเป็นต้นเหตุสำคัญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลของการผลัดขนที่มีต่อระบบภูมิคุ้มกันโรค

การบังคับผลัดขนโดยวิธีอดอาหารส่งผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายสัตว์ เนื่องจากสัตว์เกิดความเครียดจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของร่างกายเพื่อตอบสนองต่อภาวะเครียดส่งผลต่อระบบหมุนเวียนโลหิตหลายประการ ทั้งนี้ผลส่วนใหญ่เกิดมาจากอิทธิพลของฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์ (glucocorticoid hormone) ซึ่งออกฤทธิ์ต่อระบบการสร้างเม็ดเลือด (hemopoietics system) ซึ่งทำหน้าที่สร้างเม็ดเลือดขาวชนิดบี ลิมโฟไซด์ (B-lymphocyte) เม็ดเลือดแดงและส่วนประกอบในเม็ดเลือดเช่น ฮีโมโกลบิน (hemoglobin) เป็นต้น นอกจากระบบการสร้างเม็ดเลือด อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับเม็ดเลือดขาวชนิดที ลิมโฟไซด์ (T-lymphocyte) ได้แก่ ม้าม ต่อมไธมัส และต่อมเบอร์ซ่ายังได้รับผลกระทบเช่นกัน โดยพบว่าเมื่อไก่ได้รับฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์มีผลทำให้อวัยวะทั้ง 3 ส่วนดังกล่าวเกิดการฝ่อ (Puvadolpirod and Thaxton, 2000) นอกจากนี้ฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์ยังมีผลต่อเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด lymphocyte โดยตรง โดยจะจับกับเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์เม็ดเลือดส่งผลให้เกิดความผิดปกติของเยื่อหุ้มเซลล์และเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ (Daghir, 1995) การยับยั้งกระบวนการสร้างเซลล์เม็ดเลือดขาวรวมทั้งการที่เซลล์เม็ดเลือดขาวถูกทำลายจะมีผลทำให้เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด lymphocyte มีจำนวนลดลง ในทางตรงกันข้ามเม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิล (heterophil) จะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ไก่ที่ผลัดขนโดยวิธีการอดอาหารมีภูมิคุ้มกันโรคลดลงเมื่อเกิดความเครียดเชื้อโรคจึงเข้าสู่ร่างกายได้ง่าย

การผลัดขนโดยวิธีไม่อดอาหาร

การอดอาหารไก่เป็นวิธีการปฏิบัติต่อสัตว์ที่ขัดต่อหลักสวัสดิภาพสัตว์ นอกจากนี้ยังมีผลกระทบต่อสุขภาพสัตว์ดังนั้นจึงมีการศึกษาหาวิธีการกระตุ้นผลัดขนที่เป็นทางเลือกใช้ทดแทนการอดอาหารซึ่งมีหลากหลายวิธีเช่น การเสริมแร่ธาตุบางชนิดในอาหารในปริมาณสูง การใช้ฮอร์โมนหรือยาบางชนิดและการใช้อาหารสูตรผลัดขน

การเสริมแร่ธาตุสังกะสี (Zn) ในอาหารเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการกระตุ้นผลัดขนโดยการเพิ่มแร่ธาตุสังกะสีในอาหารไก่ไข่ประมาณ 20,000 ส่วนต่อล้านส่วน (ppm) คือในสูตรอาหาร 1 ตันมีซิงค์ออกไซด์ (ZnO) 25 กิโลกรัมในสูตรอาหารมีแคลเซียมตามปกติคือ 3.5-4.0 เปอร์เซ็นต์ให้ไก่ได้รับอาหารสูตรนี้นาน 5 วันแล้วจึงกลับมาใช้อาหารสูตรเดิมซึ่งมีสังกะสีอยู่ประมาณ 50 ppm ในช่วงระยะเวลาที่ให้อาหารสูตรผลัดขนมีการจำกัดแสง เมื่อกลับมาให้อาหารสูตรปกติจึงมีการเพิ่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความยาวของวัน การเพิ่มสังกะสีในอาหารจะทำให้เกิดการผลัดขนเนื่องจากปริมาณสังกะสีในอาหารจะไปควบคุมความอยากกินอาหารของไก่ ทำให้ไก่กินอาหารน้อยลงทำให้ไก่เกิดความเครียดจนเกิดการผลัดขน (วิรัตน์, 2542) Hassanabadi and Kermanshahi (2007) ทดลองในไก่ไข่พันธุ์ไฮไลน์อายุ 79 สัปดาห์โดยเปรียบเทียบวิธีการอดอาหารนานติดต่อกัน 5 วันกับการให้อาหารที่มีแร่ธาตุสังกะสีในปริมาณ 20,000 ppm เป็นเวลา 10 วันโดยให้แสงสว่างเท่ากันทั้งสองกลุ่มคือ วันละ 12 ชั่วโมงต่อวัน หลังจากผ่านการผลัดขนไก่ทั้งสองกลุ่มจะได้รับอาหารไก่ไข่และแสงสว่าง 16 ชั่วโมงต่อวันตามปกติพบว่า หลังผลัดขนอัตราการให้ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่และประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่ทดลองทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Queen *et al.* (1997) รายงานผลการทดลองในไก่งวงโดยใช้ไก่งวงอายุ 58 สัปดาห์จำนวน 144 ตัวแบ่งไก่งวงออกเป็น 3 กลุ่ม อาหารที่ไก่งวงแต่ละกลุ่มได้รับจะมีโปรตีนรวม 10.8 เปอร์เซ็นต์ มีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2,915 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ในการทดลองแรกทำในช่วงฤดูหนาว ไก่งวงกลุ่มที่ 1 ให้ได้รับอาหารที่เสริมด้วยไธร็อคซิน (thyroxine) 1 ppm กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารที่มีการเสริมด้วยไธออร์ราซิล (thiouracil) ซึ่งเป็นตัวยับยั้งหรือตัวกีดขวางฮอร์โมนไธรอยด์ 0.1 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารสูตรปกติโดยไม่มีการเสริมสิ่งใด จากการศึกษาพบว่า ไก่งวงกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมด้วย thyroxine (กลุ่ม 1) มีผลทำให้ไก่งวงเกิดการผลัดขนเร็วกว่ากลุ่มที่ได้รับ thiouracil นอกจากนี้ยังพบว่า ไก่งวงกลุ่มที่ได้รับ thyroxine กลับมาไข่ได้เร็วกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรปกติและกลุ่มที่มีการเสริมด้วย thiouracil

การพัฒนาสูตรอาหารผลัดขน (molt diet) เพื่อใช้สำหรับกระตุ้นการผลัดขนไก่พบว่าเป็นอีกวิธีหนึ่งที่น่าสนใจเนื่องจากเป็นวิธีที่ไม่ขัดต่อหลักสวัสดิภาพสัตว์ นอกจากนี้ยังมีประสิทธิภาพในการผลัดขนให้ผลดีไม่แตกต่างไปจากวิธีการอดอาหาร อาหารผลัดขนเป็นสูตรอาหารที่มีระดับโปรตีนและพลังงานต่ำประกอบด้วยวัตถุดิบอาหารพื้นฐาน (basal feed) ล้วนๆ หรืออาจใช้วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมอาหารเป็นส่วนประกอบหลักในสูตรอาหารเช่น กากเมล็ดฝ้ายบด (Davis *et al.,* 2002) กากองุ่น (Keshavarz and Quimby, 2002) รำข้าวสาลี (Biggs *et al.,* 2004) และถั่วอัลฟาฟา (Donalson *et al.,* 2005)

Keshavarz and Quimby (2002) ทดลองในไก่ไข่อายุ 66 สัปดาห์โดยใช้สูตรอาหารผลัดขนที่ใช้กากเมล็ดองุ่นเสริมด้วยฮอร์โมน thyroxine ในสูตรอาหารมีแคลเซียมและฟอสฟอรัสในระดับเดียวกับความต้องการของไก่สาวในช่วงอายุ 12-18 สัปดาห์ โดยให้กินอย่างเต็มที่เป็นเวลา 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สัปดาห์เปรียบเทียบกับการผลัดขนโดยวิธีอดอาหารไก่นาน 10 วันพบว่า การให้ผลผลิตไข่ของแม่ไก่หลังการผลัดขนไม่แตกต่างไปจากของแม่ไก่ที่ผ่านการกระตุ้นผลัดขนด้วยวิธีการอดอาหาร

Kim *et al.* (2006) ศึกษาวิธีบังคับผลัดขนไก่โดยใช้ถั่วอัลฟาฟาผสมฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (fructooligosaccharide) เป็นอาหารผลัดขนในไก่ไข่โดยให้กินอย่างเต็มที่เปรียบเทียบกับวิธีอดอาหารเป็นเวลานาน 9 วัน เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลัดขนพบว่า ไก่กลุ่มที่ได้รับสูตรอาหารผลัดขนถั่วอัลฟาฟาผสมกับฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์มีความหนาแน่นของมวลกระดูกและความแข็งของกระดูก tibia และ humerus มากกว่าไก่กลุ่มที่อดอาหารอย่างเห็นได้ชัด

Koelkebeck *et al.* (2006) เปรียบเทียบการกระตุ้นผลัดขนโดยวิธีการอดอาหาร 4 วันกับการใช้สูตรอาหารผลัดขนต่างกัน 2 สูตรได้แก่ ข้าวโพดบดกับรำข้าวสาลีโดยให้กินอย่างเต็มที่พบว่าเปอร์เซ็นต์การไข่ตลอดระยะ 40 สัปดาห์หลังการผลัดขนของแม่ไก่ทั้ง 3 กลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน นักวิชาการกลุ่มนี้ให้ข้อเสนอแนะว่า ความยาวแสงที่เหมาะสมในช่วงระยะกระตุ้นผลัดขนควรมีค่า 8 ชั่วโมงต่อวันและน้ำหนักตัวไก่ควรมีค่าลดลงอย่างน้อยที่สุด 15 เปอร์เซ็นต์

Petek and Alpay (2008) ศึกษาวิธีการบังคับผลัดขนในไก่ไข่โดยใช้สูตรอาหารผลัดขน 2 ชนิดได้แก่ ถั่วอัลฟาฟากับข้าวบาร์เลย์โดยให้กินอาหารอย่างเต็มที่เป็นเวลา 10 วันเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ผลัดขน (control) พบว่า เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลัดขนไก่กลุ่มที่ใช้สูตรอาหารผลัดขนถั่วอัลฟาฟามีน้ำหนักตัวลดลงมากกว่าไก่กลุ่มสูตรอาหารข้าวบาร์เลย์และกลุ่ม control อย่างเห็นได้ชัด ไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่และอัตราการตายของไก่ทดลองทั้ง 3 กลุ่มตลอดระยะเวลาการทดลอง และได้ให้ข้อเสนอแนะว่าอาหารสูตรผลัดขนข้าวบาร์เลย์มีประสิทธิภาพดีกว่าสูตรถั่วอัลฟาฟา

อาหารพื้นฐาน

วัตถุดิบอาหารพื้นฐานเป็นวัตถุดิบที่ใช้เพื่อให้หรือเพิ่มพลังงานในอาหารสัตว์เป็นหลัก พลังงานที่สัตว์ได้รับจากวัตถุดิบอาหารกลุ่มนี้จะอยู่ในรูปของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายเช่น แป้งและน้ำตาล หรือไขมัน วัตถุดิบอาหารพื้นฐานมีความเข้มข้นของพลังงานต่อหน่วยน้ำหนักสูงกว่าอาหารหยาบหรือพืชอาหารสัตว์ และมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่ากลุ่มอาหารเสริมโปรตีน วัตถุดิบอาหารพื้นฐานเป็นกลุ่มของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีเยื่อใยต่ำกว่า 18 เปอร์เซ็นต์และมีโปรตีนต่ำกว่า 20

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งอาจแบ่งออกตามแหล่งที่มาเป็นอาหารประเภทธัญพืชและผลพลอยได้จากธัญพืช พืชหัว น้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์และอาหารเหลวเช่น กากน้ำตาล เป็นต้น (สาโรช, 2547) วัตถุดิบอาหารพื้นฐานที่นิยมนำมาใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ได้แก่ ปลายข้าว รำละเอียด ข้าวโพด และมันสำปะหลัง

ปลายข้าว (Broken rice)

ปลายข้าวเป็นผลพลอยได้จากการสีข้าว ซึ่งประกอบด้วยคัพภะ (germ) ของเมล็ดและเศษเมล็ดที่แตกหักและถูกขัดออกจากเมล็ด ปลายข้าวขนาดเล็กมักมีส่วนของจมูกข้าวซึ่งเป็นต้นอ่อนที่มีโปรตีน ไขมัน ไวตามิน และแร่ธาตุมากกว่าส่วนอื่นของเมล็ดจึงเหมาะกับการนำมาเลี้ยงสัตว์มากกว่าเนื่องจากสัตว์สามารถย่อยและใช้ประโยชน์ได้ดีกว่า ปลายข้าวมีระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้สูงประมาณ 3,300-3,600 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม (สาโรช, 2547) คุณค่าทางโภชนาการของปลายข้าวสำหรับเลี้ยงสัตว์มีค่าใกล้เคียงกับข้าวโพดมากโดยมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน และเยื่อใยเท่ากับ 12.0 8.0 0.9 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับและมีปริมาณเถ้า แคลเซียม และฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 0.7 0.03 และ 0.04 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (สุกัญญา, 2539) นอกจากนี้ยังมีกรดอะมิโนที่จำเป็นสำหรับสัตว์ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญของปลายข้าว

กรดอะมิโน	(%)
ไลซีน	0.27
เมทไธโอนีน	0.27
เมทไธโอนีน + ซีสตีน	0.32
ฮิสติดีน	0.18
เวลีน	0.53
ไกลซีน	0.71
ทริปโตเฟน	0.10
ทรีโอนีน	0.36
ไอโซลูซีน	0.45
อาร์จินีน	0.36

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

กรดอะมิโน	%
ลูซีน	0.71
เฟนิลอะลานีน+ไทโรซีน	1.15

ที่มา: สุกัญญา (2539)

รำละเอียด (Rice bran)

รำละเอียดเป็นผลพลอยได้จากการสีข้าวเช่นเดียวกับปลายข้าวโดยมีโปรตีนเฉลี่ย 12 เปอร์เซ็นต์มีไขมันเป็นส่วนประกอบอยู่ในระดับค่อนข้างสูงประมาณ 12-13 เปอร์เซ็นต์เป็นไขมันที่หืนได้ง่าย ในสภาวะที่อากาศร้อนและมีความชื้นในอากาศสูงรวมทั้งมีการถ่ายเทอากาศไม่ดีเช่น การเก็บรำละเอียดในกระสอบป่านธรรมดา รำละเอียดจะเริ่มหืนเมื่อเก็บไว้ 30-40 วัน และไม่เหมาะที่จะนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ รำละเอียดเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดหนึ่งที่ใช้กันมากในการประกอบสูตรอาหารสุกรและสัตว์ปีก รำข้าวใหม่มักจะมีความชื้นสูงทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลงและหืนเร็วด้วย รำข้าวเก่าที่ได้จากข้าวเปลือกเก็บไว้ข้ามฤดูจะมีความชื้นต่ำจึงเก็บไว้ได้นานกว่า รำละเอียดที่เก็บไว้เป็นอาหารสัตว์ควรเป็นรำสดใหม่มีแกลบปนน้อยที่สุด ทั้งนี้เพราะแกลบไม่มีคุณค่าทางอาหารแต่อย่างใด ในช่วงที่รำละเอียดมีราคาแพงเช่น ช่วงฤดูการทำนา รำละเอียดมักจะมีการปลอมปนด้วยแกลบป่นละอองข้าว หรือดินขาวป่น ซึ่งจะมีผลทำให้คุณค่าทางโภชนะของรำละเอียดต่ำลง รำข้าวนาปรัง มักจะมียาฆ่าแมลงปนเปื้อนมาในระดับสูง ซึ่งอาจเป็นอันตรายกับสัตว์ได้อาทิเช่น ลูกสัตว์จะมีอัตราการเติบโตช้าลง แม่สุกรจะแท้งลูกหรือตัวอ่อนตายในท้อง ในไก่ไข่มีผลทำให้ไก่มีอัตราการไข่ลดลงและมีอัตราการฟักออกต่ำ (สุวิทย์, 2536)

รำละเอียดเป็นอาหารพลังงานที่มีเยื่อใยค่อนข้างสูงโดยมีปริมาณเยื่อใยรวม (crude fiber) เฉลี่ยเท่ากับ 13 เปอร์เซ็นต์มี neutral detergent fiber (NDF) เท่ากับ 25.6 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีปริมาณ acid detergent fiber (ADF) ลิกนิน และไฟเตทเฉลี่ยเท่ากับ 12.2 3.8 และ 4.3 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ระดับของเยื่อใยและไฟเตทที่ค่อนข้างสูงนี้มีผลทำให้แร่ธาตุที่สำคัญบางตัวเช่น ฟอสฟอรัสและสังกะสีถูกยึดจับแน่น สัตว์นำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย โดยทั่วไปสัตว์กระเพาะเดี่ยวใช้ประโยชน์จากไฟติคฟอสฟอรัส (phytic phosphorus) ได้เพียงประมาณ 25-30 เปอร์เซ็นต์ใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อาหารไก่เนื้อไม่ควรใช้รำในระดับที่สูงเกินกว่า 20 เปอร์เซ็นต์หากใช้เกินกว่าระดับนี้จะส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของไก่ลดลงประมาณ 0.51 กรัมต่อวันต่อทุกๆ 1 เปอร์เซ็นต์ของรำที่เพิ่มสูงขึ้น 20 เปอร์เซ็นต์นอกจากนี้ยังมีผลทำให้อัตราการใช้ประโยชน์ของกรดอะมิโน อัตราการเก็บกักแคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัสลดลงด้วย (Gallinger *et al.,* 2004)

ในอาหารไก่ไข่อาจใช้รำละเอียดได้ในช่วงตั้งแต่ 20-45 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามในฝูงที่มีอัตราการไข่สูงการใช้รำข้าวในระดับสูง (45%) อาจทำให้ไข่ลดลงได้ ส่วนรำสกัดน้ำมันไม่ควรใช้ในระดับที่สูงเกินกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ของอาหารไก่ไข่ เนื่องจากอาจทำให้ผลผลิตไข่ลดลง ฟองไข่มีขนาดเล็กและเกิดโรคกระดูกเปราะ (cage fatique) เป็นผลมาจากการขาดแคลเซียม ทั้งนี้เพราะการใช้ประโยชน์ได้ของแคลเซียมและสังกะสีในรำข้าวต่ำมาก การเสริมไขมันหรือใช้รำสดในอาหารไก่ไข่มีผลในการเพิ่มระดับของกรดไขมันที่จำเป็น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเพิ่มขนาดของฟองไข่ (เยาวมาลย์และสาโรช, 2530)

ข้าวโพด (Corn or Maize)

ข้าวโพดเป็นธัญพืชอาหารพลังงานที่สำคัญที่สุดในวงการอาหารสัตว์ไทย โดยให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูงที่สุดคือ ประมาณ 500-600 กิโลกรัมต่อไร่ ผันแปรไปกับปริมาณน้ำฝนและความอุดมสมบูรณ์ของดิน ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทยต่อปีอยู่ระหว่าง 3-4 ล้านตัน โดยมีแหล่งปลูกที่สำคัญในเขตจังหวัดภาคเหนือ ภาคกลางตอนบน และภาคตะวันออกเฉียงเหนือเช่น ลพบุรี สระบุรี กำแพงเพชร เพชรบูรณ์ เลยและศรีสะเกษ เป็นต้น พันธุ์ที่นิยมปลูกกันในประเทศไทยได้แก่ พันธุ์กัวเตมาลา และพันธุ์ลูกผสมเช่น สุวรรณ 1 และสุวรรณ 2 (ราเชนทร์, 2539)

