



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (สัตวศาสตร์)

ปริญญา

สัตวศาสตร์

สัตวบาล

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การใช้มันสำปะหลังบดเป็นอาหารปลัดขานในการกระตุ้นการปลัดขานในไก่ไข่

Utilization of Cassava Mash as a Molt Diet for Induced Molting in Laying Hens

نامผู้วิจัย นางสาวกนกพร แสงกุดเรือ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์นิรัตน์ กองรัตนันท์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์พนัส ธรรมกิตติวงศ์, ประ.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายสัตวแพทย์ชัยวัฒน์ บุญแก้ววรรณ, ประ.ด.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์สมเกียรติ ประสานพานิช, วท.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การใช้มันสำปะหลังบดเป็นอาหารปลัดขินในการกระตุ้นการปลัดขินในไก่ไข่

Utilization of Cassava Mash as a Molt Diet for Induced Molting in Laying Hens

โดย

นางสาวกนกพร แสงกุดเรือ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สัตวศาสตร์)

พ.ศ. 2558

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กนกพร แสงกุดเรือ 2558: การใช้มันสำปะหลังบดเป็นอาหารปลัดขินในการกระตุ้นการปลัดขินในไก่ไข่ ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (สัตวศาสตร์) สาขาสัตวศาสตร์ ภาควิชาสัตวบาล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์ธีรรัตน์ กองรัตนานันท์, Ph.D. 68 หน้า

การศึกษาการใช้มันสำปะหลังบดเป็นอาหารปลัดขินกระตุ้นการปลัดขินในไก่ไข่ การทดลองครั้งนี้ใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ลูกผสมทางการค้า H&N เพศเมีย อายุ 95 สัปดาห์ จำนวน 260 ตัว แบ่งไก่ไข่ออกเป็น 5 กลุ่ม โดยวิธีการสุ่ม กลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม) ได้รับอาหารไก่ไข่และแสง 16 ชั่วโมงต่อวันตลอดระยะเวลาการทดลอง กลุ่ม 2 3 4 และ 5 ถูกนำไปกระตุ้นให้ปลัดขินในคอกควบคุมแสงโดยได้รับมันสำปะหลังบดเป็นเวลา 2 สัปดาห์และได้รับแสง 8 ชั่วโมงต่อวัน หลังจากนั้นให้ไก่กลุ่มที่ 2 กลับมาได้รับอาหารไก่ไข่และแสงวันละ 16 ชั่วโมงเหมือนเดิม ในขณะที่กลุ่ม 3 4 และ 5 มีระยะเวลาฟื้นตัวในคอกควบคุมแสงเป็นระยะเวลา 1 2 และ 3 สัปดาห์ ตามลำดับ โดยได้รับอาหารไก่ไข่ระยะไก่สาวหลังจากนั้นจึงกลับมาได้รับอาหารไก่ไข่และได้รับแสงวันละ 16 ชั่วโมงเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมปลัดขินค่าฮีมาโตคริตของไก่กลุ่ม 3 มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าไก่กลุ่ม 2 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของค่าอัตราส่วนเซลล์เม็ดเลือดขาวเฮเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซต์รวมทั้งระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนไทรอกซินและคอร์ติซอลระหว่างไก่ทดลองทั้ง 4 กลุ่มที่ผ่านการกระตุ้นให้ปลัดขิน ($P > 0.05$) โปรแกรมกระตุ้นการปลัดขินไม่มีผลกระทบต่อน้ำหนักต่อมไทมัส ต่อมหมวกไต ต่อมเบอซาร์ ต่อมไทรอยด์ ตับ และม้าม ($P > 0.05$) ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในค่าเฉลี่ยน้ำหนักรังไข่ น้ำหนักและความยาวท่อไข่ และจำนวนกระดูกไขกระดูกระหว่างไก่ทั้ง 4 กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ปลัดขิน น้ำหนักกระดูก femur และ tibia ของไก่กลุ่ม 3 4 และ 5 มีค่าน้อยกว่าของไก่กลุ่ม 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ความยาวของกระดูกทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวของไก่กลุ่ม 4 มีค่าน้อยกว่าไก่กลุ่ม 5 ($P < 0.05$) ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของความแข็งของกระดูก tibia ระหว่างไก่ที่ถูกกระตุ้นให้ปลัดขินทั้ง 4 กลุ่ม ในช่วง 4-16 สัปดาห์หลังการปลัดขินปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่และอัตราการเปลี่ยนอาหารของไก่ทั้ง 5 กลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในค่าเฉลี่ยสีไข่แดงและคุณภาพเปลือกไข่ระหว่างไก่ทดลองทั้ง 5 กลุ่ม อย่างไรก็ตามเมื่อสิ้นสุดการทดลองไก่กลุ่ม 5 มีน้ำหนักไขขาวมากกว่าไก่กลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ตลอดการทดลองอัตราการตายของไก่ที่ผ่านการกระตุ้นปลัดขินทั้ง 4 กลุ่มมีค่าน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ผลการทดลองสรุปได้ว่าโปรแกรมการปลัดขินที่ใช้ครั้งนี้สามารถกระตุ้นการปลัดขินได้อย่างมีประสิทธิภาพกวนการปรับปรุงคุณภาพเปลือกไข่ การได้รับอาหารโปรตีนสูงในช่วงระยะฟื้นตัว 3 สัปดาห์ มีผลต่อการปรับปรุงคุณภาพไขขาวและอัตราการเลี้ยงรอด

Kanokporn Saengkudruea 2015: Utilization of Cassava Mash as a Molt Diet for Induced Molting in Laying Hens. Master of Science (Animal Science), Major Field: Animal Science, Department of Animal Science. Thesis Advisor: Associate Professor Nirat Gongruttananun, Ph.D. 68 pages.

Study of utilization of cassava mash as a molt diet for molting in laying hens. An experiment was conducted using 260 H&N commercial hybrid hens (aged 95 wk) that were randomly assigned to one of five treatment groups: group 1 (control group) was provided with a layer ration and exposed to light 16 hours a day throughout the experimental period, whereas groups 2, 3, 4 and 5 were induced to molt in a windowless house by providing with cassava meal for 2 wk and exposed to an 8L:16D photoperiod. Thereafter, group 2 was returned to receive the layer diet and the lighting program of 16 hours per day. While groups 3, 4 and 5 had a recovery period in the windowless house for 1, 2 and 3 wk, respectively, and received a pullet developer diet before returning to the layer diet and exposure to light 16 hours a day. At the end of the molting program, the hematocrit value of group 3 was significantly less than those of groups 2, 4 and 5 ($P < 0.05$). Not significant differences in the ratio of heterophil to lymphocyte numbers and thyroxine or cortisol concentrations were found among the molted bird groups ($P > 0.05$). The molting program did not affect the weight of the thymus gland, adrenal gland, Bursa gland, thyroid gland, liver and spleen ($P > 0.05$). There were no significant differences among the treatment groups for the ovary weight, oviduct weight and length and number ovarian follicles. Femur and tibia weights of groups 3, 4 and 5 were less than those of group 2 ($P < 0.05$). The length of those bones of group 4 were significantly less than those of group 5 ($P < 0.05$). No significant difference was observed among the 4 molted treatment groups for breaking strength of the tibia bone. During wk 4-16 of the postmolt period, feed intake, egg production, egg weight and feed conversion ratio were similar among the experimental bird groups ($P > 0.05$). Neither the yolk color nor shell quality of hens in all groups were influenced by the molting program. However, at the end of the experiment, the albumen weight of group 5 was significantly greater than that of the other groups ($P < 0.05$). Throughout the experimental period, the mortality rate of the 4 molted groups was significantly less than that of the control group ($P < 0.05$). It was concluded that the molting program was an effective method for molting laying hens, except for improving shell quality. The results suggested that providing with a high-protein diet during the 3-week recovery period could improve albumen quality and livability.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.นิรัตน์ กองรัตนานันท์ ประธาน
กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.พนัส ธรรมกิริตวงศ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์
นายสัตวแพทย์ชัยวัฒน์ บุญแก้ววรรณ กรรมการที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำและ
อบรมสั่งสอนในเรื่องของการเรียน การทำงานวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์อย่าง
ใกล้ชิดจนกระทั่งเสร็จ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ พนักงานและบุคลากรภายในฟาร์มไก่หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจ
ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร และอาจารย์ ห้องปฏิบัติการ
งานวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทุกท่านที่
ให้ความสะดวกและช่วยเหลือในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

ด้วยความดีหรือประโยชน์ที่ได้จากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ขอมอบแด่คุณพ่อคุณแม่และ
ครอบครัวที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนข้าพเจ้าด้วยดีเสมอมา

กนกพร แสงกุศลเรือ

พฤษภาคม 2557

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	17
อุปกรณ์	17
วิธีการ	18
ผลและวิจารณ์	24
ผล	24
วิจารณ์	48
สรุปและข้อเสนอแนะ	53
สรุป	53
ข้อเสนอแนะ	53
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	54
ภาคผนวก	62
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	68

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความต้องการสารอาหารของไก่ไข่ในช่วงอายุต่างๆ	6
2	ผลของระยะเวลาการตากมันสำปะหลังต่อระดับไขมันในคัตินมันเส้น	7
3	องค์ประกอบทางโภชนาของมันสำปะหลัง	8
4	ระดับมันสำปะหลังที่ใช้ผสมในอาหารสัตว์ปีก	9
5	การให้แสงสำหรับไก่ไข่ในประเทศไทย	10
6	โปรแกรมกระตุ้นการผลัดขนที่ใช้ในการทดลอง	19
7	การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง	20
8	สมรรถภาพการผลิตของไก่ทดลองก่อนการทดลอง	28
9	ค่าเฉลี่ยฮีมาโตคริตอัตราส่วนเม็ดเลือดขาวระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนไทรอกซินและคอรัลซอลในพลาสมาของไก่ทดลองเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลัดขน	30
10	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักต่อมไทมัส ต่อมหมวกไต ต่อมเบอซาร์ ต่อมไทรอยด์ ตับ และม้ามของไก่ทดลองเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลัดขน	31
11	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักกรังไข่ น้ำหนักท่อนำไข่ ความยาวท่อนำไข่ และจำนวนกระเปาะไข่ของไก่ทดลองเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลัดขน	32
12	ผลของโปรแกรมกระตุ้นการผลัดขนที่มีต่อคุณภาพกระดูกของไก่ทดลองเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลัดขน	33
13	ค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน) ของไก่ทดลองในช่วงระยะต่างๆ หลังการผลัดขน	34
14	ค่าเฉลี่ยผลผลิตไข่ (% hen-day production) ของไก่ทดลองในช่วงระยะต่างๆ หลังการผลัดขน	35
15	ค่าเฉลี่ยอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ (กิโลกรัมอาหาร/กิโลกรัมไข่) ของไก่ทดลองในช่วงระยะต่างๆ หลังการผลัดขน	37