ข้าวโพดมีโปรตีนเฉลี่ย 8.9 เปอร์เซ็นต์แต่คุณภาพของโปรตีนค่อนข้างต่ำ (Osei *et al.,* 1999) เนื่องจากขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นได้แก่ ทริปโตเฟน (tryptophan) ไลซีน (lysine) และทรีโอนีน (treonine) สาเหตุเป็นเพราะโปรตีนของข้าวโพดประกอบด้วยซีอีน (zein) ซึ่งเป็นโปรตีนกลุ่มโพรลามีน (prolamine) ที่ละลายได้ในแอลกอฮอล์เป็นส่วนใหญ่ (Prasanna *et al.,* 2001) ข้าวโพดเป็นแหล่งพลังงานที่ดีสำหรับสัตว์กระเพาะเดี่ยวโดยมีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,600 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ทั้งนี้เป็นเพราะข้าวโพดมีเยื่อใยต่ำ (มี crude fiber 2.6% และ acid detergent fiber 3.8%) จึงมีการย่อยได้สูง อีกทั้งยังมีไขมันอยู่สูง (3.6%) ไขมันส่วนใหญ่เป็นไขมันที่ไม่อิ่มตัว เช่น กรดไขมันลิโนลีนิค (linolenic fatty acid) (นงเยาว์, 2546) ข้าวโพดเหลืองมีโปรไวตามินเอ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(provitamin A) คือ คริปโตแซนทิน (cryptoxanthin) นอกจากนี้ยังมีสารสีแซนโทฟิล (xanthophylls) เป็นจำนวนมากมีผลทำให้ไก่ที่ได้รับข้าวโพดมีผิวหนังและสีไข่แดงที่มีสีเหลืองแกมส้ม (ครวญ, 2536) ปัญหาการใช้ข้าวโพดในอาหารสัตว์มีหลายประการอาทิเช่น ราคาแพงผันผวนตามฤดูกาลและราคาในตลาดโลก ปัญหาสารพิษจากเชื้อราโดยเฉพาะอะฟลาทอกซิน (aflatoxin) สูงเกินมาตรฐานและเกิดผลเสียต่อสัตว์ นอกจากนี้อาจมีสารพิษจากเชื้อราชนิดอื่นปะปนเช่น ออคราทอกซิน (ochratoxin) ซีราลีโนน (zearalenone) และรูบิทอกซิน (rubitoxin) เป็นต้น (พันทิพา, 2539)

มันสำปะหลัง (Cassava)

มันสำปะหลังจัดเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจไทยมากชนิดหนึ่งมีการปลูกกระจัดกระจายอยู่ทั่วทุกภาคในประเทศไทยโดยเฉพาะภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือตอนบน มันสำปะหลังเป็นพืชที่ขึ้นได้บนดินหลายชนิดไม่ต้องการการดูแลเอาใจใส่มาก การลงทุนไม่มากทนต่อสภาพความแห้งแล้งได้ดี เกษตรกรจึงนิยมปลูกกันมากทำให้ประเทศไทยสามารถผลิตมันสำประหลังสดได้ปีละ 20-23 ล้านตันซึ่งสามารถทำเป็นมันเส้นในรูปของการทำแป้งและอัดเม็ดเป็นมันสำปะหลังอัดเม็ด ในประเทศไทยมีการใช้ประโยชน์จากมันสำปะหลังมากขึ้นโดยเฉพาะการนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ อย่างไรก็ตามหัวมันสำปะหลังสดไม่ควรนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ เนื่องจากมีสารพิษกรดไฮโดรไซยานิคในระดับที่สูงมาก และสามารถเป็นอันตรายต่อสัตว์ได้ ดังนั้นก่อนนำมันสำปะหลังมาใช้เลี้ยงสัตว์จำเป็นต้องลดสารพิษดังกล่าวให้เหลือน้อยลง เช่น การทำมันเส้น และการทำมันหมัก (อุทัยและคณะ, 2540) ในระหว่างการทำเป็นมันเส้นมีการผึ่งแดดชิ้นมัน ทำให้กรดดังกล่าวระเหยออกสู่บรรยากาศ หากสามารถผึ่งแดดมันเส้นได้ 3-4 แดด ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคจะลดลงเหลือเพียงประมาณ 30 ส่วนต่อล้านส่วน ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์ นอกจากนี้การเก็บมันเส้นไว้ในระยะเวลาหนึ่งสามารถช่วยลดปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคให้ต่ำลงได้อีกระดับหนึ่ง มันสำปะหลังหรือมันเส้นที่ผลิตกันทั่วไปในประเทศไทยอาจมีเชื้อราขึ้นบ้างเล็กน้อยแต่จากการวิเคราะห์พบว่า เชื้อราเหล่านี้ไม่มีการสร้างสารพิษ aflatoxin และจากการใช้มันเส้นเลี้ยงสัตว์ในระยะเวลาที่ผ่านมายังไม่พบสัตว์ที่กินมันสำปะหลังเจ็บป่วยหรือตาย เนื่องจากสารพิษ aflatoxin แต่อย่างใด จึงถือได้ว่ามันเส้นที่ผึ่งแดดแห้งอย่างดีไม่มีสารพิษหรือสารที่ขัดขวางโภชนะต่อสัตว์ ถ้าเปรียบเทียบกับข้าวโพดซึ่งมักจะมีสารพิษ aflatoxin ปนเปื้อนมาตลอดเวลาหรือกับข้าวฟ่างซึ่งมักจะมีระดับสารแทนนินติดมาด้วยเสมอสารทั้งสองชนิดข้างต้นถูกทำลายยาก มันสำปะหลังจึงมีข้อได้เปรียบในการใช้เป็นวัตถุดิบอาหารมากกว่าข้าวโพดและข้าวฟ่างเป็นอย่างมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(สุวรรณีและคณะ, 2543) ระดับมันสำปะหลังที่แนะนำให้ใช้ผสมในอาหารสัตว์ปีกแสดงไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระดับมันสำปะหลังที่ใช้ผสมในอาหารสัตว์ปีก

ชนิดสัตว์	ระดับมันสำปะหลังที่ใช้ (% ของสูตรอาหาร)	
	ระดับที่แนะนำ	ระดับที่ใช้ได้สูงสุด
ไก่เนื้อ	20.0	58.0
ไก่รุ่นพันธุ์ไข่	25.0	60.0
ไก่ไข่	25.0	60.0

ที่มา: บุญล้อม (2541)

มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบอาหารประเภทแป้งหรือประเภทให้พลังงานเช่นเดียวกับวัตถุดิบอาหารประเภทธัญพืชได้แก่ ปลายข้าว ข้าวโพด และข้าวฟ่างเพียงแต่มันสำปะหลังจะมีปริมาณกรดอะมิโนและปริมาณโปรตีนที่น้อยกว่าวัตถุดิบอาหารจากเมล็ดธัญพืช ดังนั้นในการใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์จำเป็นต้องมีการเสริมวัตถุดิบอาหารประเภทโปรตีนสูงในสูตรอาหารให้สูงขึ้นเช่น กากถั่วเหลือง ปลาป่น เป็นต้น เพื่อชดเชยปริมาณโปรตีนที่มีน้อยในมันสำปะหลัง มันเส้นคุณภาพดีจะมีระดับเยื่อใยประมาณ 4.0-5.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่ามีระดับต่ำเหมาะแก่การนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ (อุทัย, 2551)

มันสำปะหลังมีแป้งเป็นส่วนประกอบ 75-80 เปอร์เซ็นต์ และมีน้ำตาล 20 เปอร์เซ็นต์ แป้งมีความสามารถในการย่อยได้สูงใกล้เคียงกับแป้งข้าวโพดและแป้งของธัญพืชอื่นๆ โปรตีนของมันสำปะหลังมีคุณภาพปานกลางมีอัตราการย่อยได้เฉลี่ย 75 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนอยู่ในรูปของกรดอะมิโน กรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบเช่น เมทไธโอนีนและซีสทีนมีระดับต่ำ มันสำปะหลังมีแคลเซียม (0.18%) ฟอสฟอรัส (0.01%) และแมกนีเซียม (0.37%) ในระดับปานกลางแต่มีโพแทสเซียมค่อนข้างสูง (0.86%) ส่วนหัวและใบของมันสำปะหลังมีสารพิษคือ กรดไฮโดรไซยานิค (hydrocyanic acid) หรือกรดปรัสสิค (prussic acid) ซึ่งสามารถทำลายได้โดยวิธีการต่างๆ เช่น การอบให้ร้อนที่อุณหภูมิสูง การต้มหรือนึ่ง การทำมันเส้นและการทำมันหมัก เนื่องจากมันสำปะหลังมีสารพิษจึงไม่สามารถใช้มันสำปะหลังสดเลี้ยงสัตว์ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพราะถ้าสัตว์ได้รับสารพิษนี้จะทำให้การเจริญเติบโตช้าลง และถ้าได้รับในปริมาณที่สูงทำให้สัตว์ตายได้ มันสำปะหลังแห้งมีลักษณะฟ่ามและเบา มีความหนาแน่นเพียง 450-500 กรัม/ลิตร นอกจากนี้แป้งมันสำปะหลังมีลักษณะแห้งเป็นฝุ่นเมื่อผสมในสูตรอาหารจึงมีความน่ากินต่ำ (สุวรรณี, 2543)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์การเลี้ยงดู
   1.1 อุปกรณ์การให้อาหาร
   1.2 อุปกรณ์ให้น้ำ : รางน้ำอัตโนมัติแบบหัวหยด (nipple drinker)
   1.3 อุปกรณ์ชั่งตวงอาหาร
   1.4 เครื่องชั่งอาหาร
   1.5 เทอร์โมมิเตอร์บันทึกอุณหภูมิภายในโรงเรือน
   1.6 อุปกรณ์สำหรับเก็บไข่ ได้แก่ ถาดใส่ไข่ และภาชนะบรรจุไข่

2. อุปกรณ์ที่ใช้วัดคุณภาพไข่
   2.1 เครื่องวัดความหนาเปลือกไข่ (micrometer)
   2.2 แผ่นพัดวัดสีไข่แดง (yolk color fan)
   2.3 อุปกรณ์วัดคุณภาพไข่ขาวโดยใช้เครื่องมือ TSS (Technical Services and Supplies, York, U.K.)
   2.4 เครื่องชั่งอย่างละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Model PB 1501, Mettler, Toledo, Columbus, OH)

3. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้สำหรับการศึกษาทางโลหิตวิทยา เพื่อนำไปวิเคราะห์สัดส่วนปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาวเฮทเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซต์ (H:L ratio) และวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนไธรอกซิน (thyroxin) และคอร์ติซอล (cortisol)
   3.1 แผ่นสไลด์ (slide)
   3.2 เมทิลแอลกอฮอล์ (methyl alcohol)
   3.3 สีไรต์จิมซา (Wright-Giemsa stain) สำหรับย้อมสีแผ่นฟิล์มเลือด
   3.4 กล้องจุลทรรศน์ (microscope)
   3.5 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างเลือดไก่ทดลอง ได้แก่ กระบอกฉีดยา เข็มฉีดยาเบอร์ 20 หลอดทดลอง สารละลายเฮพาริน (heparin) สำลี และแผ่นพาราฟิล์ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการผ่าซากไก่ทดลอง (autopsy) ได้แก่ กรรไกรตัดกระดูก กรรไกรผ่าตัด มีดผ่าตัด ปากคีบ (forceps) และไดออลแคลิเปอร์ (dialcaliper)

5. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับศึกษาทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อ

5.1 เครื่องไมโครโตม (microtome) ใช้ในการตัดเนื้อเยื่อให้เป็นแผ่นบาง สม่ำเสมอกัน

5.2 มีด (microtome knife) เป็นใบมีดชนิดที่ใช้แล้วทิ้ง (disposable blade) ยาว 4 นิ้ว

5.3 เครื่องเตรียมเนื้อเยื่ออัตโนมัติ (automatic tissue processor)

5.4 เครื่องปรับความดันสุญญากาศ (vacuum)

5.5 เครื่องหยอดพาราฟิน (dispenser / embedding center)

5.6 ตู้ดูดไอสารเคมี (hood)

5.7 เครื่องอุ่นสไลด์ (slide warmer) และอ่างลอยเนื้อเยื่อ (water bath)

5.8 เครื่องกวนสารเคมีอัตโนมัติ (magnetic stirrer)

5.9 แอลกอฮอล์ระดับความเข้มข้น 70, 80, 95 และ 100%

5.10 ไซลีน (xylene)

5.11 กระทงโลหะ (mold) เป็นภาชนะที่ใช้ในการฝังเนื้อเยื่อ

5.12 แผ่นสไลด์ (slide) และกระจกปิดสไลด์ (cover glass)

5.13 พู่กันและเข็มเขี่ย

5.14 สีย้อมเนื้อเยื่อ ได้แก่ สีแฮริสฮีมาท็อกซิลิน (Harris' hematoxylin) และสีอีโอซิน (eosin)

5.15 พาราฟิน (paraffin)

5.16 น้ำยาเปอร์เมาท์ (permount)

6. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้สำหรับตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ในมูลไก่

6.1 ปิเปต (pipette)

6.2 ไมโครปิเปต (micropipette)

6.3 หลอดแก้วพร้อมฝาปิด

6.4 จานเพาะเชื้อ (plate)

6.5 ลูกยางใช้กับปิเปตสำหรับดูดสารละลายตัวอย่าง

6.6 ตะเกียงแอลกอฮอล์

6.7 ห่วงเขี่ยเชื้อ (loop)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.8 ช้อนตักอาหารที่ปราศจากเชื้อ

6.9 ที่วางหลอดทดลอง (test tube rack)

6.10 ขวดเก็บตัวอย่างขนาด 225 ml.

6.11 ปากคีบ (forceps)

6.12 อาหารเลี้ยงเชื้อ ได้แก่

- Buffer peptone water (BPW)
- Tetrathionate broth (TTB)
- Modified Semisolid Rappaport Vassiliadis (MSRV)
- Xylose lysine deoxycholate agar (XLD)
- MacConkey agar

6.13 อุปกรณ์สำหรับการเก็บตัวอย่างมูลไก่

วิธีการ

สัตว์ทดลองและโรงเรือน

การทดลองครั้งนี้ใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ลูกผสมทางการค้า H&N เพศเมีย อายุ 97 สัปดาห์ จำนวน 300 ตัว เลี้ยงไก่ในโรงเรือนแบบปิดมีระบบควบคุมอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมโดยระบบการระเหยของไอน้ำ (Evaporative cooling system: EVAP) แบ่งไก่ทดลองออกเป็น 5 กลุ่ม (treatment) กลุ่มละจำนวน 60 ตัว โดยวิธีการสุ่ม (random) แต่ละกลุ่มแบ่งออกเป็น 5 ซ้ำ (replication) ซ้ำละจำนวน 12 ตัวจัดไก่แต่ละซ้ำเข้าเลี้ยงในกรงตับ (deep cage) กรงละจำนวน 3 ตัว ติดต่อกัน 4 กรง แต่ละกรงมีขนาดความกว้าง×ความยาว×ความสูง เท่ากับ 40×36×45 เซนติเมตร ด้านหน้าของกรงติดตั้งรางอาหารและรางน้ำอัตโนมัติแบบหัวหยดมีถ้วยรองรับ (nipple cup) กรงละจำนวน 2 หัวหยด ให้ไก่ทุกกลุ่มได้รับอาหารไก่ไข่สูตรระยะไข่ซึ่งประกอบด้วย โปรตีนรวม (crude protein) 17 เปอร์เซ็นต์ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy) 2,800 kcal/kg โดยมีแคลเซียม (Ca) ฟอสฟอรัส (available phosphorus) และเยื่อใย (crude fiber) เท่ากับ 3.77 0.35 และ 5.19 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และให้ได้รับชั่วโมงแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน (16L:8D) บันทึกข้อมูลพื้นฐานก่อนการทดลอง 2 สัปดาห์ได้แก่ น้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่ และคุณภาพไข่ เพื่อให้แน่ใจว่าไก่ทุกกลุ่มมีน้ำหนักตัวและการให้ผลผลิตในระดับที่เท่าเทียมกัน หลังจากนั้นให้ไก่กลุ่ม 1 เป็นกลุ่มควบคุม (nonmolted control group) ไม่มีการกระตุ้นผลัดขนโดยการย้ายไก่ไปยัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คอกไก่ไข่ที่อยู่ใกล้เคียงกัน เป็นคอกไก่ไข่ที่มีระบบควบคุมสภาพแวดล้อมโดยระบบการระเหยของไอน้ำ (EVAP) และการจัดการภายในโรงเรือนเหมือนกันกับคอกเดิม การย้ายไก่ปฏิบัติต่อไก่อย่างนิ่มนวลด้วยความระมัดระวังเพื่อหลีกเลี่ยงการเครียดของไก่ ไก่กลุ่ม 1 นี้ยังคงได้รับอาหารและน้ำดื่มอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) และได้รับแสงสว่าง 16 ชั่วโมงต่อวัน ตลอดระยะเวลาการทดลอง อุณหภูมิโดยเฉลี่ยภายในคอกทดลองมีค่าเท่ากับ 29.5±1.7 องศาเซลเซียส

ไก่กลุ่ม 2 3 4 และ 5 ถูกกระตุ้นให้มีการผลัดขนในคอกเดิมโดยได้รับสูตรอาหารผลัดขน ซึ่งประกอบด้วยวัตถุดิบพื้นฐาน (basal feed) ล้วนๆ ที่แตกต่างกัน 4 ชนิดคือ ปลายข้าว รำละเอียด ข้าวโพดบด และมันสำปะหลังบดตามลำดับ อาหารผลัดขนทั้ง 4 สูตรเสริมด้วยหินฝุ่น (limestone) ไดแคลเซียมฟอสเฟต (dicalcium phosphate) และวิตามินแร่ธาตุพรีมิกซ์ (vitamin and mineral premix) สำหรับไก่ไข่ระยะไข่ การให้อาหารสูตรผลัดขนให้ไก่กินแบบเต็มที่ (*ad libitum*) นานติดต่อกัน 2 สัปดาห์ ตลอดช่วงระยะโปรแกรมการผลัดขนนาน 2 สัปดาห์ไก่ทั้ง 4 กลุ่มได้รับแสง 8 ชั่วโมงต่อวันเหมือนกันหมดทุกกลุ่มดังแสดงในตารางที่ 5 ส่วนประกอบวัตถุดิบอาหารและส่วนประกอบทางเคมีของอาหารสูตรผลัดขนทั้ง 4 สูตรแสดงไว้ในตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในคอกทดลองตลอดระยะโปรแกรมการผลัดขนมีค่าเท่ากับ 27.5±1.0 องศาเซลเซียส

เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการผลัดขนย้ายไก่กลุ่ม 2 3 4 และ 5 มาเลี้ยงในคอกเดียวกันกับไก่กลุ่มควบคุมโดยให้ได้รับอาหารไก่ไข่และได้รับจำนวนชั่วโมงแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน รวมทั้งการจัดการเลี้ยงดูเหมือนไก่กลุ่มควบคุมทุกอย่างจนสิ้นสุดการทดลอง

ตารางที่ 5 โปรแกรมกระตุ้นการผลัดขนที่ใช้ในการทดลอง

กลุ่มทดลอง	ระยะเวลาผลัดขน	การให้อาหาร	การให้น้ำ	การให้แสง
ไก่กลุ่มที่ 2	2 สัปดาห์	ปลายข้าว	ให้น้ำ	8 ชม.
ไก่กลุ่มที่ 3	2 สัปดาห์	รำละเอียด	ให้น้ำ	8 ชม.
ไก่กลุ่มที่ 4	2 สัปดาห์	ข้าวโพดบด	ให้น้ำ	8 ชม.
ไก่กลุ่มที่ 5	2 สัปดาห์	มันสำปะหลังบด	ให้น้ำ	8 ชม.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 สูตรอาหารผลัดขนที่ใช้ในการทดลอง

ส่วนประกอบวัตถุดิบอาหาร	สูตรที่ 1 (ไก่กลุ่มที่ 2)	สูตรที่ 2 (ไก่กลุ่มที่ 3)	สูตรที่ 3 (ไก่กลุ่มที่ 4)	สูตรที่ 4 (ไก่กลุ่มที่ 5)
		(%)		
ปลายข้าว	96.72	-	-	-
รำละเอียด	-	97.00	-	-
ข้าวโพดบด	-	-	96.60	-
มันสำปะหลังบด	-	-	-	96.62
หินฝุ่น	1.50	2.40	1.62	1.60
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	1.38	0.20	1.38	1.38
วิตามินแร่ธาตุพรีมิกซ์	0.40	0.40	0.40	0.40
ส่วนประกอบทางเคมีจากการวิเคราะห์				
โปรตีนรวม (%)	4.58	9.06	5.60	1.55
พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)	3,534.74	3,724.02	4,096.03	3,104.21
ส่วนประกอบทางเคมีจากการวิเคราะห์				
แคลเซียม (%)	0.93	1.01	0.95	1.05
ฟอสฟอรัส (%)	0.24	0.49	0.25	0.29
ปริมาณเยื่อใยรวม (%)	0.31	5.96	2.08	5.11

การบันทึกข้อมูล

แบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ ช่วง 2 สัปดาห์ของระยะผลัดขน (molt period) กับช่วงระยะการให้ผลผลิตหลังระยะผลัดขน (postmolt period) เป็นเวลาติดต่อกัน 16 สัปดาห์

1. ระยะผลัดขน

1.1 สมรรถภาพการผลิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- บันทึกปริมาณอาหารที่กินและอัตราการตายเฉลี่ยในช่วงระยะผลัดขน
- บันทึกผลผลิตไข่เฉลี่ยในช่วงระยะผลัดขน
- บันทึกน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการผลัดขนเพื่อคำนวณค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวที่ลดลงในช่วงระยะการผลัดขน

1.2 การศึกษาทางโลหิตวิทยา

- เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการผลัดขนเก็บตัวอย่างเลือดไก่ทดลองจากเส้นเลือดบริเวณปีก (brachial vein) โดยวิธีการสุ่ม (random) ซ้ำละจำนวน 1 ตัวกำหนดเวลาในการเก็บเลือดในช่วง 9.00-10.00 น. เพื่อนำไปวิเคราะห์สัดส่วนปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาวเฮทเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซต์ (H:L ratio) ตามวิธีการของ Gross and Siegel (1983)
- นำเลือดส่วนที่เหลือไปปั่นแยกพลาสม่าด้วยเครื่อง Hettich Zentrifugen (Hettich, Tuttingen, D-78532 Germany) เป็นเวลา 5 นาทีที่ระดับความเร็ว 1,096×*g* อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (Campbell, 1995) นำพลาสม่าที่ได้ไปวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมน cortisol โดยส่งวิเคราะห์ที่ศูนย์ตรวจวิเคราะห์และวิจัยทางการแพทย์ BRIA Lab. (Bangkok RIA Lab Co., Ltd.) ซึ่งตรวจวิเคราะห์โดยวิธี Chemiluminescent enzyme immune assay โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ IMMULITE/IMMULITE 1,000 cortisol analizer Model PILK CO-9, 2005-03-14 (Diagnostic Products Corporation, CA, U.S.A.)

1.3 ลักษณะทางการสืบพันธุ์และเนื้อเยื่อภูมิคุ้มกัน

หลังจากเก็บตัวอย่างเลือดไก่ทดลองเสร็จแล้วฆ่าไก่โดยวิธีตัดเส้นเลือดดำบริเวณลำคอ (jugular vein) ชำแหละซากไก่และบันทึกข้อมูลอวัยวะภายในส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

- น้ำหนักรังไข่ (ovary) และนับจำนวนกระเปาะไข่ในรังไข่ (ovarian follicle) โดยแบ่งกลุ่มตามขนาดของกระเปาะไข่ออกเป็น 3 กลุ่มตามวิธีการของ Waddington *et al.* (1985) คือ กระเปาะไข่ขนาดใหญ่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 8 มิลลิเมตร กระเปาะไข่ขนาดกลางมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-8 มิลลิเมตร และกระเปาะไข่ขนาดเล็กมีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร
- น้ำหนักและความยาวของท่อนำไข่ (oviduct) รวมทั้งไขมันในช่องท้อง (abdominal fat)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- น้ำหนักต่อมไทรอยด์ (thyroid gland) ทั้งข้างซ้ายและข้างขวาและคำนวณค่าเฉลี่ย

- น้ำหนักม้าม (spleen) ต่อมไธมัส (thymus gland) ต่อมเบอร์ซ่า (bursa of fabricius) และตับ (liver) การบันทึกน้ำหนักต่อมไธมัสบันทึกเฉพาะพู (lobe) ที่ 4 บริเวณด้านซ้ายของลำคอตามวิธีการของ Puvadolipirod and Thaxton (2000)

1.4 การศึกษากระดูก

หลังจากชำแหละซากและบันทึกข้อมูลอวัยวะภายในส่วนต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว บันทึกน้ำหนัก และความยาวของกระดูกขา (tibia) หลังจากนั้นวิเคราะห์หาส่วนประกอบที่เป็นเถ้า (ash) โดยวิธี Kjedarh method (AOAC, 1990) ในห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

1.5 การศึกษาเนื้อเยื่อ

ในวันที่ชำแหละซากตัดชิ้นส่วนตัวอย่างเนื้อเยื่อลำไส้ใหญ่บริเวณซีคั่ม (cecum) เพื่อนำไปวิเคราะห์ความผิดปกติทางจุลพยาธิวิทยา (histopathology) ของเนื้อเยื่อในห้องปฏิบัติการเนื้อเยื่อ (Histological laboratory) ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

2. ระยะหลังผลัดขน

2.1 สมรรถภาพการให้ผลผลิต

- บันทึกปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่ และน้ำหนักไข่ เป็นระยะทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นเวลานาน 16 สัปดาห์

- วัดคุณภาพไข่ทุกๆ 2 สัปดาห์โดยการตอกไข่เพื่อวิเคราะห์คุณภาพอันได้แก่ ความสูงไข่ขาว โดยใช้เครื่องมือ TSS (Technical Services and Supplies, York, U.K.) สีไข่แดงโดยใช้แผ่นพัดเทียบสี (yolk color fan) ความหนาของเปลือกไข่โดยใช้เครื่อง Digimatic Micrometer (Mitutoyo Corporation, Kanagawa, Japan) บันทึกน้ำหนักไข่แดง ไข่ขาว และเปลือกไข่โดยใช้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เครื่องชั่งไฟฟ้า (Model PB 1501, Mettler, Toledo, Columbus, OH) โดยสามารถอ่านค่าความละเอียด 0.01 กรัม

- บันทึกอัตราการตายของไก่ทดลองทั้ง 5 กลุ่มตลอดระยะเวลาการทดลอง

2.2 การวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ในมูลไก่

- การวิเคราะห์เชื้อ Salmonella ดำเนินการตามวิธีของ Bangtrakulnonth *et al.* (1995) คือเพาะตัวอย่างมูลไก่ลงใน buffer peptone water (BPW) (Oxoid, England) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงแล้วถ่ายเชื้อเพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ 2 ชนิดคือ tetrathionate broth (TTB) (Oxoid, England) และ modified semi-solid rappaport vassiliadis medium (MSRV) (Oxoid, England) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นถ่ายเชื้อจาก TTB และ MSRV เพาะลงบน xylose-lysine desoxycholate agar (XLD) (Oxoid, England) และ MacConkey agar (Difco, USA, France) อย่างละ 1 ชุดบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

- สังเกตโคโลนีเดี่ยวๆ (single colony) ที่เป็นลักษณะเฉพาะของเชื้อ Salmonella ในอาหารแต่ละชนิดโดยโคโลนีบนอาหาร XLD จะมีลักษณะสีชมพูหรือสีแดงอาจพบจุดหรือไม่พบจุดดำตรงกลาง ส่วนโคโลนีบนอาหาร MacConkey agar จะมีขนาดเล็ก ไม่มีสี

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design) และหาค่าเฉลี่ยและความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์โดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS version 9.0 (SAS Institute, 2002) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยมีแบบหุ่น (Model) การทดลองดังต่อไปนี้

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}, \quad i = 1, 2, \ldots, t$$
$$j = 1, 2, \ldots, r$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อ

μ = ค่าเฉลี่ยร่วม (common mean)

τ_i = อิทธิพลของทรีทเมนต์ (treatment effect)

ε_{ij} = ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง (experimental error)

สถานที่ทำการทดลอง

1. ฟาร์มไก่หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

2. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ (Laboratory of Animal Nutrition) ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ห้องปฏิบัติการเนื้อเยื่อ (Histological laboratory) ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

ก่อนการทดลองพบว่า น้ำหนักตัว น้ำหนักไข่ ผลผลิตไข่ และคุณภาพไข่ของไก่ทดลองทั้ง 5 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) บ่งชี้ชัดว่าไก่ทั้ง 5 กลุ่มมีสมรรถภาพการผลิตเท่าเทียมกัน และระบบสืบพันธุ์ยังคงอยู่ในสภาวะการทำงานตามปกติ (active) ดังแสดงในตารางที่ 7

ช่วงระยะผลัดขน

ปริมาณอาหารที่กินและสมรรถภาพการให้ผลผลิต

ตารางที่ 8 แสดงผลของโปรแกรมการบังคับผลัดขนโดยใช้อาหารผลัดขนทั้ง 4 สูตรที่มีผลต่อน้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่และอัตราการตายของไก่ทดลองพบว่า เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการผลัดขนน้ำหนักตัวของไก่กลุ่ม 2 (T2) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับอาหารผลัดขนปลายข้าว กลุ่ม 3 (T3) ได้รับอาหารผลัดขนรำละเอียด กลุ่ม 4 (T4) ได้รับอาหารผลัดขนข้าวโพดบด และกลุ่ม 5 (T5) ได้รับอาหารผลัดขนมันสำปะหลังบดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพบว่าไก่กลุ่ม 5 มีน้ำหนักตัวน้อยที่สุด ไก่กลุ่ม 2 มีน้ำหนักตัวมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากไก่กลุ่ม 4 ในขณะที่ไก่กลุ่ม 3 และ 4 มีน้ำหนักตัวใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) ไก่กลุ่ม 5 มีน้ำหนักตัวน้อยกว่ากลุ่ม 2 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อคำนวณเป็นน้ำหนักตัวที่ลดลงในช่วง 2 สัปดาห์ของโปรแกรมผลัดขนพบว่า ไก่กลุ่ม 5 มีน้ำหนักตัวลดลงมากที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.62 เปอร์เซ็นต์ซึ่งสูงกว่าไก่อีก 3 กลุ่มอย่างชัดเจน ($P<0.05$) สอดคล้องกับปริมาณอาหารที่กิน โดยพบว่า ไก่กลุ่ม 5 มีค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินน้อยที่สุดคือ 70.23 กรัมต่อตัวต่อวันซึ่งน้อยกว่าของไก่กลุ่ม 2 (125.94 กรัมต่อตัวต่อวัน) กลุ่ม 3 (107.49 กรัมต่อตัวต่อวัน) และกลุ่ม 4 (107.85 กรัมต่อตัวต่อวัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อย่างไรก็ตามไก่กลุ่ม 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ในขณะที่ปริมาณอาหารที่กินของไก่กลุ่ม 2 มีค่ามากกว่าไก่กลุ่ม 3 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในช่วง 2 สัปดาห์ของระยะการผลัดขนพบว่า ผลผลิตไข่ของไก่ที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนทั้ง 4 กลุ่มมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะอย่างยิ่งไก่กลุ่ม 5 มีผลผลิตไข่ลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หยุดไข่ทั้งฝูงในวันที่ 7 หลังจากได้รับอาหารผลัดขน ในขณะที่ไก่กลุ่ม 2 3 และ 4 ยังคงให้ผลผลิตไข่อย่างต่อเนื่องโดยมีค่าเฉลี่ยในสัปดาห์ที่ 2 เท่ากับ 3.75 2.63 และ 8.78 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในช่วง 2 สัปดาห์ของโปรแกรมผลัดขนอัตราการตายของไก่ทดลองทั้ง 4 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

สัณฐานวิทยาของรังไข่และท่อนำไข่

รายละเอียดของน้ำหนักและความยาวท่อนำไข่ น้ำหนักรังไข่ และจำนวนกระเปาะไข่เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการผลัดขนแสดงไว้ในตารางที่ 9 พบว่า ค่าเฉลี่ยน้ำหนักและความยาวของท่อนำไข่รวมทั้งน้ำหนักรังไข่ของไก่ทั้ง 4 กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยภาพรวมเมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักรังไข่ระหว่างไก่กลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนทั้ง 4 กลุ่มสังเกตได้ว่า น้ำหนักรังไข่ของไก่ที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนทั้ง 4 กลุ่มมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัด (ตารางที่ 9)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างไก่กลุ่มผลัดขนทั้ง 4 กลุ่มพบว่า จำนวนกระเปาะไข่ขนาดเล็กของไก่กลุ่ม 5 มีค่าสูงที่สุดคือ 1,008.60 หน่วย ซึ่งมากกว่าของกลุ่ม 3 (548.80 หน่วย) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ไม่แตกต่างไปจากของกลุ่ม 2 (889.60 หน่วย) และกลุ่ม 4 (746.20 หน่วย) (P>0.05) จำนวนกระเปาะไข่ขนาดกลางของกลุ่ม 4 และกลุ่ม 5 มีค่าเฉลี่ยมากกว่ากลุ่ม 2 และ 3 (P<0.05) นอกจากนี้ยังพบว่า ไก่กลุ่ม 5 มีจำนวนกระเปาะไข่ขนาดใหญ่น้อยกว่าไก่กลุ่ม 2 3 และ 4 อย่างเห็นได้ชัด (ภาพที่ 2) อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของจำนวนกระเปาะไข่ขนาดใหญ่ระหว่างไก่ทดลองทั้ง 4 กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน (P>0.05)

โลหิตวิทยา

เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการผลัดขนพบว่าระดับฮอร์โมน cortisol ในพลาสม่าของไก่ทดลองทั้ง 4 กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 10 ค่าสัดส่วนของจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาว heterophil ต่อ lymphocyte (H:L ratio) ของไก่กลุ่ม 5 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด (0.39) ซึ่งต่ำกว่าของไก่กลุ่ม 2 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ในขณะที่ไก่กลุ่ม 2 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 0.67 0.49 และ 0.65 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

น้ำหนักอวัยวะภายใน

น้ำหนักอวัยวะภายในของไก่ทดลองเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการผลัดขนแสดงไว้ในตารางที่ 11 ซึ่งมีรายละเอียดของน้ำหนักไขมันในช่องท้อง ม้าม ตับ ต่อมไทรอยด์ ต่อมไธมัส และต่อมเบอร์ซ่าปรากฏว่า ไก่กลุ่ม 2 ที่ได้รับปลายข้าวเป็นอาหารผลัดขนมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักไขมันในช่องท้องและน้ำหนักตับมากที่สุดคือ 51.37 และ 28.93 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวตามลำดับซึ่งสูงกว่าไก่กลุ่ม 3 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ในขณะที่กลุ่ม 3 4 และ 5 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักไขมันในช่องท้องและตับใกล้เคียงกัน (P>0.05) กลุ่ม 4 มีน้ำหนักต่อมไทรอยด์มากที่สุดคือ 0.15 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว ซึ่งมีค่ามากกว่ากลุ่ม 2 และ 3 (P<0.05) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่ม 5 ในขณะที่กลุ่ม 2 3 และ 5 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน (P>0.05) น้ำหนักม้าม ต่อมไธมัส และต่อมเบอร์ซ่าของไก่ทดลองทั้งสี่กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

คุณภาพกระดูก

เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมกระตุ้นการผลัดขนไม่พบความแตกต่างทางสถิติในค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ความยาว และปริมาณเถ้าในกระดูก tibia ระหว่างไก่ทั้ง 4 กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนดังแสดงในตารางที่ 12

จุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อลำไส้

การตรวจสอบลักษณะความผิดปกติของเนื้อเยื่อลำไส้ของไก่ทั้ง 4 กลุ่มที่ผ่านการบังคับผลัดขนโดยเปรียบเทียบกับไก่กลุ่มควบคุมแสดงไว้ในภาพที่ 3-7 ไม่พบความผิดปกติของลักษณะหรือสีของเนื้อเยื่อลำไส้ในไก่ทั้ง 5 กลุ่มแต่อย่างใด

เชื้อจุลินทรีย์ในมูลไก่

ผลการทดสอบการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. จากตัวอย่างมูลไก่ของไก่กลุ่มที่ผ่านการบังคับผลัดขนทั้ง 4 กลุ่มโดยเปรียบเทียบกับไก่กลุ่มควบคุมแสดงไว้ในภาพที่ 8 และ 9 ไม่พบลักษณะโคโลนีสีดำของเชื้อ *Salmonella* spp. ในมูลไก่ของไก่ทั้ง 5 กลุ่มแต่อย่างใด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ช่วงระยะหลังผลัดขน

ปริมาณอาหารที่กินและสมรรถภาพการให้ผลผลิต

ตารางที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินของไก่ทดลองทั้ง 5 กลุ่มในระยะหลังผลัดขน พบว่า ช่วง 2 สัปดาห์แรกไก่กลุ่มควบคุมกินอาหารมากกว่าไก่ทั้ง 4 กลุ่มที่ผ่านการกระตุ้นให้ผลัดขนอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ไก่กลุ่ม 3 และกลุ่ม 5 กินอาหารมากกว่ากลุ่ม 2 ($P<0.05$) ในขณะที่ไก่กลุ่ม 3 4 และ 5 กินอาหารในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) ในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 ไก่กลุ่มควบคุมกินอาหารน้อยกว่ากลุ่ม 5 ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากไก่กลุ่ม 2 3 และ 4 ในขณะที่ไก่ทั้ง 4 กลุ่มที่ผ่านการบังคับผลัดขนมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ความแตกต่างในรูปแบบนี้ปรากฏอีกครั้งในช่วงสัปดาห์ที่ 8-10 และในช่วงสัปดาห์ที่ 12-14