สารบัญตาราง (ต่อ)

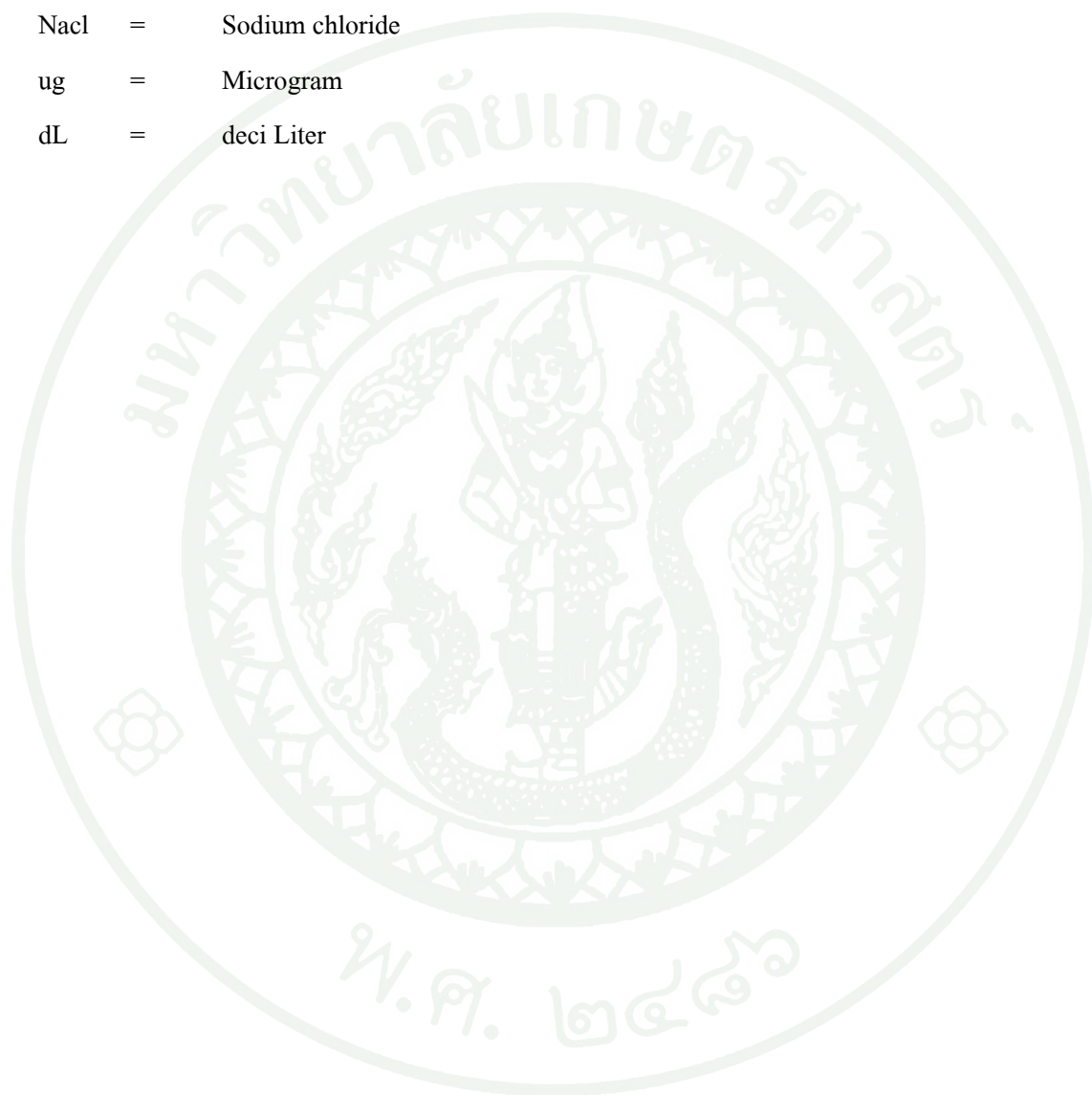
ตารางที่		หน้า
16	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่ (กรัม) ของไก่ทดลองในช่วงระยะต่างๆ หลังการผลิตขน	38
17	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่แดง (คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักไข่ทั้งฟอง) ของไก่ทดลองในระยะต่างๆ หลังการผลิตขน	39
18	ค่าเฉลี่ยสีไข่แดงของไก่ทดลองในระยะต่างๆ หลังการผลิตขน	40
19	ผลของโปรแกรมกระตุ้นการผลิตขนที่มีต่อน้ำหนักไข่ขาว (คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักไข่ทั้งฟอง) ของไก่ทดลองในระยะต่างๆ หลังการผลิตขน	41
20	ผลของโปรแกรมกระตุ้นการผลิตขนที่มีต่อ Haugh unit ของไก่ทดลองในระยะต่างๆ หลังการผลิตขน	42
21	ผลของโปรแกรมกระตุ้นการผลิตขนที่มีต่อน้ำหนักเปลือกไข่ (คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักไข่ทั้งฟอง) ของไก่ทดลองในระยะต่างๆ หลังการผลิตขน	43
22	ผลของโปรแกรมกระตุ้นการผลิตขนที่มีต่อความหนาเปลือกไข่ (มิลลิเมตร) ของไก่ทดลองในระยะต่างๆ หลังการผลิตขน	44
23	ผลของโปรแกรมกระตุ้นการผลิตขนที่มีต่อความแข็งแรงเปลือกไข่ (นิวตัน) ของไก่ทดลองในระยะต่างๆ หลังการผลิตขน	45
24	อัตราการตายตลอดระยะเวลาการทดลอง	46

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กลไกการกระตุ้นของแสงสว่างต่อการเพิ่มผลผลิตไข่	11
2	น้ำหนักตัวไก่ทดลองที่ถูกกระตุ้นให้ผลิตไข่เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการผลิตไข่	29
3	ผลผลิตไข่ทุกๆ สัปดาห์ในช่วงระยะหลังการผลิตไข่	36
4	เปรียบเทียบลักษณะรังไข่และท่อนำไข่ของไก่แต่ละกลุ่มทดลองเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลิตไข่	47
ภาพผนวกที่		
1	ลักษณะภายในโรงเรือนทดลอง	63
2	ลักษณะภายในคอกควบคุมแสง (windowless house) ใช้สำหรับโปรแกรมการผลิตไข่	63
3	มันสำปะหลังบด (cassava mash)	64
4	อาหารไก่ไข่ระยะไก่สาว (pullet developer diets)	64
5	อาหารไก่ไข่ระยะไข่ (layer diets)	64
6	ลักษณะเริ่มการผลิตไข่	65
7	ลักษณะขนกำลังเจริญหลังการผลิตไข่	65
8	ลักษณะการเจริญของขนชุดใหม่	65
9	ลักษณะและตำแหน่งของต่อมไทมัส	66
10	ลักษณะของต่อมไทรอยด์	66
11	เครื่องชั่งดิจิตอล (Model PB 1501, Mettler Toledo, Columbus, OH, U.S.A.)	67
12	เครื่องวัดความหนาเปลือกไข่ (Mitutoyo Corporation, Kanagawa, Japan)	67
13	เครื่องวัดความแข็งของเปลือกไข่ (Robotation, Tokyo, Japan)	67

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

HU	=	Haugh Units
NA	=	Not available
NaCl	=	Sodium chloride
ug	=	Microgram
dL	=	deci Liter



การใช้มันสำปะหลังบดเป็นอาหารปลัดขินในการกระตุ้นการปลัดขินในไก่ไข่

Utilization of Cassava Mash as a Molt Diet for Induced Molting in Laying Hens

คำนำ

อุตสาหกรรมไข่ไก่มีความสำคัญมากในเศรษฐกิจของประเทศโดยปกติไก่ไข่จะเริ่มไข่เมื่ออายุประมาณ 21 – 22 สัปดาห์ และจะให้ผลผลิตไข่สูงสุดเมื่ออายุ 32– 36 สัปดาห์หลังจากนั้นจะให้ผลผลิตลดลงจนเหลือประมาณ 55 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออายุประมาณ 82 สัปดาห์เมื่อแม่ไก่อายุมากขึ้นนอกจากผลผลิตจะลดลงแล้วยังทำให้คุณภาพไข่ที่ได้ลดลงด้วยเกษตรกรไม่สามารถหลีกเลี่ยงปัญหาเหล่านี้ได้ทำให้การเลี้ยงต่อไปไม่เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจจึงมีการคัดทิ้งหรือจำหน่ายแม่ไก่เป็นไก่ปลดระวางดังนั้นผู้ผลิตในเชิงพาณิชย์จึงมีวัตถุประสงค์ในการใช้โปรแกรมกระตุ้นการปลัดขินเพื่อยืดระยะเวลาการให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นนอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในช่วงภาวะวิกฤตการขาดแคลนไก่ไข่หรือช่วงที่ไข่มีราคาสูงขึ้นอีกทั้งยังช่วยประหยัดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในการผลิตลูกไก่ไข่ลดการระบาดของโรคช่วงที่เกิดกับลูกไก่เริ่มแรกถึงอายุ 24 สัปดาห์ลดปัญหาของเสียในฟาร์มที่เกิดจากการเลี้ยงลูกไก่เริ่มแรกถึงอายุ 24 สัปดาห์และลดการผลิตลูกไก่ไข่เพศผู้