ในช่วง 16 สัปดาห์ของระยะการให้ผลผลิตหลังโปรแกรมการผลัดขนโดยภาพรวมพบว่าไก่กลุ่มควบคุมให้ผลผลิตไข่ต่ำที่สุดในแทบทุกระยะของการทดลองดังแสดงในตารางที่ 14 ยกเว้นในช่วง 2 สัปดาห์แรกซึ่งพบว่าไก่กลุ่มควบคุมให้ผลผลิตไข่มากกว่าไก่กลุ่ม 3 และกลุ่ม 5 ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากไก่กลุ่ม 2 และ 4 ในขณะที่ไก่กลุ่ม 5 ให้ผลผลิตไข่น้อยที่สุดคือ 13.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าไก่กลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยกเว้นไก่กลุ่ม 3 ช่วงสัปดาห์ที่ 6-8 ไก่กลุ่ม 3 และกลุ่ม 5 ให้ผลผลิตไข่สูงกว่าไก่กลุ่มควบคุมและกลุ่ม 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่ไก่กลุ่ม 2 และ 4 ให้ผลผลิตไข่ไม่แตกต่างจากไก่กลุ่มควบคุม ความแตกต่างปรากฏอีกครั้งในช่วงสัปดาห์ที่ 10-12 โดยพบว่าผลผลิตไข่ของไก่กลุ่ม 2 3 และ 5 มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ไก่กลุ่ม 4 ให้ผลผลิตไข่ไม่แตกต่างจากไก่กลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามตลอด 16 สัปดาห์ของการให้ผลผลิตไข่น้ำหนักไข่ของไก่ทดลองทั้งห้ากลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 15

คุณภาพไข่และเปลือกไข่

จากตารางที่ 16 พบว่า การบังคับผลัดขนโดยวิธีการใช้อาหารผลัดขนทั้ง 4 สูตรมีผลต่อคุณภาพไข่ขาว เมื่อดูจากตารางจะเห็นว่า โดยภาพรวมความสูงไข่ขาวของไก่กลุ่มที่ผ่านการผลัดขนทั้ง 4 กลุ่มมีค่าสูงกว่าไก่กลุ่มควบคุมอย่างเห็นได้ชัด ที่น่าสนใจคือไก่กลุ่ม 5 มีความสูงของไข่ขาวมากกว่าทุกกลุ่มในเกือบทุกระยะที่บันทึกข้อมูล ในสัปดาห์ที่ 2 หลังจากสิ้นสุดโปรแกรมผลัดขน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พบว่า ความสูงไข่ขาวของไก่กลุ่ม 5 และกลุ่ม 2 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าไก่กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติความแตกต่างปรากฏชัดเจนในสัปดาห์ที่ 8 พบว่า ความสูงไข่ขาวของไก่กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าของไก่กลุ่มที่ผ่านการผลัดขนทั้ง 4 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยที่ไก่กลุ่ม 5 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดซึ่งมากกว่าไก่กลุ่ม 2 และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามตลอดช่วง 16 สัปดาห์ของการให้ผลผลิตไข่น้ำหนักไข่ขาวของไก่ทดลองทั้ง 5 กลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 18 แสดงค่าเฉลี่ยสีไข่แดงของไก่ทดลองในช่วงระยะหลังการผลัดขนพบว่า ในสัปดาห์ที่ 2 สีไข่แดงของไก่กลุ่ม 5 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าของไก่กลุ่มควบคุมและกลุ่ม 2 (P<0.05) แต่ไม่แตกต่างจากของไก่กลุ่ม 3 และกลุ่ม 4 ในขณะที่สีไข่แดงของไก่กลุ่มควบคุม กลุ่ม 2 3 และ 4 มีค่าใกล้เคียงกัน (P>0.05) หลังจากนั้นค่าเฉลี่ยของไก่ทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในทุกระยะที่บันทึกจนสิ้นสุดการทดลอง ทางด้านน้ำหนักไข่แดงพบว่า ในสัปดาห์ที่ 2 น้ำหนักไข่แดงของไก่ที่ผ่านการบังคับผลัดขนเกือบทุกกลุ่มมีค่าเฉลี่ยมากกว่าของไก่กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ยกเว้นไก่กลุ่ม 4 เพียงกลุ่มเดียวเท่านั้นที่มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่แดงไม่แตกต่างจากไก่กลุ่มควบคุมหลังจากนั้นไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างไก่ทดลองทั้ง 5 กลุ่มจนสิ้นสุดการทดลองดังแสดงในตารางที่ 19

ตลอดระยะการให้ผลผลิตไข่ 16 สัปดาห์หลังการผลัดขนพบว่า น้ำหนักเปลือกไข่ของไก่กลุ่มควบคุม กลุ่ม 2 3 4 และ 5 มีค่าใกล้เคียงกัน (P>0.05) ดังแสดงในตารางที่ 20 อย่างไรก็ตามในสัปดาห์ที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยความหนาเปลือกไข่ของไก่กลุ่ม 5 มีค่าน้อยกว่าไก่กลุ่มควบคุมและกลุ่ม 4 อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) แต่ไม่ต่างจากของไก่กลุ่ม 2 และกลุ่ม 3 ในขณะที่ความหนาเปลือกไข่ของไก่กลุ่มควบคุมกลุ่ม 2 3 และ 4 มีค่าไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ความแตกต่างปรากฏอีกครั้งหนึ่งในสัปดาห์ที่ 6 พบว่า ความหนาเปลือกไข่ของไก่กลุ่ม 5 มีค่าน้อยกว่าของไก่กลุ่มควบคุม กลุ่ม 2 และ 3 (P<0.05) แต่ไม่แตกต่างจากของกลุ่ม 4 โดยที่ไก่กลุ่ม 2 มีค่าเฉลี่ยมากกว่าไก่กลุ่มอื่นๆ ที่เหลืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 21 ตลอดระยะ 16 สัปดาห์ของการให้ผลผลิตไข่หลังการผลัดขนไม่พบความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยอัตราการตายระหว่างไก่ทดลองทั้ง 5 กลุ่ม (ตารางที่ 22)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 น้ำหนักตัวเริ่มต้น น้ำหนักไข่ ผลผลิตไข่และคุณภาพไข่ของไก่ทดลองทั้ง 5 กลุ่มในช่วง 2 สัปดาห์ก่อนการทดลอง

กลุ่มทดลอง	น้ำหนักตัวเริ่มต้น (กก.)	น้ำหนักไข่ (กก.)	ผลผลิตไข่ (%)	น้ำหนักไข่แดง (%)	ความสูงไข่ขาว (HU)	น้ำหนักเปลือกไข่ (%)	ความหนาเปลือกไข่ (มม.)
control	1.92	68.53	50.32	24.69	78.26	8.77	0.31
T2	1.97	70.04	49.22	23.04	78.22	8.86	0.31
T3	1.90	70.14	45.15	24.61	78.44	9.01	0.32
T4	1.95	68.53	48.45	24.01	79.99	8.66	0.30
T5	2.01	70.19	48.45	24.93	76.48	8.32	0.29
Pooled SEM	0.07	1.71	9.63	1.10	5.73	0.55	0.01
P-value	0.174	0.141	0.935	0.082	0.914	0.385	0.271

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ยของ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 12 ตัว

ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มไก่ทดลอง ($P>0.05$)

control = กลุ่มควบคุมที่ไม่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน; T2 = สูตรอาหารผลัดขนปลายข้าว; T3 = สูตรอาหารผลัดขนรำละเอียด; T4 = สูตรอาหารผลัดขนข้าวโพดบด; T5 = สูตรอาหารผลัดขนมันสำปะหลังบด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลัดขน น้ำหนักตัวลดลง ปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่และอัตราการตายของไก่กลุ่มผลัดขนทั้ง 4 กลุ่มกับกลุ่มควบคุม (control) ในช่วงระยะผลัดขน

กลุ่มทดลอง	น้ำหนักตัวสิ้นสุดโปรแกรมผลัดขน (กก.)	น้ำหนักตัวลดลง (%)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	ผลผลิตไข่ (%)		อัตราการตาย (%)
				สัปดาห์ 1	สัปดาห์ 2	
control	-	-	130.71	44.17	45.04	0
T2	1.85^{a}	5.95^{b}	125.94^{a}	14.28	3.75^{b}	1.53
T3	1.70^{b}	10.25^{b}	107.49^{b}	20.43	2.63^{bc}	1.53
T4	1.77^{ab}	9.14^{b}	107.85^{b}	23.73	8.78^{a}	0
T5	1.57^{c}	21.62^{a}	70.23^{c}	17.57	0.00^{c}	0
Pooled SEM	0.08	3.93	12.14	6.92	2.46	2.17
P-value	<.007	<.001	<.001	.208	<.003	0.569

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ยของ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 12 ตัว

ภายในคอลัมน์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติเฉพาะกลุ่ม T2 T3 T4 และ T5 เท่านั้นไม่รวมกลุ่มควบคุม

control = กลุ่มควบคุมที่ไม่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน; T2 = สูตรอาหารผลัดขนปลายข้าว; T3 = สูตรอาหารผลัดขนรำละเอียด; T4 = สูตรอาหารผลัดขนข้าวโพดบด; T5 = สูตรอาหารผลัดขนมันสำปะหลังบด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 สัณฐานวิทยาของรังไข่และท่อนำไข่ของไก่ทดลองเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลัดขน

กลุ่ม	ท่อนำไข่		น้ำหนัก	จำนวนกระเปาะไข่ (หน่วย)		
ทดลอง	น้ำหนัก [1]	ความยาว (ซม.)	รังไข่ [2]	ใหญ่ [3]	กลาง [4]	เล็ก [5]
control	32.07	68.58	25.06	7.80	22.40	659.60
T2	17.16	56.68	12.08	4.00	13.40[b]	889.60[a]
T3	12.07	42.14	9.74	1.80	12.00[b]	548.80[b]
T4	10.64	41.82	2.98	1.00	39.80[a]	746.20[ab]
T5	10.75	37.60	2.75	1.40	39.40[a]	1,008.60[a]
Pooled SEM	8.81	19.14	9.43	2.23	8.57	233.14
P-value	.620	.440	.320	.188	<.001	.036

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ยของ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ตัว

ภายในคอลัมน์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

control = กลุ่มควบคุมที่ไม่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน; T2 = สูตรอาหารผลัดขนปลายข้าว; T3 = สูตรอาหารผลัดขนรำละเอียด; T4 = สูตรอาหารผลัดขนข้าวโพดบด; T5 = สูตรอาหารผลัดขนมันสำปะหลังบด

เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติเฉพาะกลุ่ม T2 T3 T4 และ T5 เท่านั้นไม่รวมกลุ่มควบคุม

[1]กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว

[2]กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว

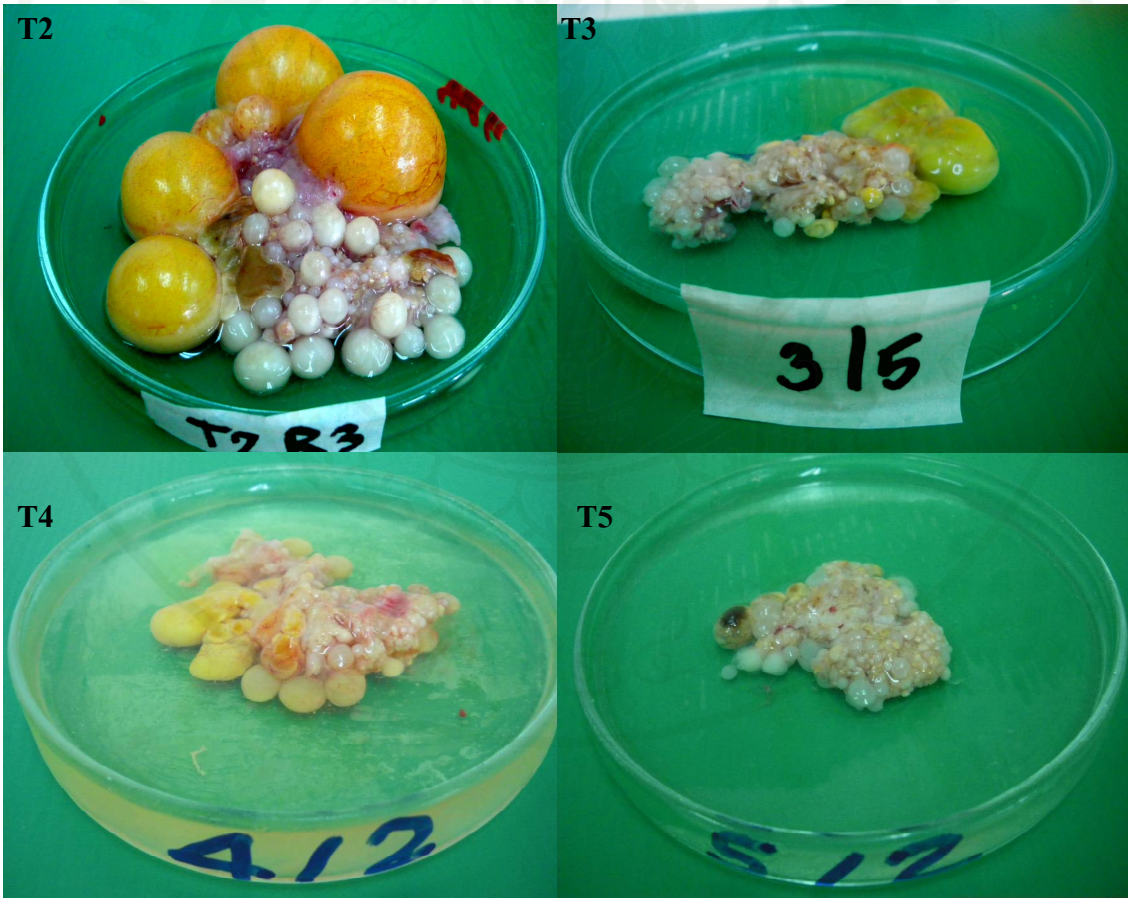
[3]กระเปาะไข่ขนาดใหญ่ (เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 8 มิลลิเมตร)

[4]กระเปาะไข่ขนาดกลาง (เส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 2-8 มิลลิเมตร)

[5]กระเปาะไข่ขนาดเล็ก (เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 1 ลักษณะกระเปาะไข่ของไก่กลุ่มควบคุม (control)



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบลักษณะกระเปาะไข่ของไก่กลุ่มที่ผ่านการบังคับผลัดขนทั้ง 4 กลุ่ม (T2 = สูตรอาหารผลัดขนปลายข้าว; T3 = สูตรอาหารผลัดขนรำละเอียด; T4 = สูตรอาหารผลัดขนข้าวโพดบด; T5 = สูตรอาหารผลัดขนมันสำปะหลังบด)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยระดับของฮอร์โมน cortisol และสัดส่วนของเซลล์เม็ดเลือดขาว heterophil ต่อ lymphocyte (H:L ratio) ในพลาสม่าของไก่กลุ่มผลัดขนทั้ง 4 กลุ่มกับกลุ่มควบคุม (control) เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลัดขน

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มทดลอง					Pooled SEM	*P*-value
	control	T2	T3	T4	T5		
Cortisol (µg/dL)	0.13	0.39	0.11	0.14	0.05	0.22	.133
H:L	0.57	0.67[a]	0.49[ab]	0.65[a]	0.39[b]	0.15	.034

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ยของ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ตัว

ภายในแถวเดียวกันค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติเฉพาะกลุ่ม T2 T3 T4 และ T5 เท่านั้นไม่รวมกลุ่มควบคุม

control = กลุ่มควบคุมที่ไม่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน; T2 = สูตรอาหารผลัดขนปลายข้าว; T3 = สูตรอาหารผลัดขนรำละเอียด; T4 = สูตรอาหารผลัดขนข้าวโพดบด; T5 = สูตรอาหารผลัดขนมันสำปะหลังบด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 น้ำหนักไขมันในช่องท้อง ม้าม ตับ ต่อมไทรอยด์ ต่อมไธมัส และต่อมเบอร์ซ่าของไก่ทดลองเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลัดขน

น้ำหนัก (กรัม/กก.น้ำหนักตัว)	กลุ่มทดลอง					Pooled SEM	*P*-value
	control	T2	T3	T4	T5		
ไขมันในช่องท้อง	14.05	51.37[a]	17.53[b]	26.13[b]	13.76[b]	16.04	.008
ม้าม	14.08	11.74	11.82	15.26	14.91	4.82	.518
ตับ	21.00	28.93[a]	15.67[b]	22.51[ab]	21.19[b]	5.49	.013
ต่อมไทรอยด์	0.10	0.07[b]	0.09[b]	0.15[a]	0.13[ab]	0.04	.035
ต่อมไธมัส	0.91	0.49	0.63	0.72	0.96	0.55	.601
ต่อมเบอร์ซ่า	0.26	0.20	0.14	0.09	0.14	0.08	.300

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ยของ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ตัว

ภายในแถวเดียวกันค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติเฉพาะกลุ่ม T2 T3 T4 และ T5 เท่านั้นไม่รวมกลุ่มควบคุม

control = กลุ่มควบคุมที่ไม่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน; T2 = สูตรอาหารผลัดขนปลายข้าว; T3 = สูตรอาหารผลัดขนรำละเอียด; T4 = สูตรอาหารผลัดขนข้าวโพดบด; T5 = สูตรอาหารผลัดขนมันสำปะหลังบด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 น้ำหนัก ความยาว และปริมาณเถ้าของกระดูกขา (tibia) ของไก่ทดลองเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลัดขน

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มทดลอง					Pooled SEM	*P*-value
	control	T2	T3	T4	T5		
น้ำหนัก (กรัม/กก.น้ำหนักตัว)	6.97	6.77	6.20	7.67	9.51	2.37	.176
ความยาว (เซนติเมตร)	12.04	12.10	9.70	11.74	12.20	2.77	.465
ปริมาณเถ้า (%)	50.75	56.07	39.85	54.62	48.63	14.12	.290

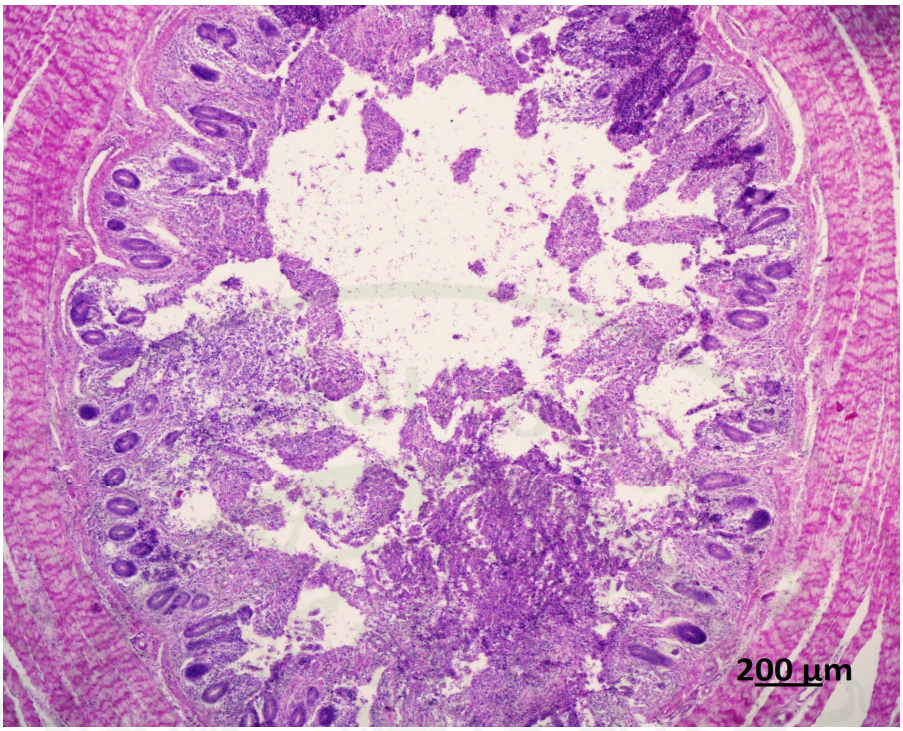
แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ยของ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ตัว

เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติเฉพาะกลุ่ม T2 T3 T4 และ T5 เท่านั้น ไม่รวมกลุ่มควบคุม

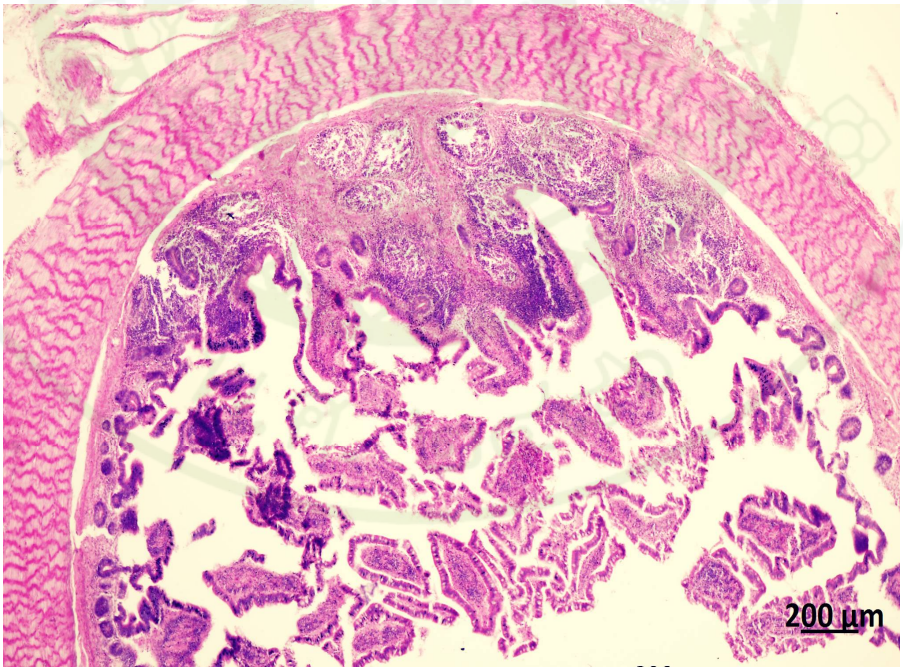
ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มไก่ทดลอง ($P>0.05$)

control = กลุ่มควบคุมที่ไม่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน; T2 = สูตรอาหารผลัดขนปลายข้าว; T3 = สูตรอาหารผลัดขนรำละเอียด; T4 = สูตรอาหารผลัดขนข้าวโพดบด; T5 = สูตรอาหารผลัดขนมันสำปะหลังบด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

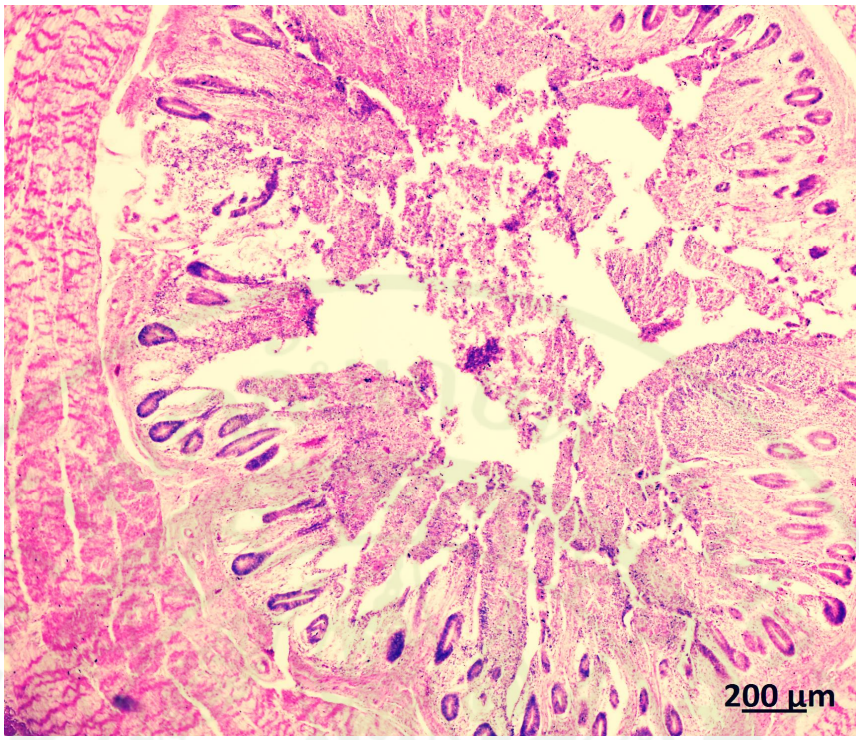


ภาพที่ 3 ลักษณะของเนื้อเยื่อลำไส้ใหญ่บริเวณ cecum ของไก่กลุ่มควบคุม (H&Ex200)

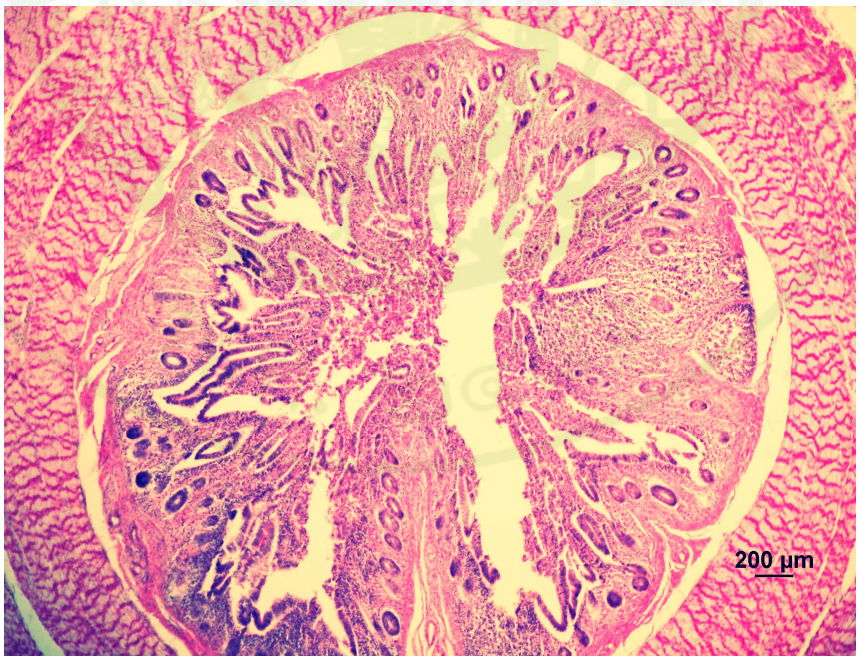


ภาพที่ 4 ลักษณะของเนื้อเยื่อลำไส้ใหญ่บริเวณ cecum ของไก่ที่ได้รับอาหารผลัดขนสูตรปลายข้าว (H&Ex200)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

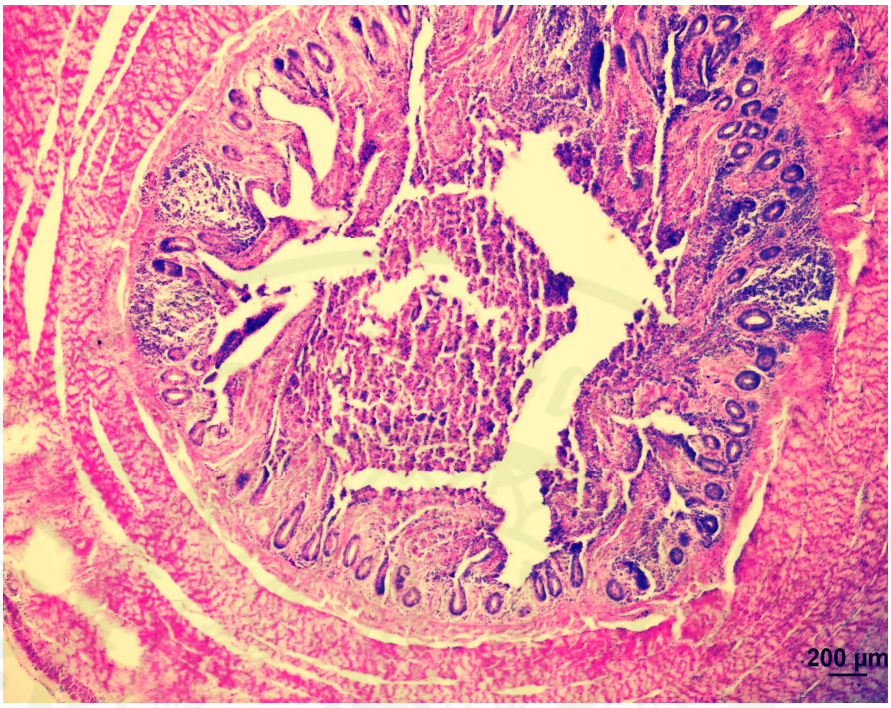


ภาพที่ 5 ลักษณะของเนื้อเยื่อลำไส้ใหญ่บริเวณ cecum ของไก่ที่ได้รับอาหารผลัดขน สูตรรำละเอียด (H&Ex200)



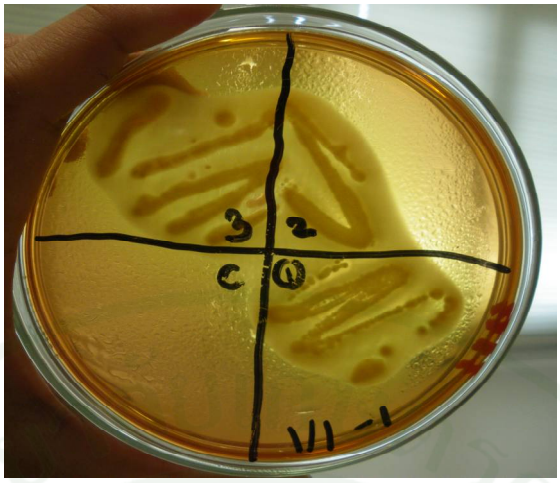
ภาพที่ 6 ลักษณะของเนื้อเยื่อลำไส้ใหญ่บริเวณ cecum ของไก่ที่ได้รับอาหารผลัดขน สูตรข้าวโพดบด (H&Ex200)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

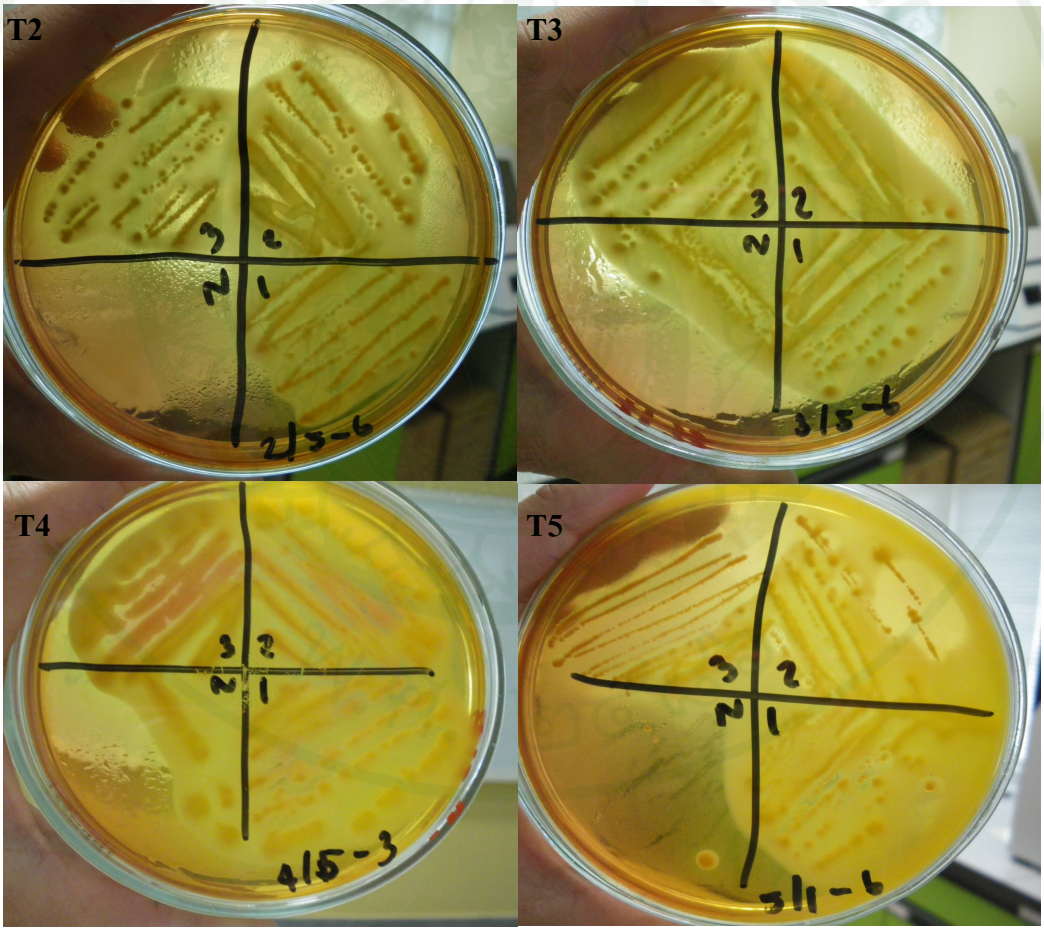


ภาพที่ 7 ลักษณะของเนื้อเยื่อลำไส้ใหญ่บริเวณ cecum ของไก่ที่ได้รับอาหารผลัดขนสูตรมันสำปะหลังบด (H&Ex200)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 8 ผลการเพาะเชื้อ salmonella ในมูลของไก่กลุ่มควบคุม (control)



ภาพที่ 9 เปรียบเทียบผลการเพาะเชื้อ salmonella ในมูลของไก่กลุ่มที่ผ่านการบังคับผลัดขนทั้ง 4 กลุ่ม (T2 = สูตรอาหารผลัดขนปลายข้าว; T3 = สูตรอาหารผลัดขนรำละเอียด; T4 = สูตรอาหารผลัดขนข้าวโพดบด; T5 = สูตรอาหารผลัดขนมันสำปะหลังบด)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน) ของไก่ทดลองในช่วงระยะหลังผลัดขน

ระยะเวลาทดลอง (สัปดาห์)	กลุ่มทดลอง					Pooled SEM	*P*-value
	control	T2	T3	T4	T5		
0-2	179.7^{a}	100.6^{c}	125.1^{b}	108.8^{bc}	125.2^{b}	7.8	<0.001
2-4	115.4^{b}	121.4^{ab}	123.8^{ab}	125.9^{ab}	137.6^{a}	9.1	.016
4-6	116.0	116.5	122.1	114.4	137.2	17.2	.249
6-8	101.9	92.3	94.9	87.1	95.1	18.8	.098
8-10	101.9^{b}	111.0^{ab}	118.7^{ab}	111.5^{ab}	122.0^{a}	8.6	.014
10-12	119.8	92.3	94.5	87.1	95.1	18.8	.095
12-14	101.9^{b}	111.0^{ab}	118.7^{a}	111.5^{ab}	122.0^{a}	8.6	.014
14-16	109.3	117.2	117.4	112.6	122.4	9.9	.310

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ยของ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 12 ตัว

ภายในแถวเดียวกันค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

control = กลุ่มควบคุมที่ไม่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน; T2 = สูตรอาหารผลัดขนปลายข้าว; T3 = สูตรอาหารผลัดขนรำละเอียด; T4 = สูตรอาหารผลัดขนข้าวโพดบด; T5 = สูตรอาหารผลัดขนมันสำปะหลังบด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 ผลผลิตไข่ (% hen-day egg production) ของไก่ทดลองในช่วงระยะหลังผลัดขน

ระยะเวลาทดลอง	กลุ่มทดลอง					Pooled	*P*-value
(สัปดาห์)	control	T2	T3	T4	T5	SEM	
0-2	48.3[a]	44.2[ab]	29.6[bc]	38.3[ab]	13.9[c]	9.18	<0.001
2-4	44.2	63.2	60.7	60.0	65.7	11.46	.059
4-6	52.9	60.1	67.8	57.9	67.0	11.84	.267
6-8	42.3[b]	52.1[ab]	58.6[a]	43.9[b]	59.5[a]	9.08	.016
8-10	46.6	52.7	61.0	47.6	55.9	8.40	.074
10-12	44.3[b]	65.4[a]	60.5[a]	51.3[ab]	60.9[a]	10.67	.035
12-14	43.1	60.1	58.8	48.0	61.6	12.04	.091
14-16	45.8	61.3	58.6	49.8	62.8	10.93	.090

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ยของ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 12 ตัว

ภายในแถวเดียวกันค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

control = กลุ่มควบคุมที่ไม่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน; T2 = สูตรอาหารผลัดขนปลายข้าว; T3 = สูตรอาหารผลัดขนรำละเอียด; T4 = สูตรอาหารผลัดขนข้าวโพดบด; T5 = สูตรอาหารผลัดขนมันสำปะหลังบด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 น้ำหนักไข่ (กรัม) ของไก่ทดลองในช่วงระยะหลังผลัดขน

ระยะเวลาทดลอง	กลุ่มทดลอง					Pooled	*P*-value
(สัปดาห์)	control	T2	T3	T4	T5	SEM	
0-2	66.6	67.8	67.8	66.4	67.7	2.21	.727
2-4	71.6	73.3	73.2	73.0	73.5	2.48	.755
4-6	72.6	72.1	71.9	72.1	71.9	2.98	.996
6-8	69.3	69.1	70.6	69.0	70.6	2.52	.725
8-10	70.7	72.0	69.4	71.7	72.1	2.25	.338
10-12	69.0	71.0	70.7	71.3	71.4	2.24	.473
12-14	71.7	70.1	68.5	70.6	69.3	2.56	.369
14-16	72.0	71.3	70.9	70.7	70.2	2.34	.790

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ยของ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 12 ตัว

ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มไก่ทดลอง ($P>0.05$)

control = กลุ่มควบคุมที่ไม่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน; T2 = สูตรอาหารผลัดขนปลายข้าว; T3 = สูตรอาหารผลัดขนรำละเอียด; T4 = สูตรอาหารผลัดขนข้าวโพดบด; T5 = สูตรอาหารผลัดขนมันสำปะหลังบด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยความสูงไข่ขาว (Haugh Units) ของไก่ทดลองในช่วงระยะหลังผลัดขน

ระยะเวลาทดลอง	กลุ่มทดลอง					Pooled	*P*-value
(สัปดาห์)	control	T2	T3	T4	T5	SEM	
2	76.4[b]	88.5[a]	88.2[ab]	83.5[ab]	89.2[a]	5.58	.011
4	79.9	83.1	81.3	80.2	90.3	9.30	.400
6	81.8	83.4	87.4	86.0	90.2	4.66	.075
8	78.0[c]	83.9[b]	86.5[ab]	85.9[ab]	90.8[a]	3.84	<0.008
10	81.6	83.0	89.9	86.2	88.6	5.62	.134
12	78.5	87.8	87.9	85.4	92.6	6.89	.053
14	77.7	87.2	85.9	81.8	87.5	7.12	.183
16	80.9	75.9	84.6	81.9	85.3	11.73	.735

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ยของ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 12 ตัว

ภายในแถวเดียวกันค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

control = กลุ่มควบคุมที่ไม่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน; T2 = สูตรอาหารผลัดขนปลายข้าว; T3 = สูตรอาหารผลัดขนรำละเอียด; T4 = สูตรอาหารผลัดขนข้าวโพดบด; T5 = สูตรอาหารผลัดขนมันสำปะหลังบด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 น้ำหนักไข่ขาว (%) ของไก่ทดลองในช่วงระยะหลังผลัดขน