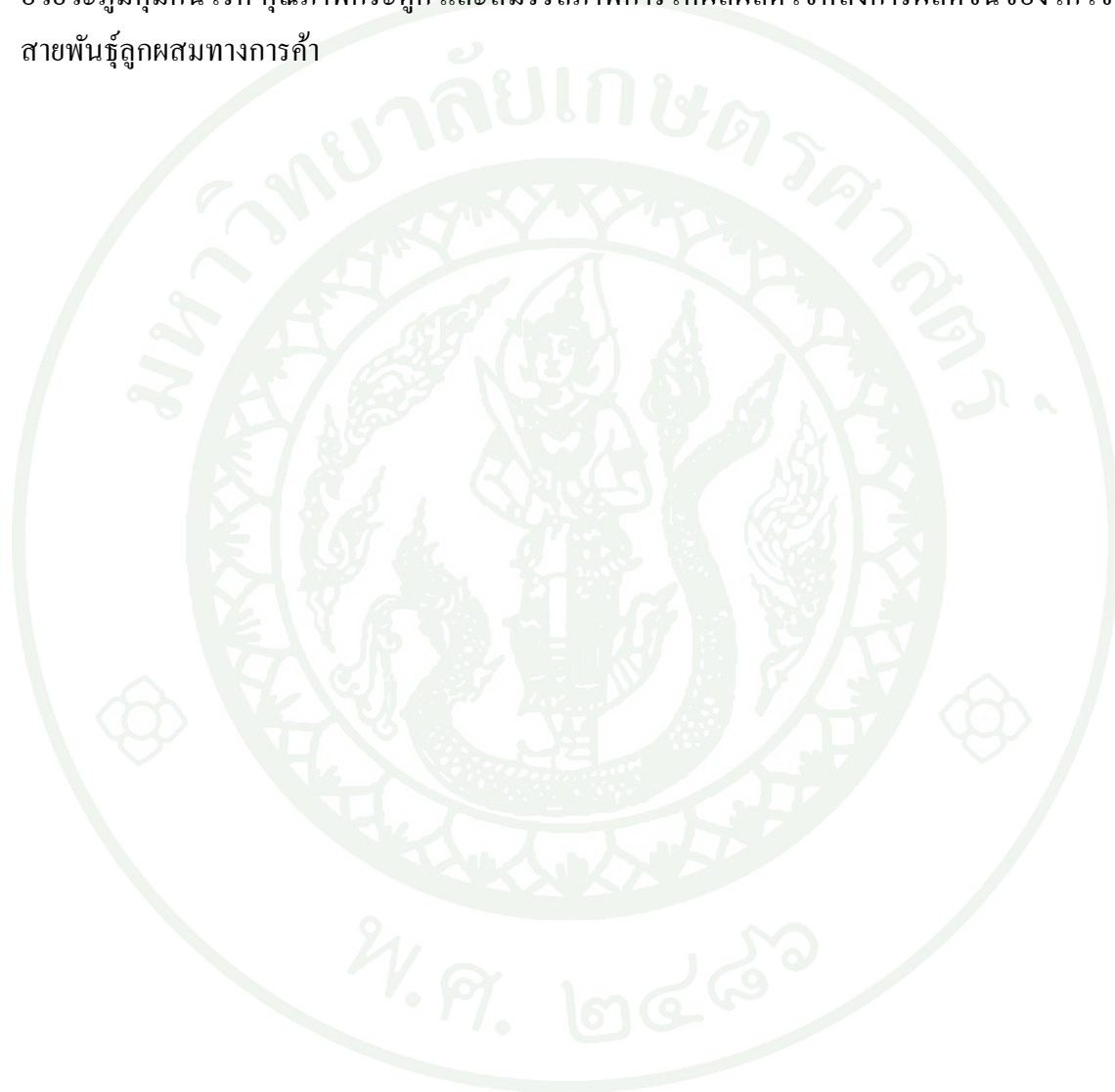
การกระตุ้นการปลัดขินเป็นการทำให้ไก่เกิดสภาวะที่รู้สึกเกิดความผิดปกติของธรรมชาติที่มากระทบต่อการดำรงชีพ มีผลทำให้ไก่เครียดจนกระทั่งเกิดการปลัดขิน ซึ่งความเครียดจะต้องน้อยกว่าระดับที่ทำให้ไก่ตายโปรแกรมที่ใช้กระตุ้นการปลัดขินมีหลายวิธี ส่วนใหญ่นิยมใช้วิธีการลดอาหารและลดจำนวนชั่วโมงแสงหรืออาจมีการอดน้ำร่วมด้วยจะทำให้แม่ไก่หยุดไข่และปลัดขินหลังการปลัดขินแม่ไก่จะกลับมาให้ผลผลิตไข่ในรอบใหม่ ไก่ที่ถูกกระตุ้นให้ปลัดขินโดยวิธีการลดอาหารจะมีน้ำหนักตัวลดลงพร้อมๆ กับการฟ่อของรังไข่และท่อนำไข่ งานวิจัยส่วนใหญ่รายงานให้เห็นถึงช่วงหลังการปลัดขินซึ่งพบว่าผลผลิตไข่หลังการปลัดขินมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับไก่ที่ไม่ปลัดขิน สังเกตได้จากคุณภาพเปลือกไข่ ขนาดฟองไข่ คุณภาพภายในฟองไข่ และอัตราการให้ผลผลิต อย่างไรก็ตามปัจจุบันมีความตระหนักเกี่ยวกับสุขภาพและสวัสดิภาพสัตว์ระหว่างการผลิตอาหาร

ดังนั้นหากมีวิธีการกระตุ้นการผลิตที่มีประสิทธิภาพโดยหลีกเลี่ยงการอดอาหารและน้ำสามารถนำมาใช้ทดแทนวิธีการอดอาหารจะมีประโยชน์ต่อเกษตรกรเป็นอย่างยิ่งทั้งในแง่ของการผลิตและสวัสดิภาพสัตว์



วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของการใช้มันสำปะหลังสดเป็นอาหารปลัดขาน ในโปรแกรมกระตุ้นการปลัดขานที่มีระยะฟื้นตัวต่างกันที่มีต่อสมรรถภาพการผลิต โลหิตวิทยา สันฐานวิทยาของอวัยวะสืบพันธุ์ อวัยวะภูมิคุ้มกัน โรค คุณภาพกระดูก และสมรรถภาพการให้ผลผลิตไข่หลังการปลัดขานของไก่ไข่สายพันธุ์ลูกผสมทางการค้า



การตรวจเอกสาร

การเลี้ยงไก่ในประเทศไทย

ในอดีตการเลี้ยงไก่ในประเทศไทย เป็นการเลี้ยงภายในครัวเรือนโดยเลี้ยงไก่จำนวนไม่มากนักเพื่อการบริโภคเนื้อและไข่ส่วนใหญ่รูปแบบการเลี้ยงเป็นแบบปล่อยตามธรรมชาติให้ไก่อาศัยตามใต้ถุนบ้าน ชายคา โรงนา และต้นไม้ พันธุ์ไก่ที่เลี้ยงเป็นไก่พันธุ์พื้นเมือง เช่น ไก่แจ้ ไก่คู และไก่ตะเภา เป็นต้น

ปี พ.ศ. 2484 หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และเจ้าหน้าที่สัตวแพทย์กรมปศุสัตว์ ได้ร่วมมือกันริเริ่มทดลองเลี้ยงไก่พันธุ์ต่างๆ ที่แผนกสัตว์เล็ก บางเขนและได้จัดให้มีการแข่งขันไก่ไข่ตกอย่างเป็นทางการขึ้นเป็นครั้งแรก จนกระทั่งเกิดสงครามมหาเอเชียบูรพาขึ้น ทำให้การเลี้ยงไก่ไข่ต้องหยุดชะงักไประยะหนึ่ง (ไชยา, 2533) หลังจากที่สงครามสิ้นสุดลง ต่อมาในปี พ.ศ.2489 เป็นปีที่กลับมามีการตื่นตัวในการเลี้ยงไก่อีกครั้งหนึ่งเนื่องจากจอมพล ป.พิบูลสงคราม นายกรัฐมนตรีในสมัยนั้นและ จอมพลผินชุกหวัณ รัฐมนตรีกระทรวงเกษตรและประชากรรรมการส่งเสริมปศุสัตว์แห่งชาติ ให้การสนับสนุนและส่งเสริมการเลี้ยงไก่เป็นอย่างมาก

ต่อมาในปี พ.ศ.2492 หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจได้นำไก่พันธุ์โรดไอส์แลนด์แดงจากประเทศสหรัฐอเมริกาและพันธุ์ออสเตรალიอจากประเทศออสเตรเลียเข้ามาทดลองเลี้ยงในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ทดลองสาธิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และส่งเสริมให้ประชาชนเลี้ยงเป็นอาชีพ นอกจากนี้ยังได้สั่งไก่พันธุ์อื่นๆ เข้ามาเลี้ยงเพิ่มเติม เช่น พันธุ์บาร์พลัมทรีคอก พันธุ์นิวแฮมเชียร์ เป็นต้น (สุวรรณิ, 2542)

ต่อมาในช่วงปี พ.ศ.2494-2495 กรมปศุสัตว์ได้มีการผลิตไก่ลูกผสม เพื่อให้ได้ไก่ไข่ตกและทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศของเมืองไทย เช่น พันธุ์ออสเตรალიวโรดบาร์ เป็นต้น นอกจากนี้ องค์การอาหารและเกษตรขององค์การสหประชาชาติยังได้ส่งผู้เชี่ยวชาญด้านการเลี้ยงไก่และโรคไก่เข้ามาให้ความช่วยเหลือและส่งเสริมอาชีพการเลี้ยงไก่ไข่ในประเทศไทย อีกทั้งกรมปศุสัตว์ได้ทำการศึกษา ทดลองและผลิตอุปกรณ์ต่างๆ ในการเลี้ยงไก่ไข่ ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาการเลี้ยงไก่ไข่จึงเริ่มเป็นที่ยอมรับของประชาชนมากขึ้นจนกลายเป็นอาชีพที่สำคัญของคนไทยในปัจจุบัน (กรมปศุสัตว์, 2544)