ระยะเวลาทดลอง (สัปดาห์)	กลุ่มทดลอง					Pooled SEM	*P*-value
	control	T2	T3	T4	T5		
2	67.6	66.5	66.2	67.0	67.4	1.16	.309
4	68.4	68.1	67.2	68.1	67.0	1.39	.448
6	66.9	68.0	68.0	67.7	67.6	0.88	.252
8	68.3	68.7	68.6	68.9	68.8	0.91	.894
10	68.3	68.5	68.5	68.2	69.1	1.22	.789
12	68.2	67.9	68.6	69.1	69.1	1.23	.470
14	68.0	68.6	66.9	69.2	68.6	1.97	.466
16	68.8	68.5	67.9	68.6	69.3	2.16	.897

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ยของ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 12 ตัว

ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มไก่ทดลอง ($P>0.05$)

control = กลุ่มควบคุมที่ไม่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน; T2 = สูตรอาหารผลัดขนปลายข้าว; T3 = สูตรอาหารผลัดขนรำละเอียด; T4 = สูตรอาหารผลัดขนข้าวโพดบด; T5 = สูตรอาหารผลัดขนมันสำปะหลังบด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 สีไข่แดงของไก่ทดลองในช่วงระยะหลังผลัดขน

ระยะเวลาทดลอง (สัปดาห์)	กลุ่มทดลอง					Pooled SEM	*P*-value
	control	T2	T3	T4	T5		
2	6.1[b]	6.1[b]	6.5[ab]	6.7[ab]	6.9[a]	0.38	.021
4	6.1	6.1	6.1	6.5	6.3	0.57	.678
6	7.2	7.5	7.3	7.1	7.0	0.31	.192
8	7.2	7.0	7.2	7.2	7.1	0.26	.691
10	8.7	9.8	9.8	9.4	9.5	1.02	.394
12	10.7	11.0	10.5	10.6	11.1	0.94	.765
14	9.7	10.7	10.8	11.4	10.3	0.95	.110
16	10.4	11.1	10.7	11.5	10.5	0.90	.305

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ยของ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 12 ตัว

ภายในแถวเดียวกันค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

control = กลุ่มควบคุมที่ไม่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน; T2 = สูตรอาหารผลัดขนปลายข้าว; T3 = สูตรอาหารผลัดขนรำละเอียด; T4 = สูตรอาหารผลัดขนข้าวโพดบด; T5 = สูตรอาหารผลัดขนมันสำปะหลังบด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 น้ำหนักไข่แดง (%) ของไก่ทดลองในช่วงระยะหลังผลัดขน

ระยะเวลาทดลอง	กลุ่มทดลอง					Pooled	*P*-value
(สัปดาห์)	control	T2	T3	T4	T5	SEM	
2	24.6[b]	25.9[a]	26.3[a]	25.2[ab]	25.8[a]	0.85	.036
4	23.4	23.5	24.0	23.8	24.6	1.23	.586
6	24.5	23.2	23.4	23.7	24.5	0.96	.152
8	23.1	22.6	22.7	22.5	22.6	0.87	.819
10	23.4	22.9	22.8	23.2	22.2	1.16	.504
12	22.9	23.0	22.3	22.3	22.8	1.22	.795
14	23.3	22.7	23.1	22.6	23.1	0.96	.805
16	22.8	22.4	22.8	22.6	22.4	1.83	.989

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ยของ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 12 ตัว

ภายในแถวเดียวกันค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

control = กลุ่มควบคุมที่ไม่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน; T2 = สูตรอาหารผลัดขนปลายข้าว; T3 = สูตรอาหารผลัดขนรำละเอียด; T4 = สูตรอาหารผลัดขนข้าวโพดบด; T5 = สูตรอาหารผลัดขนมันสำปะหลังบด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 20 น้ำหนักเปลือกไข่ (%) ของไก่ทดลองในช่วงระยะหลังผลัดขน

ระยะเวลาทดลอง	กลุ่มทดลอง					Pooled	*P*-value
(สัปดาห์)	control	T2	T3	T4	T5	SEM	
2	7.6	7.5	7.3	7.7	6.7	0.55	.062
4	8.0	8.2	8.6	8.0	8.3	0.55	.337
6	8.5	8.6	8.4	8.4	8.3	0.29	.614
8	8.4	8.6	8.5	8.5	8.2	0.40	.758
10	8.1	8.5	8.5	8.4	8.6	0.48	.620
12	8.7	8.8	8.9	8.3	7.9	0.55	.059
14	8.6	8.5	8.6	8.0	8.1	0.50	.219
16	8.2	8.9	9.1	8.7	8.2	0.63	.118

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ยของ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 12 ตัว

ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มไก่ทดลอง ($P>0.05$)

control = กลุ่มควบคุมที่ไม่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน; T2 = สูตรอาหารผลัดขนปลายข้าว; T3 = สูตรอาหารผลัดขนรำละเอียด; T4 = สูตรอาหารผลัดขนข้าวโพดบด; T5 = สูตรอาหารผลัดขนมันสำปะหลังบด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 21 ความหนาเปลือกไข่ (ไมโครเมตร) ของไก่ทดลองในช่วงระยะหลังผลัดขน

ระยะเวลาทดลอง (สัปดาห์)	กลุ่มทดลอง					Pooled SEM	*P*-value
	control	T2	T3	T4	T5		
2	.271[a]	.255[ab]	.247[ab]	.269[a]	.233[b]	0.01	.012
4	.354	.354	.369	.349	.358	0.02	.639
6	.305[b]	.323[a]	.303[bc]	.290[dc]	.283[d]	0.01	<0.001
8	.276	.288	.310	.282	.273	0.02	.065
10	.249	.277	.268	.263	.295	0.02	.152
12	.370	.382	.375	.361	.363	0.01	.081
14	.249	.260	.250	.233	.238	0.01	.262
16	.235	.255	.260	.248	.227	0.02	.098

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ยของ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 12 ตัว

ภายในแถวเดียวกันค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

control = กลุ่มควบคุมที่ไม่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน; T2 = สูตรอาหารผลัดขนปลายข้าว; T3 = สูตรอาหารผลัดขนรำละเอียด; T4 = สูตรอาหารผลัดขนข้าวโพดบด; T5 = สูตรอาหารผลัดขนมันสำปะหลังบด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 22 อัตราการตายของไก่ทดลองในช่วงระยะหลังผลัดขน

กลุ่มทดลอง	อัตราการตาย (%)
control	16.6
T2	13.4
T3	15.1
T4	14.9
T5	16.6
Pooled SEM	11.26
P-value	.990

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ยของ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 12 ตัว

ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มไก่ทดลอง ($P>0.05$)

control = กลุ่มควบคุมที่ไม่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน; T2 = สูตรอาหารผลัดขนปลายข้าว; T3 = สูตรอาหารผลัดขนรำละเอียด; T4 = สูตรอาหารผลัดขนข้าวโพดบด; T5 = สูตรอาหารผลัดขนมันสำปะหลังบด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

จากผลการทดลองการบังคับผลัดขนโดยใช้อาหารผลัดขน 4 สูตรได้แก่ ปลายข้าว รำละเอียด ข้าวโพดบด และมันสำปะหลังบดพบว่า ในช่วง 2 สัปดาห์ของโปรแกรมการผลัดขน ปริมาณอาหารที่กินของไก่กลุ่มที่ได้รับปลายข้าวมีค่ามากกว่ากลุ่มที่ได้รับรำละเอียด ข้าวโพดบด และมันสำปะหลังบด (ตารางที่ 8) เนื่องจากปลายข้าวมีลักษณะเป็นเมล็ดโดยธรรมชาติไก่ชอบจิกกินอาหารที่มีลักษณะเป็นเมล็ดมากกว่าผง ในขณะที่ปริมาณอาหารที่กินของไก่กลุ่มมันสำปะหลังบดมีค่าน้อยกว่าไก่กลุ่มอื่นๆ อย่างชัดเจนเป็นผลมาจากมันสำปะหลังบดมีลักษณะเป็นผงมีความฟ่ามมากอีกทั้งแป้งมันสำปะหลังมีลักษณะแห้งเป็นฝุ่นเมื่อผสมลงในสูตรอาหารจึงมีความน่ากินต่ำ (อุทัยและคณะ, 2540) การที่ไก่กลุ่มมันสำปะหลังบดกินอาหารน้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ จึงมีผลทำให้ได้รับสารอาหารประเภทพลังงานน้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ ด้วยดังนั้นจึงมีผลทำให้มีน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลัดขนมีค่าต่ำที่สุดเมื่อคำนวณเป็นน้ำหนักตัวที่ลดลงทำให้มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ทั้งนี้การกินอาหารที่ลดลงของไก่ทั้ง 4 กลุ่มส่งผลให้มีผลผลิตไข่ลดลงด้วยโดยเฉพาะอย่างยิ่งไก่กลุ่มที่ใช้มันสำปะหลังบดหยุดไข่ทั้งฝูงในวันที่ 7 หลังจากได้รับอาหารผลัดขนบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของการกระตุ้นการผลัดขน Berry (2003) รายงานว่าการหยุดไข่ทั้งฝูงเป็นพารามิเตอร์หนึ่งที่แสดงถึงประสิทธิภาพของโปรแกรมการผลัดขน การที่ไก่กลุ่มมันสำปะหลังบดหยุดไข่อย่างสิ้นเชิงเป็นผลมาจากการได้รับโภชนะไม่เพียงพอสำหรับกระบวนการสร้างฟองไข่ (egg formation) กอปรกับการได้รับจำนวนชั่วโมงแสงลดลงจาก 16 ชั่วโมงต่อวันเหลือเพียง 8 ชั่วโมงต่อวันมีผลทำให้สัตว์เกิดความเครียด ในสภาวะเครียดสัตว์จะหลั่งฮอร์โมน corticosterone จากต่อมหมวกไตชั้นนอก (Siegel, 1971) Etches *et al.* (1984) รายงานว่าฮอร์โมน corticosterone มีบทบาทในการยับยั้งการหลั่งฮอร์โมน gonadotropins จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า

จากตารางที่ 9 เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักรังไข่ของไก่กลุ่มควบคุมกับไก่ทั้ง 4 กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนสังเกตเห็นได้ชัดว่าไก่ทั้ง 4 กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนมีน้ำหนักรังไข่น้อยกว่าไก่กลุ่มควบคุมซึ่งบ่งชี้ถึงการฝ่อของรังไข่ (ภาพที่ 1 และ 2) เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะไก่ทั้ง 4 กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนพบว่า น้ำหนักรังไข่ของไก่กลุ่ม 5 มีค่าน้อยที่สุดแม้ว่าความแตกต่างจะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็ตามสอดคล้องกับน้ำหนักและความยาวของท่อนำไข่ บ่งชี้ชัดว่าไก่กลุ่ม 5 มีการฝ่อของรังไข่มากที่สุดน่าจะเป็นผลมาจากในช่วงเข้าสู่ระยะผลัดขนไก่กลุ่ม 5 มีน้ำหนักตัวลดลงมากถึง 21.62 เปอร์เซ็นต์ส่งผลให้น้ำหนักของอวัยวะสืบพันธุ์ลดลงตามไปด้วยสอดคล้องกับจำนวนกระเปาะไข่ซึ่งพบว่า ไก่กลุ่ม 5 มีจำนวนกระเปาะไข่ขนาดเล็กและขนาดกลางมากที่สุดโดยเฉพาะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อย่างยิ่งมีค่ามากกว่ากลุ่ม 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในขณะที่จำนวนกระเปาะไข่ขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยเพียง 1.4 หน่วย/ตัว ซึ่งมีค่าน้อยกว่ากลุ่ม 2 และ 3 แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติก็ตามสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการของกระเปาะไข่ที่จะเจริญไปเป็นกระเปาะไข่ขนาดใหญ่ของไก่กลุ่ม 5 เกิดขึ้นช้ากว่าไก่กลุ่มอื่นๆ การลดลงของน้ำหนักตัว 21.62 เปอร์เซ็นต์และการฝ่อของรังไข่อย่างเต็มที่และการหยุดไข่ทั้งฝูงในไก่กลุ่ม 5 สามารถอธิบายได้ว่าไก่กลุ่ม 5 มีการผลัดขนมากกว่าไก่กลุ่ม 2 3 และ 4 Brake (1993) รายงานว่ากระบวนการผลัดขนที่มีประสิทธิภาพสังเกตได้จากการฝ่อของรังไข่และการลดลงของน้ำหนักตัวโดยให้ข้อเสนอแนะว่าแม่ไก่ควรมีน้ำหนักตัวลดลงอย่างน้อย 25-30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวเริ่มต้น

จากผลการทดลองในตารางที่ 10 11 และ 12 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับพารามิเตอร์ที่บ่งชี้ถึงสภาวะความเครียดและคุณภาพกระดูกของไก่ทดลองในช่วงระยะการผลัดขนสังเกตได้อย่างชัดเจนว่าระดับของฮอร์โมนคอร์ติซอล (cortisol) ระหว่างกลุ่มไก่ทดลองทั้งสี่กลุ่มที่ผ่านการกระตุ้นผลัดขนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10) นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำหนักม้าม น้ำหนักต่อมไธมัสและต่อมเบอร์ซ่า (ตารางที่ 11) รวมทั้งน้ำหนัก ความยาวและปริมาณเถ้าในกระดูก tibia (ตารางที่ 12) ของไก่ที่ผ่านการบังคับผลัดขนทั้งสี่กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันแสดงว่าอาหารผลัดขนทั้ง 4 สูตรมีผลกระทบเกี่ยวกับความเครียดในระดับที่ใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองครั้งนี้พบว่าค่าสัดส่วนของเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิลล์ต่อลิมโฟไซต์ (H:L ratio) ของไก่กลุ่ม 5 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด (0.39) โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีค่าน้อยกว่าไก่กลุ่ม 2 (0.67) และกลุ่ม 4 (0.65) แต่ไม่ต่างจากไก่กลุ่ม 3 (0.49) บ่งชี้ให้เห็นว่าไก่กลุ่ม 5 มีระดับความเครียดน้อยกว่าไก่กลุ่ม 2 และ 4 อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของ heterophil ต่อ lymphocyte ของไก่ทั้ง 4 กลุ่มมีค่าใกล้เคียงกับค่าปกติของสัตว์ปีกซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.33-0.57 (Jain, 1993) โดยทั่วไปเมื่อร่างกายสัตว์ได้รับสิ่งเร้าจากสภาพแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกที่ไม่เหมาะสมเช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม อุณหภูมิ ช่วงแสง อายุและน้ำหนักตัวล้วนส่งผลต่อความเครียดที่เกิดขึ้นในตัวสัตว์ เมื่อสัตว์เกิดความเครียดจะมีการหลั่งฮอร์โมนกลูโคคอติคอยด์ (glucocorticoid) จากต่อมหมวกไตส่วนนอกและฮอร์โมนแคทีโคลามีน (catecholamine) จากต่อมหมวกไตส่วนในเข้าสู่กระแสเลือดมากขึ้น (Sapolsky, 1992; Richard, 1998) ฮอร์โมนดังกล่าวจะทำหน้าที่ปรับสภาวะต่างๆ ภายในร่างกายให้สมดุล เพิ่มอัตราเมแทบอลิซึมเพื่อรักษาพลังงานภายในร่างกายให้คงที่ (Wingfield *et al.,* 1998) และกลูโคคอติคอยด์มีผลทำให้เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ลดลง (Harmon, 1998) และเพิ่มระดับเม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิลล์จาก hemopoetic system ให้เข้าสู่กระแสเลือดมากขึ้น (Jain, 1993) ส่งผลให้ค่า H: L ratio มีค่าเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้กลูโคคอติคอยด์สามารถกระตุ้นให้เกิดการสร้างอนุมูลอิสระที่มีออกซิเจนเป็นส่วนประกอบเพิ่มขึ้นตามระดับความเครียดที่เกิดขึ้น (Puvadolpirod and Thaxton, 2000) เป็นสาเหตุให้เซลล์ได้รับความเสียหายและตายได้ (Buttke and Sandstorm, 1994) หากร่างกายสัตว์ได้รับผลกระทบจากความเครียดติดต่อกันเป็นเวลานานนอกจากจะทำให้อัตราส่วนเม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิลล์ต่อลิมโฟไซต์เพิ่มขึ้นแล้วยังทำให้การผลิตแอนติบอดีลดลงโดยกดการทำงานของ interleukin-2 ซึ่งมีความสำคัญต่อการแบ่งตัวและการเจริญของ B-lymphocyte (Siegel, 1995) ในขณะเดียวกันทำให้การสร้างอนุมูลอิสระในร่างกายเพิ่มขึ้นและกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันที่บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ (Manoli *et al.,* 2000) ทำให้เซลล์ได้รับความเสียหายและเกิดการเสื่อมถอยของเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกันซึ่งมีผลยับยั้งการตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน (Tizard, 2000) เกิดการฝ่อของต่อมไทมัส ต่อมเบอร์ซ่าและม้าม (Leeson and Summer, 1997)

จากการทดลองครั้งนี้พบว่า เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลัดขนไก่กลุ่ม 2 ที่ได้รับปลายข้าวเป็นอาหารผลัดขนมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักไขมันในช่องท้องและน้ำหนักตับมากที่สุดซึ่งมากกว่ากลุ่ม 3 และกลุ่ม 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 11) เป็นผลมาจากในช่วงผลัดขนไก่กลุ่ม 2 ได้รับพลังงานจากอาหารสูตรผลัดขนมากกว่ากลุ่ม 3 และ 5 (ตารางที่ 8) จากการคำนวณไก่กลุ่ม 2 ได้รับพลังงานประมาณ 445.16 กิโลแคลอรี/ตัว/วัน ในขณะที่ไก่กลุ่ม 3 และ 5 ได้รับพลังงานประมาณ 400.29 และ 218.00 กิโลแคลอรี/ตัว/วันตามลำดับ อธิบายได้ว่าในภาวะที่ร่างกายได้รับพลังงานมากเกินความต้องการจะมีผลทำให้ตับมีการสังเคราะห์โปรตีนและไขมันเพิ่มขึ้น (Kita *et al.,* 1996) ซึ่งไขมันที่สังเคราะห์ได้นั้นจะเก็บสะสมไว้ในร่างกายโดยพบอยู่ใต้ผิวหนัง (subcuteneous fat) และรอบๆ อวัยวะต่างๆ เช่น ไต ลำไส้ กล้ามเนื้อและส่วนอื่นๆ ของร่างกาย (บุญล้อม, 2541) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ไก่กลุ่ม 2 มีปริมาณไขมันในช่องท้องและมีน้ำหนักตับมากกว่ากลุ่ม 3 และ 5 เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักต่อมไทรอยด์ระหว่างไก่ทั้ง 4 กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนพบว่า ไก่กลุ่ม 4 มีค่าเฉลี่ยมากกว่ากลุ่ม 2 และกลุ่ม 3 แต่ไม่แตกต่างกับของกลุ่ม 5 แสดงให้เห็นว่าไก่กลุ่ม 4 มีอัตราการเกิดเมตะโบลิซึม (metabolic rate) มากกว่าไก่กลุ่ม 2 และ 3 สะท้อนให้เห็นถึงอัตราการผลัดขนที่สูงกว่า Himeno and Tanabe (1957) อธิบายว่าฮอร์โมนไทรอกซินที่ผลิตจากต่อมไทรอยด์มีหน้าที่สำคัญในการกระตุ้นให้ปุ่มขนมีปฏิกิริยาการทำงานเพื่อการสร้างขนใหม่ จึงทำให้ไก่เกิดการผลัดขนขึ้น ดังนั้นในช่วงผลัดขนต่อมไทรอยด์จะมีกิจกรรม (activity) เพิ่มมากขึ้นจึงมีผลทำให้ต่อมมีการขยายขนาดมากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป็นที่แน่ชัดว่าโปรแกรมการบังคับผลัดขนโดยวิธีไม่อดอาหารที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ไม่ส่งผลกระทบต่อลักษณะทางจุลพยาวิทยาของเนื้อเยื่อผนังลำไส้ยืนยันได้จากลักษณะของเนื้อเยื่อผนังลำไส้ใหญ่บริเวณซีคั่ม (cecum) อย่างละเอียด (ภาพที่ 3-7) ซึ่งไม่พบความผิดปกติภายในเนื้อเยื่อผนังลำไส้แต่อย่างใด หากมีลักษณะความผิดปกติของผนังลำไส้วิการ (lesion) ที่จะสามารถตรวจพบได้คือ มีแผลบริเวณเยื่อบุผนังสำไส้และมีจุดเลือดออกกระจายอยู่ทั่วไป เกิดการอักเสบและผนังของลำไส้จะหนาตัวขึ้นทำให้ลำไส้ตีบแคบลงซึ่งจะส่งผลให้พื้นที่ในการดูดซึมลดลง อัตราการตายของไก่มีค่าสูงขึ้น (Macri *et al.,* 1997) แสดงว่าวิธีการบังคับผลัดขนที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพสัตว์และไม่ขัดต่อหลักสวัสดิภาพสัตว์