อาหารและความต้องการอาหารของไก่ไข่

อาหารเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดที่จะทำให้การเลี้ยงไก่ไข่มีกำไรหรือขาดทุน เนื่องจากต้นทุนการผลิตประมาณร้อยละ 70 ของต้นทุนทั้งหมดเป็นค่าอาหาร ไก่ไข่นอกจากจะมีความต้องการอาหารเพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโตแล้วยังต้องการเพื่อนำไปใช้ในการผลิตไข่อีกด้วย โดยจะมีความต้องการอาหารแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงอายุของไก่ การลดต้นทุนในส่วน of ค่าอาหารสามารถทำได้โดยการผลิตสูตรอาหารที่มีราคาถูก มีคุณภาพดี เลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีราคาถูกตามฤดูกาลและให้อาหารโดยวิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุด เพื่อให้ไก่ไข่ที่มีคุณภาพดีและต้นทุนต่ำอัตราการให้ไข่ และขนาดตัวของไก่เป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อปริมาณการกินอาหารของไก่ ดังนั้นวิธีการลดต้นทุนการผลิตอาจทำได้โดยการเลือกสายพันธุ์ไก่ที่มีอัตราการให้ไข่ดกและมีขนาดตัวเล็กเพื่อประหยัดค่าอาหาร นอกจากนี้ฤดูกาลเป็นปัจจัยสำคัญอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการกินอาหารและการให้ผลผลิตของไก่ไข่ ดังนั้นสูตรอาหารจึงควรมีการปรับเปลี่ยนตามฤดูกาลให้เหมาะสม เช่น เปอร์เซ็นต์การให้ไข่ลดลงในฤดูร้อนเปลี่ยนไปเป็นไก่กินอาหารได้น้อยจึงจำเป็นต้องเพิ่มเปอร์เซ็นต์โปรตีนให้สูงขึ้น เพื่อให้ไก่ได้รับปริมาณโปรตีนเพียงพอตามความต้องการของร่างกาย ในทางตรงกันข้ามในฤดูหนาวอากาศเย็น ไก่จะกินอาหารได้มากขึ้นเพื่อให้ได้ปริมาณพลังงานที่เพียงพอ เพื่อสร้างความอบอุ่นให้แก่ร่างกาย ดังนั้นระดับเปอร์เซ็นต์โปรตีนควรลดลงเพื่อลดต้นทุนการผลิต (กรมปศุสัตว์, 2535) ความต้องการสารอาหารของไก่ไข่ในแต่ละช่วงอายุมีความต้องการที่แตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 1

อาหารพลังงาน

วัตถุดิบอาหารพลังงานเป็นวัตถุดิบที่ใช้เพื่อให้หรือเพิ่มพลังงานในอาหารสัตว์เป็นหลัก พลังงานที่สัตว์ได้รับจากวัตถุดิบอาหารกลุ่มนี้จะอยู่ในรูปของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายเช่น แป้งและน้ำตาล หรือไขมัน วัตถุดิบอาหารพลังงานมีความเข้มข้นของพลังงานต่อหน่วยน้ำหนักสูงกว่าอาหารหยาบหรือพืชอาหารสัตว์ และจะมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่ากลุ่มอาหารเสริมโปรตีน วัตถุดิบอาหารพลังงานเป็นกลุ่มของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีเชื้อยต่ำกว่า 18 เปอร์เซ็นต์และมีโปรตีนต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งอาจแบ่งออกตามแหล่งที่มาเป็นอาหารประเภทธัญพืชและผลพลอยได้จากธัญพืช พืชหัว น้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์และอาหารเหลือเช่น กากน้ำตาล เป็นต้น (สาโรช, 2547)

ตารางที่ 1 ความต้องการสารอาหารของไก่ไข่ในช่วงอายุต่างๆ

โภชนะ	ช่วงอายุ (สัปดาห์)			แม่ไก่ไข่และไก่พันธุ์
	0-6	6-14	14-20	
พลังงาน (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)	2,800	2,800	2,850	2,900
โปรตีน (%)	18-19	15-16	12-13	14.5-16
อาร์จินิน (%)	1.0	0.83	0.67	0.68
ไกลซีน + เซรีน (%)	0.70	0.58	0.47	0.50
ฮิสติดีน (%)	0.26	0.22	0.17	0.16
ไอโซลิวซีน (%)	0.60	0.50	0.40	0.50
ลิวซีน (%)	1.00	0.83	0.64	0.73
ไลซีน (%)	0.85	0.60	0.45	0.64
เมทไธโอนีน + ซีสทีน (%)	0.60	0.50	0.40	0.55
เมทไธโอนีน (%)	0.30	0.25	0.20	0.32
เฟนิลอะลานีน+ไทโรซีน (%)	1.00	0.83	0.67	0.80
เฟนิลอะลานีน (%)	0.54	0.45	0.36	0.40
ทรีโอนีน (%)	0.63	0.57	0.37	0.45
ทริปโตเฟน (%)	0.17	0.14	0.11	0.14
แวลีน (%)	0.62	0.52	0.41	0.55
แคลเซียม (%)	0.80	0.70	0.60	3.40
ฟอสฟอรัส (%)	0.40	0.35	0.30	0.32

ที่มา: กรมปศุสัตว์ (2535)

มันสำปะหลัง

มันสำปะหลัง (สายพันธุ์ *Manihotesculentacrantz*) เป็นพืชหัวและเป็นพืชที่มีความสำคัญเชิงเศรษฐกิจในประเทศแถบทวีปอเมริกากลาง ทวีปอเมริกาใต้ ทวีปแอฟริกา และทวีปเอเชียส่วนตะวันออกเฉียงใต้รวมทั้งประเทศไทย มันสำปะหลังมีคุณค่าทางอาหารต่ำ มีโปรตีนประมาณ 1.5-2.0 เปอร์เซ็นต์ (อุทัย และสุกัญญา, 2547) มันสำปะหลังสดมีสารพิษกรดไฮโดรไซยานิก (hydrocyanic acid) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่ากรดปรัสสิก (prussic acid) ในระดับค่อนข้างสูงจึงไม่ควรใช้มันสำปะหลังสดเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากสารพิษชนิดนี้จะทำปฏิกิริยารวมตัวกับเซลล์เม็ดเลือดแดงมีผลยับยั้งเซลล์เม็ดเลือดแดงในการลำเลียงออกซิเจนทำให้สัตว์ตายได้ วิธีการลดสารพิษทำได้โดยการนำมันสำปะหลังไปหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ตากแดดให้แห้งประมาณ 3-5 วัน เรียกว่ามันเส้น Khajarenet *al.*(1982) พบว่าการตากชิ้นมัน 6 วัน สามารถลดระดับสารพิษกรดไฮโดรไซยานิกจาก 111.63 พีพีเอ็ม เหลือเพียง 22.97 พีพีเอ็มซึ่งเป็นระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์ สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบอาหารเลี้ยงสัตว์ได้ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลของระยะเวลาการตากมันสำปะหลังต่อระดับไซยาไนด์ในมันเส้น

จำนวนวันที่ตาก	ระดับไซยาไนด์ (พีพีเอ็ม)
0	111.83
1	111.96
2	110.96
3	109.96
4	90.72
5	52.22
6	22.97

ที่มา: Khajarenet *al.*(1982)

การใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์

การนำมันสำปะหลังมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของมันเส้นหรือมันอัดเม็ดซึ่งจัดเป็นวัตถุดิบที่ให้พลังงานค่อนข้างสูงแต่มีโปรตีนและกรดอะมิโนในระดับต่ำ (ตารางที่ 3) การแก้ปัญหาโปรตีนต่ำในมันเส้นหรือมันอัดเม็ดสามารถทำได้ง่าย โดยการเพิ่มวัตถุดิบอาหารโปรตีนสูง เช่น กากถั่วเหลือง หรือปลายุ่นในสูตรอาหารให้สูงขึ้นซึ่งช่วยให้มันเส้นหรือมันอัดเม็ดมีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับข้าวโพดหรือปลายุ่นและสามารถใช้ทดแทนข้าวโพดหรือปลายุ่นในสูตรอาหารเลี้ยงสัตว์ได้ (กล้าณรงค์ และคณะ, 2542) อย่างไรก็ตามในเชิงปฏิบัติมีข้อจำกัดและข้อแนะนำการให้ใช้มันสำปะหลังในอาหารสัตว์แต่ละชนิดในระดับที่มั่นใจได้ว่าให้ผลดีและไม่มีผลกระทบต่อสัตว์ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางโภชนาการของมันสำปะหลัง

รายการ	ปริมาณ
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)	3,500
ความชื้น (%)	10.00
โปรตีน (%)	2.50
ไขมัน (%)	0.75
เยื่อใย (%)	3.70
ไลซีน (%)	0.09
เมทไธโอนีน + ซีสตีน (%)	0.06
เมทไธโอนีน (%)	0.03
ทรีโอนีน (%)	0.07
วาลีน (%)	0.09
ไอโซลิวซีน (%)	0.07
อาร์จินีน (%)	0.12
ทรีปโตเฟน (%)	0.02
แคลเซียม (%)	0.12
ฟอสฟอรัส (%)	0.05

ที่มา: อุทัย (2529)

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)