จากการทดลองครั้งนี้พบว่า ระยะหลังผลัดขนค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินในช่วง 2 สัปดาห์แรกไก่ทั้ง 4 กลุ่มที่ผ่านการกระตุ้นผลัดขนกินอาหารน้อยกว่าไก่กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 13) สอดคล้องกับระดับผลผลิตไข่โดยพบว่า ไก่ที่มีอัตราการให้ผลผลิตไข่ที่น้อยกว่าจะกินอาหารน้อยกว่าซึ่งไก่กลุ่มควบคุมให้ผลผลิตไข่ 48.3 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่ไก่กลุ่ม 2 3 4 และ 5 ให้ผลผลิตไข่เพียง 44.2 29.6 38.3 และ 13.9 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 14) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างไก่ 4 กลุ่มที่เคยผ่านโปรแกรมผลัดขนพบว่า ไก่กลุ่ม 3 และกลุ่ม 5 กินอาหารมากกว่ากลุ่ม 2 น่าจะเป็นผลมาจากในช่วงระยะผลัดขนไก่กลุ่ม 3 และ 5 ได้รับสารอาหารน้อยกว่าไก่กลุ่ม 2 ดังจะเห็นได้จากสูตรอาหารของไก่กลุ่ม 3 ซึ่งเป็นรำละเอียดมีค่าเยื่อใยสูงถึง 5.96 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5) ส่วนของกลุ่ม 5 มีปริมาณการกินอาหารในช่วงผลัดขนต่ำมากประมาณ 70 กรัม/ตัว/วัน (ตารางที่ 8) ด้วยเหตุนี้หลังจากผ่านโปรแกรมผลัดขนแล้วไก่ทั้ง 2 กลุ่มจึงพยายามกินอาหารเพิ่มขึ้นเพื่อชดเชย (compensatory effect) ในช่วงเวลาดังกล่าว ในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 ไก่กลุ่ม 5 กินอาหารมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญแต่ไม่แตกต่างจากไก่กลุ่ม 2 3 และ 4 ความแตกต่างในรูปแบบเดียวกันนี้สังเกตพบในช่วงสัปดาห์ที่ 8-10 และ 12-14 สันนิษฐานว่าเป็นผลมาจากไก่กลุ่ม 5 มีอัตราการไข่สูงกว่าไก่กลุ่มควบคุมซึ่งสังเกตเห็นได้ชัดเจนในช่วงสัปดาห์ที่ 6-8 และ 10-12 (ตารางที่ 14)

หลังการผลัดขนไก่กลุ่มควบคุมให้ผลผลิตไข่ต่ำที่สุดในทุกระยะของการทดลอง (ตารางที่ 14) ยกเว้นในช่วง 2 สัปดาห์แรกพบว่า ไก่กลุ่ม 3 และกลุ่ม 5 ให้ผลผลิตไข่น้อยกว่ากลุ่มควบคุมสันนิษฐานว่าเป็นผลมาจากในช่วง 2 สัปดาห์ของระยะผลัดขนไก่กลุ่ม 3 และ 5 มีอัตราการไข่ลดลงอย่างมาก (ตารางที่ 8) ดังนั้นในช่วงระยะ 2 สัปดาห์แรกจึงเป็นระยะเริ่มให้ผลผลิตไข่ (early period) ของไก่ทั้ง 2 กลุ่ม อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยผลผลิตไข่ระหว่างไก่กลุ่มทดลองทั้ง 5 กลุ่มในช่วงสัปดาห์ที่ 2-6 แสดงว่าไก่ทั้งสี่กลุ่มที่ผ่านการบังคับผลัดขน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สามารถฟื้นฟูสภาพร่างกายให้กลับมาเป็นปกติได้เท่าๆ กับกลุ่มควบคุมภายในสัปดาห์ที่ 4 จึงส่งผลให้มีผลผลิตไข่ที่ใกล้เคียงกัน หลังจากนั้นความแตกต่างของผลผลิตไข่สังเกตพบในช่วงสัปดาห์ที่ 6-8 และ 10-12 โดยพบว่า ไก่กลุ่ม 5 และกลุ่ม 3 ให้ผลผลิตไข่สูงกว่าไก่กลุ่มควบคุมน่าจะเป็นผลมาจากในช่วงระยะผลัดขนไก่ทั้งสองกลุ่มมีน้ำหนักตัวลดลงสูงมากโดยเฉพาะไก่กลุ่ม 5 มีน้ำหนักตัวลดลงถึง 21.62 เปอร์เซ็นต์ Brake (1993) รายงานว่าน้ำหนักตัวที่ลดลงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการให้ผลผลิตไข่หลังการผลัดขน อย่างไรก็ตามไก่ที่ผ่านการกระตุ้นผลัดขนทั้ง 4 กลุ่มให้ผลผลิตที่มีน้ำหนักไข่เท่าเทียมกับไก่กลุ่มควบคุมตลอด 16 สัปดาห์ของการให้ผลผลิตไข่หลังการผลัดขน

ด้านคุณภาพไข่พบว่าหลังการผลัดขนค่าเฉลี่ยความสูงไข่ขาวของไก่กลุ่มควบคุมมีแนวโน้มต่ำกว่าของไก่อีก 4 กลุ่มที่เคยผ่านการกระตุ้นให้ผลัดขนในแทบทุกระยะของการทดลอง (ตารางที่ 16) ในสัปดาห์ที่ 2 พบว่า ไก่กลุ่ม 5 และกลุ่ม 2 มีค่าความสูงไข่ขาวมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสัปดาห์ที่ 8 ความสูงไข่ขาวของไก่ทั้ง 4 กลุ่มที่ผ่านการผลัดขนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าไก่กลุ่มควบคุมอย่างเห็นได้ชัด บ่งชี้ชัดว่าอาหารผลัดขนทั้ง 4 สูตรมีผลในการปรับปรุงคุณภาพไข่ขาวในช่วงระยะหลังการผลัดขน ที่น่าสนใจคือ ไก่กลุ่ม 5 มีค่าความสูงของไข่ขาวสูงที่สุดในแทบทุกระยะของการทดลอง Khodadadi *et al.* (2008) รายงานว่าการกระตุ้นผลัดขนมีผลปรับปรุงคุณภาพไข่ขาวในช่วงระยะการให้ผลผลิตหลังการผลัดขน

จากการทดลองครั้งนี้พบว่า ในสัปดาห์ที่ 2 หลังการผลัดขนค่าเฉลี่ยสีไข่แดงของไก่กลุ่ม 5 มีค่าสูงกว่าของไก่กลุ่มควบคุมและกลุ่ม 2 (ตารางที่ 18) น่าจะเป็นผลมาจากไก่กลุ่ม 5 มีอัตราการไข่น้อยกว่าดังนั้นจึงมีระยะเวลาในการสะสมสารอาหารในไข่แดงนานกว่าจึงมีผลทำให้มีการสะสมสารสีจากอาหารมากกว่า ทำนองเดียวกันในสัปดาห์ที่ 2 ไก่กลุ่ม 5 มีน้ำหนักไข่แดงมากกว่ากลุ่มควบคุม (ตารางที่ 19) เป็นผลมาจากอัตราการไข่ที่น้อยกว่า Charvatova and Tumova (2010) รายงานว่าไก่ที่มีอัตราการให้ผลผลิตไข่ต่ำจะมีน้ำหนักไข่แดงสูงเนื่องจากวงรอบการไข่ (ovulatory cycle) จะนานมากกว่าปกติ ดังนั้นระยะเวลาที่ใช้สำหรับการสะสมไข่แดงจึงมากขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคุณภาพเปลือกไข่ระหว่างไก่กลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ผ่านการบังคับผลัดขนทั้ง 4 กลุ่มพบว่า น้ำหนักเปลือกไข่ของไก่ทุกกลุ่มมีค่าเท่าเทียมกันโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7-9 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 20) อย่างไรก็ตามในสัปดาห์ที่ 2 หลังการผลัดขนพบว่า ไก่กลุ่ม 5 มีความหนาเปลือกไข่น้อยกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่ม 4 (ตารางที่ 21) การที่ไก่กลุ่ม 5 มีความหนาเปลือกไข่น้อยกว่ากลุ่มควบคุมน่าจะเป็นผลมาจากไก่กลุ่ม 5 ไม่มีระยะฟื้นตัวหลังจากที่ได้รับอาหารผลัดขน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประกอบกับแม่ไก่ได้รับการกระตุ้นแสงเร็วเกินไปจึงส่งผลทำให้เซลล์เยื่อบุบริเวณท่อนำไข่ (shell gland) ยังมีการฟื้นตัวไม่เต็มที่ ส่วนการที่ไก่กลุ่ม 5 มีความหนาเปลือกไข่น้อยกว่ากลุ่ม 4 สันนิษฐานว่าเป็นผลมาจากในช่วงระยะผลัดขนท่อนำไข่ของไก่กลุ่ม 5 มีการฝ่อตัวมากกว่าไก่กลุ่ม 4 (ตารางที่ 9) ดังนั้นเมื่อได้รับการกระตุ้นแสงท่อนำไข่คงยังไม่พร้อมที่จะทำหน้าที่ได้ตามปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งท่อนำไข่บริเวณ shell gland ซึ่งมีหน้าที่สร้างเปลือกไข่ดังจะเห็นได้จากในสัปดาห์ที่ 2 ไก่กลุ่ม 5 มีน้ำหนักเปลือกไข่ 6.7 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่ไก่กลุ่ม 4 มีน้ำหนักเปลือกไข่ 7.7 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 20) ทั้งๆ ที่น้ำหนักฟองไข่ของไก่กลุ่ม 5 มีค่ามากกว่า (ฟองไข่มีขนาดใหญ่กว่า) ไก่กลุ่ม 4 อย่างเห็นได้ชัด (67.7 กรัม vs. 66.4 กรัม) (ตารางที่ 15) ด้วยเหตุนี้ในช่วง 2 สัปดาห์แรกหลังจากผ่านโปรแกรมผลัดขนจึงส่งผลให้ความหนาเปลือกไข่ของไก่กลุ่ม 5 มีค่าน้อยกว่ากลุ่ม 4 ความแตกต่างปรากฏอีกครั้งหนึ่งในสัปดาห์ที่ 6 พบว่า ไก่กลุ่ม 2 มีความหนาเปลือกไข่มากกว่ากลุ่มควบคุมสันนิษฐานว่าน่าจะเป็นผลมาจากกระบวนการผลัดขนมีผลทำให้ท่อนำไข่ของไก่กลุ่ม 2 มีประสิทธิภาพการทำงานดีกว่ากลุ่มควบคุม (Brake and Thaxton, 1979) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างไก่ทั้ง 4 กลุ่มที่เคยผ่านโปรแกรมผลัดขนพบว่า ไก่กลุ่ม 2 มีค่าเฉลี่ยความหนาเปลือกไข่มากกว่ากลุ่ม 3 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอธิบายได้ว่าในช่วงระยะผลัดขนไก่กลุ่ม 3 4 และ 5 มีน้ำหนักและความยาวของท่อนำไข่น้อยกว่าไก่กลุ่ม 2 (ตารางที่ 9) แสดงให้เห็นว่าท่อนำไข่ของไก่ทั้ง 3 กลุ่มดังกล่าวมีการหดตัวมากกว่าของไก่กลุ่ม 2 ประกอบกับโปรแกรมผลัดขนที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ไม่มีระยะฟื้นตัวจึงมีผลทำให้การทำงานของท่อนำไข่ในช่วงระยะหลังผลัดขนของไก่กลุ่ม 3 4 และ 5 มีประสิทธิภาพในการสร้างเปลือกไข่น้อยกว่ากลุ่ม 2 ส่วนการที่ไก่กลุ่มควบคุมมีความหนาเปลือกไข่มากกว่าไก่กลุ่ม 4 และ 5 น่าจะเป็นผลมาจากไก่กลุ่ม 4 และ 5 มีอัตราการให้ผลผลิตไข่ที่สูงกว่า (ตารางที่ 14) ดังนั้นระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการสร้างเปลือกไข่จึงสั้นกว่า นอกจากนี้การที่ไก่กลุ่ม 3 มีความหนาเปลือกไข่มากกว่าไก่กลุ่ม 5 สาเหตุเพราะในช่วงกระตุ้นให้ผลัดขนไก่ทั้ง 2 กลุ่มนี้ได้รับสารอาหารที่แตกต่างกันโดยกลุ่ม 3 ได้รับอาหารสูตรรำละเอียดซึ่งมีคุณค่าทางโภชนะที่สัตว์สามารถย่อยและใช้ประโยชน์ได้ดีกว่ามันสำปะหลังบด เนื่องจากรำละเอียดมีโปรตีนสูงถึง 9.06 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่มันสำปะหลังบดมีโปรตีนเพียง 1.55 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6) ด้วยเหตุนี้น่าจะเป็นผลต่อเนื่องกระทบถึงการฟื้นฟูการทำงานของท่อนำไข่ในระยะหลังผลัดขน

จากผลการทดลองทั้งหมดชี้ให้เห็นว่า การบังคับผลัดขนโดยใช้อาหารสูตรผลัดขนทั้ง 4 สูตรสามารถกระตุ้นการผลัดขนได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารผลัดขนสูตรมันสำปะหลังบด อย่างไรก็ตามเทคนิคของโปรแกรมผลัดขนที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ยังไม่สามารถปรับปรุงคุณภาพเปลือกไข่หลังการผลัดขนสันนิษฐานว่าเป็นผลมาจากในช่วงระยะการกระตุ้นให้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลัดขนรังไข่มีการฝ่อเกิดขึ้นไม่เต็มที่สังเกตจากไก่มีน้ำหนักตัวลดลงอยู่ในช่วง 5.95-21.62 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น Brake (1993) รายงานว่าในช่วงของโปรแกรมกระตุ้นผลัดขนไก่ควรมีน้ำหนักตัวลดลง 25-31 เปอร์เซ็นต์จึงจะมีผลต่อการปรับปรุงคุณภาพเปลือกไข่หลังการผลัดขนได้ นอกจากนี้ในการทดลองครั้งนี้หลังจากถูกกระตุ้นให้ผลัดขนแล้วไก่ทั้ง 4 กลุ่มได้รับการกระตุ้นแสงและอาหารไก่ไข่ทันทีโดยไม่มีระยะฟื้นตัวสันนิษฐานว่าอาจเป็นสาเหตุทำให้เซลล์เยื่อบุบริเวณท่อนำไข่ (shell gland) ยังมีการฟื้นตัวไม่เต็มที่ Hurwitz *et al.* (1995) รายงานว่าหลังจากผ่านระยะกระตุ้นผลัดขนไก่ควรมีระยะฟื้นตัวอย่างน้อย 14-21 วันเพื่อฟื้นฟูสภาพภายในร่างกายให้พร้อมก่อนที่จะได้รับการกระตุ้นแสงในรอบใหม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การกระตุ้นการผลัดขนโดยใช้อาหารสูตรผลัดขนที่ใช้วัตถุดิบต่างกันคือ ปลายข้าว รำละเอียด ข้าวโพด และมันสำปะหลังบดสามารถกระตุ้นการผลัดขนและยืดอายุการให้ผลผลิตไข่ของแม่ไก่ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่ส่งผลกระทบต่อสภาวะความเครียด คุณภาพกระดูก และลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของผนังลำไส้โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารสูตรมันสำปะหลังบดมีผลทำให้ไก่มีน้ำหนักตัวลดลง 21.62 เปอร์เซ็นต์และมีผลต่อการปรับปรุงสมรรถภาพการให้ผลผลิตไข่และคุณภาพไข่ขาวในช่วงระยะการให้ผลผลิตไข่หลังการผลัดขนยกเว้นคุณภาพเปลือกไข่

ข้อเสนอแนะ

1. เทคนิคของโปรแกรมจำเป็นต้องมีการปรับปรุงเพื่อเพิ่มสมรรถภาพของการให้ผลผลิตไข่และคุณภาพเปลือกไข่

2. ควรมีการศึกษาค้นคว้าต่อไปเกี่ยวกับปัจจัยอื่นๆ เช่น สภาพการเลี้ยง ลักษณะโรงเรือน ความหนาแน่น อุณหภูมิ พันธุ์ไก่ และอายุไก่เป็นต้น

3. ควรมีการศึกษาผลของการใช้โปรแกรมกระตุ้นผลัดขนที่มีต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตหลังการผลัดขนในระยะยาวเพื่อติดตามการให้ผลผลิตไข่และสุขภาพของสัตว์หลังการผลัดขน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ครวญ บัวคีรี. 2536. **การเสริมสารสีจากธรรมชาติบางชนิดในอาหารไก่กระทงและไก่ไข่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นงเยาว์ จันทราช. 2546. **อาหารและการให้อาหารสัตว์**. สถาบันราชภัฏจันทรเกษม, กรุงเทพฯ.

บุญล้อม ชีวอิสระกุล. 2541. **ชีวเคมีทางสัตวศาสตร์.** ธนบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่.

บุญล้อม ชีวอิสระกุล. 2541. **โภชนศาสตร์สัตว์ เล่ม 1.** พิมพ์ครั้งที่ 6. ธนบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่.

พันทิพา พงษ์เพียรจันทร์. 2539. **การผลิตอาหารสัตว์.** โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

เยาวมาลย์ ค้าเจริญ และ สาโรช ค้าเจริญ. 2530. **อาหารและการให้อาหารสัตว์ปีก.** มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ราเชนทร์ ถิรพร. 2539. **ข้าวโพด: การผลิต การใช้ประโยชน์ การวิเคราะห์ปัญหา และการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกษตรกร.** บริษัทด่านสุทธาการพิมพ์จำกัด, กรุงเทพฯ.

วิรัตน์ สุรพิทยานนท์. 2542. **การผลิตสัตว์ปีก.** พิมพ์ครั้งที่ 3. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ศุภลักษณ์ โรมรัตนพันธ์. 2545**. เทคนิคเนื้อเยื่อสัตว์.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. **ข้อมูลการผลิตสินค้าการเกษตรปี 2556.** แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/download/prcai/livestock/henegg.pdf, 19 กันยายน 2557.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สาโรช ค้าเจริญ. 2547. **อาหารและการให้อาหารสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง.** พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สุกัญญา จัตตุพรพงษ์. 2539. **การตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์.** ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. **จุลชีววิทยาทางอาหาร.** สำนักพิมพ์เอส.บี.บิซิเนส, นนทบุรี.

สุวรรณี แสนทวีสุข. 2543. **การใช้มันสำปะหลังเป็นแหล่งพลังงานในอาหารไก่ไข่ และไก่กระทง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุวรรณี แสนทวีสุข, อุทัย คันโธ, สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และ ปุณฑริกา หะริณสุต. 2543. การใช้มันสำปะหลังทดแทนข้าวโพดในอาหารไก่ไข่. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 38 (สาขาสัตว์ และสาขาสัตวแพทยศาสตร์).** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุวิทย์ ธีรพันธุวัฒน์. 2536. **วัตถุดิบอาหารสัตว์และการใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์.** มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

อุทัย คันโธ. 2551. **การใช้กากมันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์.** แหล่งที่มา: http://aggie.kps.ku.ac.th/article/art_file/2551-07-31_potatos.pdf, 29 กันยายน 2557.

อุทัย คันโธ, สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และ วิไลลักษณ์ ชาวอุทัย. 2540. **การใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์.** มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย, นครราชสีมา.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. **Official Methods of Analysis**. 13th ed., Association of official analytical chemists, Washington, D.C.

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.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Berry, W.D. 2003. The physiology of induced molting. **Poult. Sci.** 82: 971–980.

Biggs, P.E., M.E. Persia, K.W. Koelkebeck and C.M. Parsons. 2004. Further evaluation of nonfeed removal methods for molting programs. **Poult. Sci**. 83: 745–752.

Boonmar, S., Bangtrakulnonth, A., Pornruangwong, S. 1998. Predominant serovars of Salmonella in human and foods from Thailand. **J. Vet. Med. Sci.** 60: 877-880.

Brake, J. 1993. Recent advances in induced molting. **Poult. Sci**. 72: 929-931.

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.

Buttke, T.M. and P.A. Sandstorm. 1994. Oxidative stress as a mediator of apoptosis. **Immunol. Today.** 157–160.

Campbell, T.W. 1995. **Avian Hematology and Cytology.** 2nd ed., Iowa State University Press, Ames.

Charvatova, V. and E. Tumova. 2010. Time of oviposition and egg composition. **Scientia. Agric. Bohem.** 41: 190–195.

Daghir, N.J. 1995. **Poultry Production in Hot Climates.** University Press Cambridge, Trowbridge.

Davis, A.J., M.M. Lordelo and N. Dale. 2002. Use of cottonseed meats in molting programs. **J. Appl. Poult. Res.** 11: 175–178.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Donalson, L.M., W.K. Kim, C.L. Woodward, P. Herrera, L.F. Kubena, D.J. Nisbet and S.C. Ricke. 2005. Utilizing different ratios of alfalfa and layer ration for molt induction and performance in commercial laying hens. **Poult. Sci.** 84: 362–369.

Etches, R.J., J.B. Williams and J. Rzasa. 1984. Effects of corticosterone and dietary changes in the hen on ovarian function, plasma LH and steroid and the response to exogenous LH-RH. **J. Reprod. Fertil.** 70: 121–130.

Gallinger, C.I., D.M. Suarez and A. Irazusta. 2004. Effects of rice bran inclusion on performance and bone mineralization in broiler chicks. **J. Appl. Poult. Res.** 13: 183–190.

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.

Gomez, T.M., Y. Motarjemi, S. Miyagawa, F.K. Kaferstein and K. Stohr. 1997. Foodborne salmonellosis. **World Health Stat. Q.** 50: 81-89.

Gross, W.B. and H.S. Siegel. 1983. Evaluation of the heterophil/lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. **Avian Dis.** 27: 972-979.

Hamm, D. and J. Welter. 1965. Studies on early forced molt and extended lay. **Poult. Sci.** 44: 1376.

Harmon, B.G. 1998. Avian heterophils in inflammation and disease resistance. **Poult. Sci.** 77: 972-977.

Hassanabadi, A. and H. Kermanshahi. 2007. Effect of force molting on postmolt performance of laying hens. **Poult. Science.** 6(9): 630-633.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Hassanien, H.H.M. 2011. Effect of molting programs on egg production and quality of laying hens. **Asian. J. Poult. Sci.** 5(1): 13-20.

Himeno, K. and Y. Tanabe. 1957. Mechanism of molting in the hen. **Poult. Sci.** 36: 935–942.

Holt, P.S. 2003. Molting and *Salmonella Enterica* Serovar Enteritidis infection: The problem and some solutions. **Poult. Sci.** 82: 1008-1010.

Holt, P.S. and R.E. Porter. 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.

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.

Jain, N.C., 1993. **Essential of Veterinary Hematology.** Lea and Febiger, Philadelphia, pp. 133-168.

Keshavarz, R. and F.W. Quimby. 2002. An investigation of different molting techniques with an emphasis on animal welfare. **J. Appl. Poult. Res.** 11: 54-67.

Khodadadi, I.H., H. Moravej, M. Shivazad and H. Mehrabani. 2008. Comparison of four induced molting methods based on subsequent performance and welfare of single comb white leghorn hens. **J. Bio. Sci.** 11(1): 98-102.

Kim, W.K., L.M. Donalson, A.D. Mitchell, L.F. Kubena, D.J. Nisbet and S.C. Ricke. 2006. Effects of alfalfa and fructooligosaccharide on molting parameters and bone qualities using dual energy x-ray absorptiometry and conventional bone assays. **Poult. Sci.** 85: 15–20.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kita, K., F.M. Tomass, P.C. Owens, S.E. Knowless, B.E. Forbes, Z. Upton, R. Hughes and F.J. Ballard. 1996. Influence of nutrition on hepatic IGF-I mRNA levels and plasma concentrations of IGF-I and IGF-II in meat-type chickens. **J. Endrocrinol.** 149: 181-190.

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.

Koelkebeck, K.W., C.M. Parsons, P. Biggs and P. Utterback. 2006. Nonwithdrawal molting programs. **J. Appl. Poult. Res.** 15: 483-491.

Leeson, S. and J.D. Summers. 1997. **Commercial Poultry Nutrition.** 2nd ed. University Books, Guelph, Ontario, Canada.

Len, R.E., H. Abplanalp and E.A. Johnson. 1964. Second year production of force molt hens in the California random sample test. **Poult. Sci.** 43: 638-646.

Lewis, P.D. and T.R. Morris. 1999. Light intensity and performance of domestic pullets. **World's Poult. Sci. J.** 55: 241-250.

_____. 2000. Poultry and coloured light. **World's Poult. Sci. J.** 56: 189-207.

Macri, N.P., R.E. Porter and P.S. Holt. 1997. The effects of induced molting on the severity of acute intestinal inflammation caused by *Salmonella enteritidis*. **Avian Dis.** 41: 117-124.

Manoli, L.P., G.D. Gamaro, P.P. Silveira and C. Dalmaz. 2000. Effect of chronic variate stress on thiobarbituric acid reactive species and on total radical trapping potential in distinct region of rat brain. **Neurochem Res.** 25(7): 915–921.

Mazzuco, H. and P.Y. Hester. 2005. The effect of an induced molt and a second cycle of lay on skeletal integrity of White Leghorns. **Poult. Sci.** 84: 771–781.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Mead, P.S., L. Stutsker, V. Dietz, L.F. McCaig, J.S. Bresee, C. Shapiro, P.M. Griffin and R.V. Tauxe. 1999. Food-related illness and death in the United States. **Emerg. Infect. Dis.** 5: 607 - 625.

North, M.O. and D.D. Bell. 1990. **Commercial Chicken Production Manual.** 4th ed. Chapman Hall, New York.

Osei, S.A., H.K. Dei and A.K. Tuah. 1999. Evaluation of quality protein maize as a feed ingredient for layer pullet. **J. Anim. Feed Sci.** 8: 181-189.

Parlour, J.W. and A.N. Halter. 1970. **A Study of the Economics of Force Molting in Commercial Egg Production.** Oregon State University, Corvallis.

Petek, M. and F. Alpay. 2008. Utilization of grain barley and alfalfa meal as alternative moult induction programmes for laying hens: Body weight losses and egg production traits. **Bulg. J. Vet. Med.** 11(4): 243-249.

Prasanna, B.M., S.K. Vasal, B. Kassahun and N.N. Singh. 2001. Quality protein maize. **Curr. Sci.** 81(10): 1308-1319.

Puvadolpirod, S. and J.P. Thaxton. 2000. Model of physiological stress in chicken. Response parameters. **Poult. Sci.** 79: 363-369.

Queen, W.H., V.L. Christensen and J.D. May. 1997. Supplemental thyroid hormones and molting in turkey breeder hens. **Poult. Sci.** 76: 887–893.

Richard, J.J. 1998. Physiological management and environmental triggers of the ascites syndrome. **Poult. Int.** 37: 28 – 33.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ruszler, P.L. 1998. Health and husbandry considerations of induced molting. **Poult. Sci.** 77: 1789-1793.

Sapolsky, R.M. 1992. **Stress, the Aging Brain and the Mechanism of Neuron Death.** MIT Press, Cambridge.

SAS Institute. 2002. **SAS STAT User's Guide.** Version 9.0. SAS Inst. Inc., Cary, NC.

Sharp, P.J. 1993. Photoperiodic control of reproduction in the domestic hen. **Poult. Sci.** 72: 897-905.

Siegel, H.S. 1971. Adrenals, stress and the environment. **World's Poult. Sci.** 27: 327-349.

Siegel, H.S. 1995. Stress, strains, and resistance. **Br. Poult. Sci.** 36: 3–22.

Tizard, I.R. 2000. **An Introduction to Veterinary Immunology.** 6th ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia. 482 p.

Van Pelt, W., M.A.S.de Wit, W.J.B.Wannet, E.J.J. Ligtvoet, M.A. Widdowson and Y.T.H.P. van Duynhoven. 2003. Laboratory surveillance of bacterial gastroenteritis pathogens in The Natherlands, 1991-2001. **Epidemiol. Infect.** 130: 1-11.

Waddington, D., M.M. Perry, A.B. Gilbert and M.M. Hardie. 1985. Follicular growth and atresia in the ovaries of hens. (*Gallus domesticus*) with deminished egg production rates. **J. Reprod. Fert.** 74: 399-405.

Webster, A.B. 2003. Physiology and behavior of the hen during induced molt. **Poult. Sci.** 82: 992-1002.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Wingfield, J.C., D.L. Maney, C.W. Breuner, J.D. Jacobs, S. Lynn, M. Ramenofsky and R.D. Richardson. 1998. Ecological bases of hormone behavior interactions: the 'emergency life history stage'. **Am. Zool.** 38: 191-206.

Yosefi, S., R. Braw-Tal and A. Bar. 2003. Intestinal and eggshell calbindin and bone ash of laying hens as influenced by age and molting. **Comp. Biochem. Physiol.** 136(3): 673-682.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กระบวนการทำตัดเนื้อเยื่อและการย้อมสี (ศุภลักษณ์, 2545)

1. การล้าง (washing)

ตัดเนื้อเยื่อให้มีความหนาประมาณ 5 มิลลิเมตร แล้วนำไปล้างโดยให้น้ำประปาไหลผ่านเป็นเวลา 4 ชั่วโมง

2. การขจัดน้ำออกจากเนื้อเยื่อ (dehydration)

นำเนื้อเยื่อผ่านแอลกอฮอล์จากความเข้มข้นต่ำไปสู่ความเข้มข้นสูงเพื่อป้องกันการหดตัวของเซลล์ เริ่มจาก 70% 80% 95% และ 100%

3. การขจัดแอลกอฮอล์และทำให้เนื้อเยื่อใส (clearing or dealcoholization)

สารที่ใช้ในการขจัดแอลกอฮอล์และทำให้เนื้อเยื่อใสคือ ไซลีน โดยเปลี่ยนน้ำยา 2 ครั้งในขั้นตอนนี้

4. การแทรกซึมของพาราฟิน (infiltration)

พาราฟินที่ใช้มีชื่อเรียกทางการค้าคือ พาราพลาส (paraplast) ซึ่งในขั้นตอนที่ 2-4 จะใช้เครื่องเตรียมเนื้อเยื่ออัตโนมัติในการเตรียมเนื้อเยื่อ

สรุประยะเวลาในการเตรียมเนื้อเยื่อโดยการใช้เครื่องตรียมเนื้อเยื่ออัตโนมัติ รวมระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมเนื้อเยื่อทั้งหมด คือ 18 ชั่วโมง

5. การฝังเนื้อเยื่อในพาราฟิน (embedding)

ในขั้นตอนนี้จะทำโดยใช้เครื่องฝังเนื้อเยื่อ เมื่อพาราฟินที่ฝังเนื้อเยื่อแข็งตัวดีแล้ว (สังเกตจากการเกิดฝ้าบริเวณเนื้อพาราฟิน) นำเนื้อเยื่อออกจากกระทงและเก็บไว้เพื่อทำการตัดเนื้อเยื่อในลำดับต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตัดและการย้อมสีเนื้อเยื่อลำไส้

1. การตัดแต่งหน้าบล็อก (Trimming)

การตัดแต่งโดยใช้มีดโกนหรือมีดปอกผลไม้ปาดเอาพาราฟินบริเวณหน้าบล็อกออกจนใกล้เนื้อเยื่อมากที่สุดแล้วตัดด้านข้างทั้งสี่ด้านออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

2. การตัดเนื้อเยื่อให้เป็นแผ่นบาง (sectioning)

การตัดเนื้อเยื่อควรให้ใบมีดทำมุม 5 องศา กับหน้าบล็อกและตัดเนื้อเยื่อให้มีความหนา 5 ไมโครเมตร (μm)

3. การติดเนื้อเยื่อแผ่นบางบนสไลด์ (affix)

นำสไลด์ที่สะอาดมาวางไว้ จากนั้นหยดแอลกอฮอล์ 50% ลงบนสไลด์ (ปริมาตรขึ้นอยู่กับขนาดของเนื้อเยื่อ) นำเนื้อเยื่อแผ่นบางมาวางลงบนสไลด์ที่มีแอลกอฮอล์อยู่ จากนั้นนำสไลด์ไปแช่ในอ่างน้ำที่เตรียมไว้เรียกว่าอ่างลอยเนื้อเยื่อ ซึ่งมีน้ำกลั่นผสมอยู่กับเจลาติน (0.5%) มีอุณหภูมิอยู่ที่ 43-45 องศาเซลเซียส ปล่อยให้น้ำดึงเนื้อเยื่อออกไปอย่างช้าๆเพื่อที่จะให้เนื้อเยื่อยืดออกอย่างเต็มที่จนกว่าจะหมดสไลด์ จากนั้นล้างสไลด์ 2-3 ครั้งในอ่างแล้วจึงให้เนื้อเยื่อเกาะกับสไลด์เพื่อนำไปอุ่นสไลด์ต่อไป

4. การอุ่นสไลด์

เมื่อได้สไลด์ที่มีเนื้อเยื่อเรียบร้อยแล้วนำมาอุ่นที่เครื่องอุ่นสไลด์ (slide warmer) ข้ามคืนโดยใช้อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เมื่อครบกำหนดจึงเก็บสไลด์รอทำการย้อมสีต่อไป

แฮริสฮีมาท็อกซิลิน (Harris's hematoxylin)

ฮีมาท็อกซิลิน (hematoxylin crystals)	5 กรัม
แอลกอฮอล์ 100%	50 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แอมโมเนียมหรือโปแตสเซียมอาลัม (ammonium or potassium alum) 100 กรัม
น้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร
เมอคูริกออกไซด์เรด (mercuric oxide, red) 2.5 กรัม

สีอีโอซิน

1% stock alcohol eosin ประกอบด้วย
สี eosin ละลายน้ำได้ 1 กรัม
น้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร
ละลายให้เข้ากันแล้วจึงเติม
แอลกอฮอล์ 95% 80 มิลลิลิตร

สารละลาย Working solution ประกอบด้วย

สารละลายอีโอซินสต็อก 1 ส่วน
แอลกอฮอล์ 80% 3 ส่วน
เติมกรดแอซิติกเข้มข้นจำนวน 0.5 มิลลิลิตรต่อ 100 มิลลิลิตรของสีที่ผสมแล้ว

ขั้นตอนการย้อมสี

1. การขจัดพาราฟิน (deparaffinization) เป็นการล้างพาราฟินออกจากเนื้อเยื่อโดยการแช่ในไซลีน 2 ครั้งๆละ 5 นาที

2. การเอาน้ำเข้าเนื้อเยื่อ (hydration) คือ การให้น้ำค่อยๆเข้าสู่เนื้อเยื่อ โดยใช้แอลกอฮอล์จากความเข้มข้นสูงลงสู่ความเข้มข้น

3. การย้อมสีครั้งแรก (primary stain) โดยย้อมด้วยสีฮีมาท็อกซิลินก่อน ใช้เวลา 8 นาที

4. การล้างสีส่วนเกินออก (differentiation) โดยการใช้ 1% แอซิดแอลกอฮอล์ (70% แอลกอฮอล์ 99 มิลลิลิตร ผสมกับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. การปรับเนื้อเยื่อให้เป็นกลาง (neutralization) ใช้สารละลายลิเทียมคาร์บอเนต 1 นาที

6. การย้อมสีซ้ำ (counterstain) ใช้สีอิโอซิน ย้อมซ้ำประมาณ 2 นาที

7. การขจัดน้ำ (dehydrate) โดยใช้ 70% แอลกอฮอล์จุ่มอย่างรวดเร็วประมาณ 30 วินาที แล้วต่อไปที่ 95% แอลกอฮอล์ 2 ครั้งๆละ 2 นาที และ 100% แอลกอฮอล์ 2 ครั้งๆละ 2 นาที

8. การขจัดแอลกอฮอล์และทำให้เนื้อเยื่อใส (clearing) โดยจุ่มในไซลีน 2 ครั้งๆละ 5 นาที

9. การปิดกระจกสไลด์ (mounting) ทำได้โดยใช้สารเปอร์เมาต์ (permount)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวพรรณพรรษ กัณฑภา
วัน เดือน ปี ที่เกิด	2 มีนาคม 2530
สถานที่เกิด	บ้านเลขที่ 385 หมู่ที่ 6 ต.เขาใหญ่ อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (สัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร) มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์

1. พรรณพรรษ กัณฑภา, นิรัตน์ กองรัตนานันท์, ชัยวัฒน์ บุญแก้ววรรณ, วิริยา ลุ้งใหญ่ และ ศุภลักษณ์ โรมรัตนพันธ์. 2557. ผลของการกระตุ้นการผลัดขนโดยวิธีไม่อดอาหารที่มีต่อการฝ่อของรังไข่ การตอบสนองต่อความเครียดและสมรรถภาพการให้ผลผลิตหลังการผลัดขนของไก่ไข่, น. 48-55. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 52 (สาขาสัตว์).** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
2. Gongruttananun, N., **P. Guntapa** and K. Saengkudrua. 2013. The effects of a short-term molt method using cassava meal, broken rice, or corn on ovarian regression, bone integrity, and postmolt egg production and quality in older (95 week) laying hens. **Poult. Sci.** 92(10): 2798-2807.
3. Gongruttananun, N., Ch. Boonkaewwan, V. Lungyai and **P. Guntapa**. 2013. Utilization of different basal diets for molt induction in a strain of commercial laying hens. **Kasetsart J. (Nat. Sci.).** 47: 205-216.
4. Gongruttananun, N. and **P. Guntapa**. 2012. Effects of red light illumination on productivity, fertility, hatchability and energy efficiency of Thai indigenous hens. **Kasetsart J. (Nat. Sci.).** 46(1): 51-63.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์