แสงสว่างและการจัดการแสงในไก่ไข่

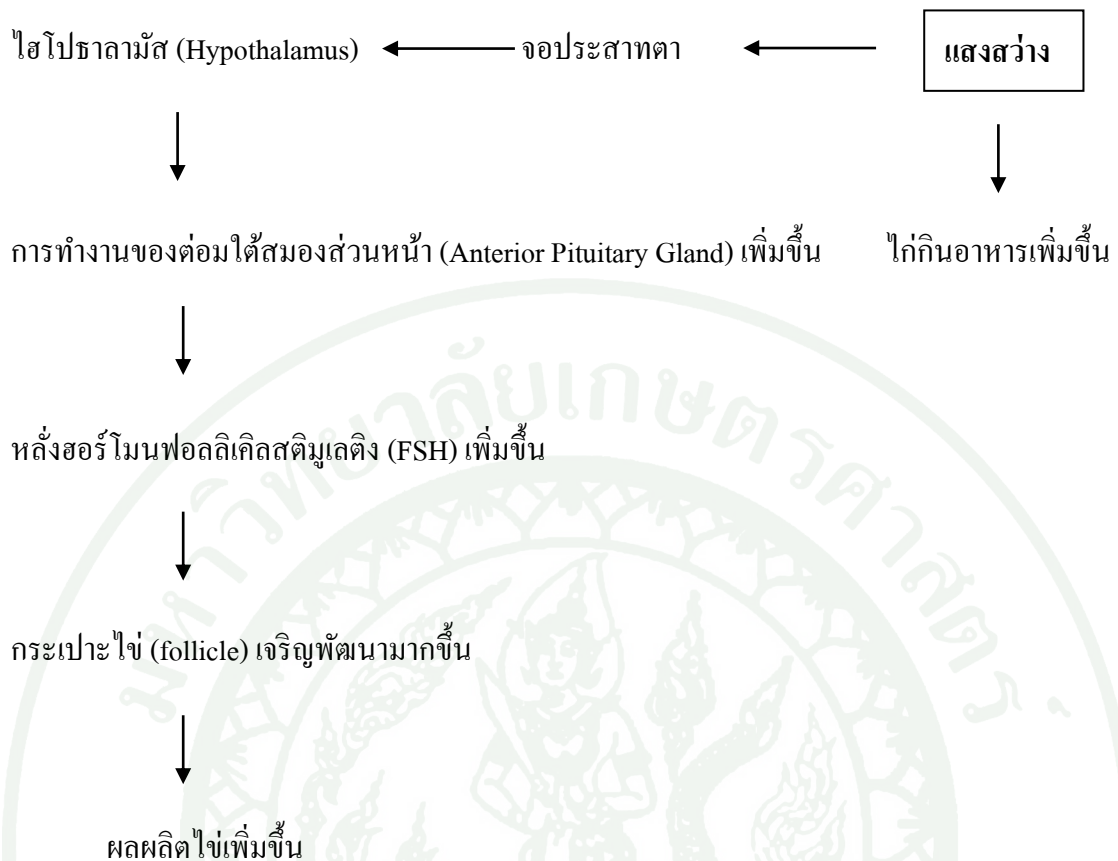
แสงสว่างมีความจำเป็นต่อการเลี้ยงไก่ไข่ ในช่วงที่ไก่มีอายุ 16-22 สัปดาห์จะมีการเพิ่มแสงให้สัปดาห์ละไม่เกิน 1 ชั่วโมง จนครบ 4 ชั่วโมง รวมแสงธรรมชาติอีก 12 ชั่วโมงต่อวัน รวมเป็น 16 ชั่วโมงต่อวัน (ตารางที่ 5) ซึ่งจะเพียงพอต่อความต้องการเพื่อที่จะให้ได้ผลผลิตสูงอายุการให้ไข่นาน โดยจะใช้แสงเช่นนี้ไปจนกว่าไก่จะหมดไข่หรือปลดจำหน่าย ในการปลดไก่ผู้เลี้ยงไก่ไข่มักเปิดแสงสว่างตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อให้ไก่กินอาหารได้เต็มที่เป็นการเพิ่มน้ำหนักตัวก่อนการส่งตลาดนานประมาณ 7-10 วัน แสงสว่างมีอิทธิพลต่อการให้ไข่โดยอาจทำให้ไก่ไข่เร็วขึ้นหรือช้ากว่ามาตรฐาน นอกจากนี้แสงยังมีผลในการกระตุ้นเรื่องการไข่ กล่าวคือมีผลทำให้การให้ผลผลิตไข่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 1) อย่างไรก็ตามผู้เลี้ยงที่ไม่ใช้ไฟฟ้าก็ไม่ประสบปัญหาอย่างใด เพราะไม่กระทบต่อผลผลิตมากนัก แต่ผู้เลี้ยงควรจะเลี้ยงไม่ให้ไก่มีน้ำหนักตัวต่ำกว่ามาตรฐาน (สุชน, 2542)

ตารางที่ 5 การให้แสงสำหรับไก่ไข่ในประเทศไทย

อายุ	ความยาวของแสง (ชั่วโมง)
0-2 วัน	22
3-4 วัน	20
5-6 วัน	18
7-8 วัน	16
9-10 วัน	14
11 วัน - 16 สัปดาห์	13
17 สัปดาห์	13.5
18 สัปดาห์	14
19 สัปดาห์	14.5
20 สัปดาห์	15
21 สัปดาห์	15.5
22 สัปดาห์	16

หมายเหตุ: แสงสว่างที่เพิ่มแนะนำให้ใช้ความเข้มประมาณ 20-30 ลักซ์ หรือหลอดไฟ 4 วัตต์ ต่อตารางเมตร

ที่มา: กรมปศุสัตว์ (2544)



ภาพที่ 1 กลไกการกระตุ้นของแสงสว่างต่อการเพิ่มผลผลิตไข่

ที่มา: สุชน (2542)

การผลัดขน

ตามธรรมชาติสัตว์ปีกจะผลัดขนทุกๆ ปีเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดลงของช่วงกลางวันเนื่องจากสัตว์ปีกมีความไวต่อแสงพฤติกรรมที่สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนในช่วงระยะผลัดขนคือ การกินอาหารลดลง น้ำหนักตัวลดลง การหลุดร่วงของขนและมีการเจริญของขนชุดใหม่ขึ้นมาแทนที่ ระบบสืบพันธุ์หยุดทำงานชั่วคราว (Mrosovsky and Sherry, 1980; Sherry *et al.*, 1980; Johnson, 1986; Berry, 2003) แม้กระทั่งไก่ไข่สายพันธุ์ลูกผสมทางการค้าที่เลี้ยงตามฟาร์มมักจะเกิดการผลัดขนโดยวิธีธรรมชาติหลังจากให้ผลผลิตครบ 1 ปี

การกระตุ้นการผลัดขน (induced molting) หรือที่เรียกว่าการบังคับผลัดขน (forced molting) เป็นวิธีการเลียนแบบมาจากธรรมชาติ ส่วนใหญ่ผู้เลี้ยงไก่ไข่เริ่มกระตุ้นให้ไก่ผลัดขนหลังจากที่ไก่ให้ผลผลิตไข่ครบปี หลังจากที่ไม่ได้ผ่านการกระตุ้นให้ผลัดขนเสร็จสิ้นแล้วแม่ไก่กลับมาให้ผลผลิตไข่ในรอบใหม่โดยมีระยะเวลาให้ผลผลิตไข่ประมาณ 6-8 เดือนวิธีการกระตุ้นการผลัดขนที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายคือการอดอาหารอย่างต่อเนื่องติดต่อกันนาน 10 วัน (Christmas *et al.*, 1985) หรืออาจมีการอดน้ำร่วมด้วย 2 วัน เพื่อเป็นตัวเร่ง (North and Bell, 1990) พร้อมๆกับการลดจำนวนชั่วโมงแสง (Hembree *et al.*, 1980) หลังจากนั้นให้แม่ไก่มีระยะฟื้นตัว (recovery period) อีกประมาณ 3-7 สัปดาห์ก่อนที่จะได้รับอาหารไก่ไข่และได้รับการกระตุ้นแสงเหมือนเดิม (Lee, 1982)

ผลของการผลัดขนที่มีต่อน้ำหนักตัวและการฟ่อของรังไข่

การกระตุ้นการผลัดขนในไก่ไข่โดยวิธีการอดอาหารมีผลทำให้น้ำหนักตัวลดลงพร้อมๆกับการฟ่อของรังไข่และท่อนำไข่ รังไข่จะเกิดการฟ่ออย่างเต็มที่ในแม่ไก่ที่มีน้ำหนักตัวลดลง ประมาณ 25-30 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงระยะการกระตุ้นให้ผลัดขน (Berry, 2003) ในช่วงระยะผลัดขนแม่ไก่จะหยุดวางไข่เนื่องจากมีการหลั่งลูทีไนซิงฮอร์โมน (Luteinizing hormone) และ ฟอลลิเคิลสติมูเลติง (Follicle stimulating hormone) ลดลงทำให้งังไข่และท่อนำไข่เกิดการฝ่อตัว (Mrosovsky and Sherry, 1980) การฝ่อตัวของรังไข่มีผลทำให้ระดับฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen) ลดลง การลดลงของฮอร์โมน estrogen มีผลกระตุ้นให้มีการผลัดขนและการเจริญของขนชุดใหม่เกิดขึ้นเนื่องจากฮอร์โมน estrogen มีบทบาทในการยับยั้งการเจริญของขน (Herremans, 1986; Berry, 2003) Etches *et al.* (1984) สังเกตพบการลดลงของระดับฮอร์โมน estrogen และ โปรเจสเตอโรน (progesterone) ในช่วงเวลาเดียวกันกับการฟ่อของรังไข่หลังจากที่แม่ไก่ถูกอดอาหาร การลดลงของฮอร์โมนทั้งสองชนิดดังกล่าวซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ผลิตจากรังไข่ มีผลทำให้ท่อนำไข่เกิดการฟ่อ (Himeno and Tanabe, 1957) Landers *et al.* (2008) ศึกษาการกระตุ้นการผลัดขนในไก่ไข่สายพันธุ์เล็กฮอร์นสีขาว โดยวิธีอดอาหารนานติดต่อกัน 9 วัน พบว่าน้ำหนักรังไข่ของแม่ไก่กลุ่มที่ถูกอดอาหารมีค่าน้อยกว่าของแม่ไก่กลุ่มควบคุมที่ไม่ได้กระตุ้นให้ผลัดขนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่เคยรายงานโดยนักวิจัยหลายท่าน (Park *et al.*, 2004; Donaldson *et al.*, 2005)

ผลของการผลิตนมที่มีต่อระบบภูมิคุ้มกันโรค

แม้ว่าการกระตุ้นผลิตนมโดยวิธีอดอาหารไก่อจะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางก็ตาม แต่วิธีการอดน้ำและอาหารเป็นการกระตุ้นสัตว์ให้อยู่ในสภาวะความเครียดอย่างรุนแรงย่อมมีผลกระทบต่อการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน (Sandhu *et al.*, 2007) เนื่องจากสัตว์เกิดความเครียดจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของร่างกายเพื่อตอบสนองต่อภาวะเครียดส่งผลต่อระบบหมุนเวียนโลหิตหลายประการ ทั้งนี้ผลส่วนใหญ่เกิดมาจากอิทธิพลของฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์ (glucocorticoid hormone) ซึ่งออกฤทธิ์ต่อระบบการสร้างเม็ดเลือด (hemopoietics system) ซึ่งทำหน้าที่สร้างเม็ดเลือดขาวชนิดบี ลิมโฟไซต์ (B-lymphocyte) เม็ดเลือดแดงและส่วนประกอบในเม็ดเลือดเช่น ฮีโมโกลบิน (hemoglobin) เป็นต้น นอกจากระบบการสร้างเม็ดเลือด อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับเม็ดเลือดขาวชนิดที ลิมโฟไซต์ (T-lymphocyte) ได้แก่ ม้าม ต่อมไทมัส และต่อมเบียร์ซายังได้รับผลกระทบเช่นกัน โดยพบว่าเมื่อไก่ได้รับฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์มีผลทำให้อวัยวะทั้ง 3 ส่วนดังกล่าวเกิดการฝ่อ (Puvadolpirod and Thaxton, 2000)

Abo Elouun (2009) ศึกษาผลกระทบของการผลิตนมที่มีต่อค่าสัดส่วนระหว่างเซลล์เม็ดเลือดขาวเฮเทอโรฟิล (heterophil) กับลิมโฟไซต์ (lymphocyte) พบว่าแม่ไก่ที่ถูกกระตุ้นให้ผลิตนมจะมีค่าสัดส่วนของเซลล์เม็ดเลือดขาวดังกล่าวสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ บ่งชี้ถึงสภาวะความเครียดของสัตว์ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่เคยรายงานโดยนักวิชาการหลายท่าน (Alodan and Mashaly, 1999; Onbasilar and Erol, 2007; Khajaliet *al.*, 2008) นอกจากการอดอาหารจะมีผลต่อเซลล์เม็ดเลือดขาวแล้วยังมีผลทำให้ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนคอร์ติโคสเตอโรน (corticosterone) (Onbasilar and Erol, 2007) และฮอร์โมนไทรอกซีน (thyroxine) ในกระแสเลือดมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอีกด้วย (Brake *et al.*, 1979)

Woodward *et al.* (2005) ศึกษาวิธีการอดอาหารเปรียบเทียบกับวิธีการให้กินพืชตระกูลถั่วอัลฟัลฟา (alfalfa) นานติดต่อกัน 9 วัน พบว่า การกระตุ้นให้ผลิตนมด้วยวิธีอดอาหารมีผลทำให้น้ำหนักตัวและน้ำหนักม้ามมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ถูกกระตุ้นให้ผลิตนม Landers *et al.* (2008) ได้ศึกษาการกระตุ้นการผลิตนมในไก่ไข่สายพันธุ์เล็กฮอร์นสีขาว โดยเปรียบเทียบวิธีการอดอาหารกับวิธีการให้กินพืชตระกูลถั่ว alfalfa นานติดต่อกัน 9 วัน พบว่าน้ำหนัก (คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักตัว) ของม้ามและไตของไก่ทั้งสองกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างไปจากของไก่กลุ่มควบคุมที่ไม่ถูกกระตุ้นให้ผลิตนม ในขณะที่น้ำหนักลำไส้ ตับ ตับอ่อนและหัวใจของไก่กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลิตนมมีค่าน้อยกว่าของไก่กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลของการผลิตนมที่มีต่อคุณภาพกระดูก

Mazzuoco and Hester (2005) พบว่าแม่ไก่ที่ถูกกระตุ้นให้ผลิตนมโดยวิธีการอดอาหารนานติดต่อกัน 10 วัน จะมีน้ำหนักตัวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับไก่กลุ่มควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลิตนมความหนาแน่นของมวลกระดูกรวมทั้งปริมาณแร่ธาตุในกระดูก tibia มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้กระตุ้นให้ผลิตนม Kim *et al.* (2007) รายงานว่า การกระตุ้นการผลิตนมโดยวิธีการอดอาหารติดต่อกันนาน 9 วัน มีผลกระทบต่อปริมาณแร่ธาตุที่เป็นส่วนประกอบในกระดูก femur และกระดูก tibia รวมทั้งปริมาณเถ้าและความแข็งของกระดูก (Kim *et al.*, 2008)

ผลของการผลิตนมที่มีต่อสมรรถนะการให้ผลผลิตหลังการผลิตนม

การกระตุ้นการผลิตนมโดยวิธีการอดอาหารควบคู่ไปกับการลดชั่วโมงแสงมีผลทำให้แม่ไก่หยุดให้ผลผลิตไข่ชั่วคราวอาจเรียกได้ว่าเป็นระยะพักหลังจากนั้นแม่ไก่จะกลับมาให้ผลผลิตไข่ในรอบใหม่ ทั้งนี้ระยะเวลาของโปรแกรมการอดอาหารรวมทั้งการลดชั่วโมงแสงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตของแม่ไก่ในรอบใหม่หลังการผลิตนม โดยทั่วไปไก่ที่ถูกกระตุ้นให้ผลิตนมโดยวิธีการอดอาหารนานติดต่อกัน 10 วัน ขึ้นไปจะเริ่มกลับมาให้ผลผลิตไข่ในรอบใหม่ภายใน 5 สัปดาห์ถัดไปและผลผลิตไข่จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึงระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ของฝูงภายในสัปดาห์ที่ 8 นับตั้งแต่แม่ไก่ถูกอดอาหาร (Berry, 2003) Khodadadi *et al.* (2008) รายงานว่า การกระตุ้นการผลิตนมไม่ว่าจะเป็นวิธีการอดอาหารหรือการจำกัดอาหารก็ตามต่างก็มีผลทำให้ไข่ขาวมีคุณภาพดีขึ้น ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกันกับผลการทดลองที่รายงานโดย Alodan and Mashaly (1999) ที่ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการกระตุ้นผลิตนมโดยการเสริมแร่ธาตุสังกะสีในอาหารกับวิธีการอดอาหารและวิธีการจำกัดอาหาร หลังการผลิตนมนอกจากไข่ขาวจะมีคุณภาพดีขึ้นแล้วแม่ไก่ยังให้ผลผลิตไข่ในระดับที่สูงขึ้น รวมทั้งเปลือกไข่ก็มีคุณภาพดีขึ้นด้วยเช่นกัน (Lee, 1982; Alodan and Mashaly, 1999; Khodadadi *et al.*, 2008)

การกระตุ้นผลัดขนโดยวิธีไม่อดอาหาร

การอดอาหารเป็นวิธีการปฏิบัติต่อสัตว์ที่ขัดต่อหลักมนุษยธรรมและสวัสดิภาพสัตว์ ในต่างประเทศมีการศึกษาค้นคว้าวิจัยกันมากมายเพื่อคิดค้นหาวิธีการกระตุ้นผลัดขนในไก่ไข่โดยวิธีการต่างๆ เพื่อนำมาใช้ทดแทนวิธีการอดอาหาร อาทิเช่น การเสริมแร่ธาตุบางชนิดในอาหารในระดับความเข้มข้นสูงๆ เช่น แร่ธาตุไอโอดีน (Arrington *et al.*, 1967) สังกะสี (Park *et al.*, 2004) หรืออาจใช้วิธีปรับลดปริมาณแร่ธาตุให้มีในอาหารในระดับต่ำๆ เช่น แร่ธาตุโซเดียม (Said *et al.*, 1984) หรือแคลเซียม (Breeding *et al.*, 1992) เป็นต้น อย่างไรก็ตามวิธีดังกล่าวมีต้นทุนค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง และผลที่ได้ยังไม่สอดคล้องเป็นไปในทำนองเดียวกัน (Biggs *et al.*, 2003) ในช่วงต่อมามีการใช้เทคนิคกระตุ้นการผลัดขนโดยให้ไก่กินอาหารพื้นฐานซึ่งเป็นอาหารประเภทแหล่งพลังงานโดยให้กินอย่างเต็มที่แทนวิธีการอดอาหาร ซึ่งอาหารสูตรผลัดขนเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นสูตรอาหารที่มีระดับโปรตีนค่อนข้างต่ำ อาทิเช่น รำข้าวสาลี ข้าวโพด (Biggs *et al.*, 2004; Koelkebeck *et al.*, 2006) และข้าวบาเลย์ (Petek and Alpay, 2008) เป็นต้น ผลการทดลองส่วนใหญ่พบว่าสามารถใช้วิธีดังกล่าวกระตุ้นการผลัดขนในไก่ไข่ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยส่งผลกระทบต่อสภาวะความเครียดของสัตว์น้อยมาก นักวิจัยหลายท่านพบว่า การผลัดขนมีผลปรับปรุงผลผลิตไข่และคุณภาพเปลือกไข่ (Hurwitz *et al.*, 1975; Christmas *et al.*, 1985) และคุณภาพไข่ขาว (Lee, 1982; Tona *et al.*, 2002) Hurwitz *et al.* (1995) รายงานว่าช่วงระยะเวลาพัก (rest period) คือนับตั้งแต่แม่ไก่หยุดไข่จนกระทั่งได้รับการกระตุ้นแสงและได้รับอาหารไก่ไข่เหมือนเดิมเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการปรับปรุงคุณภาพเปลือกไข่และผลผลิตไข่หลังการผลัดขน นอกจากนี้นักวิชาการกลุ่มนี้ยังได้ให้ข้อเสนอแนะว่าแม่ไก่ควรมีระยะพักหลังจากหยุดไข่อย่างน้อย 14-21 วัน จึงจะมีผลทำให้สามารถปรับปรุงคุณภาพเปลือกไข่และผลผลิตไข่ในรอบใหม่ได้

Gongruttananunet *et al.* (2013) เปรียบเทียบอาหารผลัดขนโดยใช้วัตถุดิบอาหารพลังงานแตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ ปลาข้าว ข้าวโพดบด และมันสำปะหลังบด กระตุ้นการผลัดขนในไก่ไข่สายพันธุ์ลูกผสมทางการค้า โดยให้ไก่ได้รับน้ำและอาหารสูตรผลัดขนอย่างเต็มที่นานติดต่อกัน 14 วัน ภายใต้โปรแกรมการให้แสง 8 ชั่วโมงต่อวัน พบว่าเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการผลัดขนแม่ไก่กลุ่มมันสำปะหลังบดมีน้ำหนักตัวลดลงมากที่สุดคือ ลดลงประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำหนักรังไข่และท่อนำไข่ของไก่ทดลองกลุ่มนี้มีค่าน้อยที่สุดด้วยเมื่อเปรียบเทียบกับไก่กลุ่มอื่นๆ ที่น่าสนใจคือ ไม่พบอัตราการตายหรือความแตกต่างของค่าสัดส่วนเซลล์เม็ดเลือดขาว heterophil ต่อ lymphocyte ระหว่างไก่ทดลองกลุ่มมันสำปะหลังบดกับไก่กลุ่มควบคุมแต่อย่างใด นอกจากนี้ยังพบว่าในระยะการให้ผลผลิตหลังการผลัดขนแม่ไก่กลุ่มที่เคยถูกกระตุ้นให้ผลัดขนด้วยมันสำปะหลัง

บดให้ผลผลิตไข่สูงกว่าไก่ทดลองกลุ่มอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัดโดยมีค่าอัตราการให้ผลผลิตไข่สูงสุดถึงประมาณ 70 เปอร์เซนต์ (% hen-day egg production) โดยภาพรวมค่าเฉลี่ยคุณภาพไข่ขาวของไก่กลุ่มนี้ยังมีค่าสูงกว่าไก่กลุ่มอื่นๆ อีกด้วย อย่างไรก็ตามปัญหาที่พบคือ โปรแกรมกระตุ้นผลัดขนที่ใช้ไม่มีผลต่อการปรับปรุงคุณภาพเปลือกไข่ในช่วงระยะการให้ผลผลิตหลังการผลัดขนคณะผู้วิจัยสันนิษฐานว่าน่าจะเป็นผลมาจากการที่แม่ไก่กลุ่มนี้มีระยะเวลาฟื้นตัวหลังการหยุดไข่น้อยเกินไปคือมีเวลาพักเพียง 7 วันเท่านั้น หลังจากนั้นก็ได้รับการกระตุ้นแสงเพื่อกระตุ้นการให้ผลผลิตไข่ในรอบใหม่ทันทีซึ่งคงจะยังไม่เพียงพอต่อการฟื้นตัวของท่อนำไข่ในการสร้างเปลือกไข่จึงส่งผลกระทบต่อคุณภาพเปลือกไข่

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์การให้อาหาร
2. อุปกรณ์ให้น้ำ: ราน้ำอัตโนมัติแบบหัวหยด (nipple drinker)
3. เครื่องชั่งน้ำหนักตัวไก่และเครื่องชั่งน้ำหนักอาหาร
4. กรงสำหรับย้ายไก่
5. เทอร์โมมิเตอร์บันทึกอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่
6. อุปกรณ์สำหรับเก็บไข่ ได้แก่ ถาดใส่ไข่ และภาชนะบรรจุไข่
7. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับผ่าซากไก่ทดลอง (autopsy)
 - 7.1 กรรไกรตัดกระดูก
 - 7.2 กรรไกรผ่าตัด
 - 7.3 มีดผ่าตัด
 - 7.4 ปากคิ๊ป (forceps) และไดออลแคลิเปอร์ (dialcaliper)
8. อุปกรณ์สำหรับเก็บเลือด
 - 8.1 เข็มเจาะเลือด
 - 8.2 หลอดเก็บเลือด (test tube)
 - 8.3 สารละลาย Heparin ใช้ Heparin from porcine intestinal mucosa 100,000 USP JA units ความเข้มข้น 148 USP JA units/mg Anhydrous (Sigma chemical company) ขนาด 7 มิลลิกรัม ในสารละลาย NaCl ความเข้มข้น 0.9% ปริมาตร 10 มิลลิลิตร
 - 8.4 เครื่องแยกสารด้วยแรงเหวี่ยง (Model EBA 85, HettichZentrifugen, Tuttlingen, Germany)
 - 8.5 เครื่องแยกสารด้วยแรงเหวี่ยงสำหรับวิเคราะห์ค่าฮีมาโตคริต (Model Haematokrit 24, HettichZentrifugen, Tuttlingen, Germany)
9. อุปกรณ์ย้อมสีเม็ดเลือดและนับเม็ดเลือด ด้วยชุดย้อมสีสำเร็จรูป (Dip quick) (Vet central lab, Thailand)
10. อุปกรณ์ที่ใช้วัดคุณภาพไข่
 - 10.1 เครื่องวัดความหนาเปลือกไข่ (Mitutoyo Corporation, Kanagawa, Japan)
 - 10.2 แผ่นพัดวัดสีไข่แดง (Roche yolk color fan)
 - 10.3 อุปกรณ์วัดคุณภาพไข่ขาว (Technical Services and Supplies Ltd., York, U.K.)

10.4 เครื่องวัดความแข็งแรงของเปลือกไข่ (Eggshell Destruction Strength Meter Model EFG-0503, Robotmation Co., Ltd., Tokyo, Japan)

10.5 เครื่องชั่งอย่างละเอียด ทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Scout Pro SPS402F, Ohaus Corporation, NJ, U.S.A.) ใช้สำหรับบันทึกน้ำหนักครั้งไข่ ท่อน้ำไข่ อวัยวะภายใน และกระดูก

10.6 เครื่องชั่งน้ำหนักไข่ (Model PB 1501 Mettler, Toledo, OH, U.S.A.)

วิธีการ

การทดลองครั้งนี้ใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ลูกผสมทางการค้า H&N อายุ 95 สัปดาห์จำนวน 260 ตัว เลี้ยงไก่ทดลองในกรงตับ กรงละจำนวน 3-4 ตัวเรียงติดกันจำนวน 4 กรงต่อขนาดของกรง ความกว้าง×ความยาว×ความลึก เท่ากับ 40×36×45 เซนติเมตร ภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่ที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและสิ่งแวดล้อมแบบอัตโนมัติโดยระบบการระเหยของน้ำ (EVAP) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) แบ่งไก่ออกเป็น 5 กลุ่ม (treatment) กลุ่มละ 4 ซ้ำ (replication) ซ้ำละ 13 ตัว

การบันทึกข้อมูลและเก็บตัวอย่าง

บันทึกข้อมูลสมรรถภาพการให้ผลผลิตที่สำคัญ โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ

1. ระยะก่อนผลิตไข่ (Premolt period)

ก่อนการทดลอง 2 สัปดาห์ ให้ไก่ทุกกลุ่มได้รับอาหารไก่ไข่ระยะไข่ (layer diet) และได้รับแสงสว่างวันละ 16 ชั่วโมง (16L:8D) เหมือนกันหมดทุกกลุ่ม บันทึกค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว น้ำหนักไข่ ผลผลิตไข่ และคุณภาพไข่ เพื่อให้แน่ใจว่าไก่ทุกกลุ่มมีน้ำหนักตัวและสมรรถภาพการให้ผลผลิตเท่าเทียมกัน

ตารางที่ 6 โปรแกรมกระตุ้นการผลัดขนที่ใช้ในการทดลอง

กลุ่มทดลอง (treatment)	อาหาร	น้ำดื่ม	จำนวนชั่วโมงแสง/วัน
1	กลุ่มควบคุม(ไม่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน โดยให้กินอาหารไก่ไข่ ตลอดระยะเวลาการทดลอง)	เต็มที่	16
2	ได้รับมันสำปะหลังบด (<i>ad libitum</i>) ติดต่อกัน 2 สัปดาห์ (ไม่มีระยะฟื้นตัว)	เต็มที่	8
3	ได้รับมันสำปะหลังบด (<i>ad libitum</i>) ติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 1 สัปดาห์ โดยได้รับอาหารไก่ระยะก่อนไข่ (developer)	เต็มที่	8
4	ได้รับมันสำปะหลังบด (<i>ad libitum</i>) ติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 2 สัปดาห์ โดยได้รับอาหารไก่ระยะก่อนไข่ (developer)	เต็มที่	8
5	ได้รับมันสำปะหลังบด (<i>ad libitum</i>) ติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 3 สัปดาห์ โดยได้รับอาหารไก่ระยะก่อนไข่ (developer)	เต็มที่	8

2. ระยะผลัดขน (Molt period)

ไก่กลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม) ยังคงถูกเลี้ยงอยู่ภายในโรงเรือนทดลองเหมือนเดิม โดยได้รับอาหารไก่ไข่ น้ำดื่ม และโปรแกรมแสง 16L:8D ตามปกติ ในขณะที่ไก่กลุ่มที่ 2 3 4 และ 5 ถูกนำไปผ่านโปรแกรมกระตุ้นการผลัดขนในคอกควบคุมแสง (windowless house) ดังแสดงในตารางที่ 6 โดยให้ได้รับมันสำปะหลังบด 2 สัปดาห์ และได้รับแสงวันละ 8 ชั่วโมง (8L:16D) หลังจากนั้นให้ไก่กลุ่มที่ 2 กลับมาได้รับอาหารไก่ไข่และแสงสว่างวันละ 16 ชั่วโมง เหมือนเดิมในคอกเดียวกับไก่กลุ่มควบคุม (ไม่มีระยะฟื้นตัว) ในขณะที่กลุ่มที่ 3 4 และ 5 ยังคงอยู่ในคอกควบคุมแสงแต่ได้รับอาหารไก่ไข่ระยะไก่สาว (pullet developer diets)

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

การวิเคราะห์	มันสำปะหลังบด	อาหารไก่อระยะก่อนไข่	อาหารไก่ไข่
พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)	3,305	3,881	3,780
โปรตีนรวม (%)	2.04	15.88	20.79
เยื่อใย (%)	5.11	4.05	2.50
แคลเซียม (%)	0.46	1.45	3.68
ฟอสฟอรัสรวม (%)	0.009	0.11	0.09

เป็นระยะเวลา 1 2 และ 3 สัปดาห์ ตามลำดับ (ระยะฟื้นตัว) หลังจากนั้นจึงนำกลับมาเลี้ยงในคอกไก่ไข่คอกเดียวกันกับไก่กลุ่มควบคุมและไก่กลุ่มที่ 2 สุ่มตัวอย่างอาหารทดลองนำไปวิเคราะห์ส่วนประกอบทางโภชนาในหึ่งปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์โดยวิธี Proximate analysis ตามวิธีของ AOAC (1990) ผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 7

การบันทึกข้อมูล

น้ำหนักตัวและสมรรถภาพการผลิต (Body weight and productive performance)

ตลอดช่วงระยะของโปรแกรมผลิตชน บันทึกอัตราการให้ผลผลิตไข่ (% hen-day egg production) ของไก่ทดลองทุกกลุ่มทุกวัน และเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการผลิตชนบันทึกน้ำหนักตัว (body weight) ของไก่ทดลองทั้ง 4 กลุ่ม

การศึกษาทางโลหิตวิทยา (Histological study)

เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลิตชน เก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดบริเวณปีก (brachial vein) โดยวิธีสุ่ม (random) ซ้ำละจำนวน 2 ตัว ตัวละประมาณ 5 มิลลิลิตร โดยเก็บตัวอย่างเลือดในช่วงเวลา 9.00-10.00 น. เพื่อวิเคราะห์ค่าของโลหิตวิทยาเพื่อบ่งบอกถึงสภาวะความเครียด ได้แก่ จำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวเฮเทอโรฟิล (heterophil) และ ลิมโฟไซต์ (lymphocyte) นอกจากนี้แบ่งเลือดส่วนหนึ่งวิเคราะห์ค่าความอัดแน่นของเซลล์เม็ดเลือดแดง (packed red blood cell volume)

หลังจากนั้นนำเลือดส่วนที่เหลือไปปั่นแยกพลาสมาด้วยเครื่องแยกสารด้วยแรงเหวี่ยง (centrifuge) เพื่อวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนไทรอกซิน (thyroxine) และฮอร์โมนคอร์ติซอล (cortisol) ในพลาสมาด้วยวิธี chemiluminescentmicroparticle immunoassay ด้วยเครื่องวิเคราะห์ ARCHITECT Model I2000SR (Abbot, Laboratorios, Abbott Park, IL, U.S.A.) โดยส่งตัวอย่างพลาสมาวิเคราะห์หาระดับฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิดที่ห้องปฏิบัติการ BANGKOK RIA LAB CO., LTD.

การฝ่อของรังไข่ (Ovarian regression)

เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการทดลอง กลุ่มไก่ทดลองซ้าละ 1 ตัว ซ้าแหละซากเพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของอวัยวะสืบพันธุ์ได้แก่ รังไข่และท่อนำไข่โดยบันทึกน้ำหนักรังไข่ (ovary) น้ำหนักและความยาวของท่อนำไข่ (oviduct) และนับจำนวนกระเปาะไข่ (ovarian follicle) โดยแยกออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ กระเปาะไข่ขนาดใหญ่ (เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 8 มิลลิเมตร) กระเปาะไขขนาดกลาง (เส้นผ่านศูนย์กลาง 2-8 มิลลิเมตร) และกระเปาะไข่ขนาดเล็ก (เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร) ตามวิธีการของ Waddington *et al.* (1985)

อวัยวะภูมิคุ้มกัน (Hematological study)

บันทึกน้ำหนักอวัยวะภูมิคุ้มกันที่สำคัญอันได้แก่ม้าม (spleen) ต่อมเบอร์ซ่า (bursa of fabricius) ตับ (liver) และต่อมไทมัส (thymus gland) โดยเลือกตัดเฉพาะพูที่ 3 บริเวณด้านซ้ายของลำคอไก่ (ภาพที่ 13) ตามวิธีของ Puvadolpirod and Thaxton (2000) รวมทั้งบันทึกน้ำหนักต่อมไทรอยด์ (thyroid gland)

การศึกษากระดูก (Bone study)

ในวันที่ซ้าแหละซากศึกษาคุณภาพกระดูก ทำได้โดยแยกกระดูก 3 ชนิดได้แก่ กระดูกแข้ง (tibia) กระดูกปีก (humerus) และ กระดูกน่อง (femur) เฉพาะข้างซ้ายของตัวไก่ เลาะเนื้อและเนื้อเยื่อออกให้หมดบันทึกน้ำหนักและความยาวของกระดูกทั้ง 3 ชนิด หลังจากนั้นนำกระดูก tibia ไปวิเคราะห์ความแข็งโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ความแข็ง ModelStepless Compression Test Machine (WykchamFarrance Ltd., Tring, Hertfordshire, U.K.) ตามวิธีของ Nørgaard-Nielsen (1990)

3. ระยะหลังผลัดขน (Postmolt period)

เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการผลัดขนนำไก่กลุ่มที่ 2 3 4 และ 5 กลับมาเลี้ยงในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่โดยได้รับอาหารไก่ไข่และโปรแกรมแสง 16L:8D เหมือนไก่กลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ผ่านการกระตุ้นการผลัดขน) โดยได้รับการจัดการเลี้ยงดูเหมือนกันทุกอย่างตลอดระยะเวลาการให้ผลผลิตนาน 16 สัปดาห์

การบันทึกข้อมูล

สมรรถภาพการผลิต (Productive performance)

บันทึกอัตราการให้ผลผลิตไข่ (% hen-day egg production) โดยการเก็บไข่และบันทึกผลผลิตไข่ของไก่ทดลองทุกกลุ่มทุกวัน นอกจากนี้ยังบันทึกน้ำหนักไข่ (egg weight) ทำได้โดยชั่งน้ำหนักไข่ที่รวบรวมได้ทั้งหมดของไก่แต่ละซัดติดต่อกัน 3 วันสุดท้ายของแต่ละสัปดาห์โดยสุ่มซัดละ 8 ฟอง คำนวณเป็นค่าเฉลี่ยของแต่ละสัปดาห์ บันทึกปริมาณอาหารที่กิน (feed intake) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ (feed conversion ratio) ทุกๆ 2 สัปดาห์ตลอดระยะเวลาการทดลอง

คุณภาพไข่และเปลือกไข่ (Egg and egg shell quality)

วิเคราะห์คุณภาพไข่และเปลือกไข่ทุกๆ 2 สัปดาห์ ทำได้โดยเก็บรวบรวมไข่ทั้งหมดของไก่แต่ละซัด ซัดละ 8 ฟอง ในวันสุดท้ายของสัปดาห์ที่ต้องการวิเคราะห์นำมาดองเพื่อวัดคุณภาพภายใน ฟองไข่และเปลือกไข่อันได้แก่ น้ำหนักไข่แดง (yolk weight) น้ำหนักไข่ขาว (albumen weight) และ น้ำหนักเปลือกไข่ (shell weight) โดยใช้เครื่องชั่งดิจิตอล (Model PB 1501, Mettler Toledo, Columbus, OH, U.S.A.) บันทึกค่า Haugh unit โดยใช้เครื่องวัดคุณภาพไข่ (Technical Services and Supplies Ltd., York, U.K.) บันทึกสีไข่แดง (yolk color) โดยใช้แผ่นพัดวัดสีไข่แดง (yolk color fan) บันทึกความหนาของเปลือกไข่ (shell thickness) โดยใช้เครื่องวัดความหนาไมโครมิเตอร์ (Mitutoyo Corporation, Kanagawa, Japan) และบันทึกความแข็งแรงของเปลือกไข่ (shell breaking strength) โดยใช้เครื่องมือ Eggshell breaking force gage (Robotation, Tokyo, Japan)

บันทึกอุณหภูมิภายในโรงเรือนทดลองและอัตราการตาย (mortality rate) ของไก่ทดลองทุกกลุ่มทดลองตลอดระยะเวลาการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design โดยมีแบบหุ่นทางสถิติ คือ

$$Y_{ij} = \mu + A_i + \varepsilon_{ij}$$

เมื่อ

μ = ค่าเฉลี่ยรวม A_i = ระยะพื้นตัว โดย $i = 1$ กลุ่มควบคุม, 2 ถูกกระตุ้นให้ผลิตขนโดยไม่มีระยะพื้นตัว, 3 ถูกกระตุ้นให้ผลิตขนโดยมีระยะพื้นตัว 1 สัปดาห์, 4 ถูกกระตุ้นให้ผลิตขนโดยมีระยะพื้นตัว 2 สัปดาห์ และ 5 ถูกกระตุ้นให้ผลิตขนโดยมีระยะพื้นตัว 3 สัปดาห์

ε_{ij} = ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง โดย $\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

สถานที่ทำการทดลอง

1. ฟาร์มไก่หลวงสุวรรณวาทกสิกิจ ภาควิชาสัตวบาลคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขนกรุงเทพฯ
2. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ภาควิชาสัตวบาลคณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขนกรุงเทพฯ
3. ห้องปฏิบัติการงานวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขนกรุงเทพฯ

ระยะเวลาในการทดลอง

เดือน ตุลาคม 2555– มีนาคม 2556 รวม ระยะเวลา 6 เดือน

ผลและวิจารณ์

ผล

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว น้ำหนักไข่ ผลผลิตไข่ และคุณภาพไข่ ของไก่ทดลองทั้ง 5 กลุ่ม ก่อนการทดลอง 2 สัปดาห์ แสดงในตารางที่ 8 พบว่าไก่ทดลองทุกกลุ่มมีน้ำหนักตัวและสมรรถภาพการผลิตไข่ไม่แตกต่างกัน

เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลิตไข่

ในช่วง 2 สัปดาห์ของการได้รับอาหารผลิตไข่ มันสำปะหลังพบว่ามีอัตราการไข่ลดลงอย่างรวดเร็วและหยุดไข่ทั้งฝูงโดยสิ้นเชิงและมีน้ำหนักตัวลดลงเฉลี่ยเท่ากับ 21.0 21.3 21.5 และ 21.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หลังจากสิ้นสุดโปรแกรมการผลิตไข่ไก่กลุ่ม 2 มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเท่ากับ 1.44 กิโลกรัมซึ่งน้อยกว่าไก่กลุ่ม 3 (1.73 กิโลกรัม) 4 (1.73 กิโลกรัม) และ 5 (1.69 กิโลกรัม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงในภาพที่ 2

การศึกษาทางโลหิตวิทยา

ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยฮีมาโตคริตอัตราส่วนเซลล์เม็ดเลือดขาว ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนไทรอกซินและคอร์ติซอลในพลาสมาของไก่ทดลองเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมกระตุ้นการผลิตไข่ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างไก่ทดลองทั้ง 4 กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลิตไข่พบว่าค่าฮีมาโตคริตของไก่กลุ่ม 3 มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าไก่กลุ่ม 2 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.01$) โดยภาพรวมเมื่อเปรียบเทียบระหว่างไก่อกลุ่มควบคุมกับไก่ที่ถูกกระตุ้นให้ผลิตไข่ทั้ง 4 กลุ่มพบว่า ค่าฮีมาโตคริตของไก่ที่ผ่านโปรแกรมกระตุ้นให้ผลิตไข่มีแนวโน้มสูงกว่าของไก่อกลุ่มควบคุม ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของค่าอัตราส่วนเซลล์เม็ดเลือดขาวรวมทั้งระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนไทรอกซินและคอร์ติซอลระหว่างไก่ทดลองทั้ง 4 กลุ่มที่ผ่านการกระตุ้นให้ผลิตไข่ อย่างไรก็ตามฮอร์โมนคอร์ติซอลของไก่อกลุ่มที่ 2 มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัดถึงแม้จะไม่พบความแตกต่างทางสถิติก็ตาม

อวัยวะภูมิคุ้มกัน

ผลของโปรแกรมกระตุ้นการผลัดขนด้วยมันสำปะหลังสดที่มีต่ออวัยวะสำคัญในระบบภูมิคุ้มกันแสดงไว้ในตารางที่ 10 พบว่าเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการผลัดขนไม่พบความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักต่อมไทมัสต่อมหมวกไต ต่อมน้ำลาย ต่อมน้ำลาย ต่อมไพโรยด์ ตับและม้ามระหว่างไก่ทดลองทั้ง 4 กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน

ลักษณะวิทยาของอวัยวะสืบพันธุ์

ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักรังไข่ น้ำหนักท่อไข่ ความยาวท่อไข่ และจำนวนกระเปาะไข่ของไก่ทดลองทั้ง 5 กลุ่มหลังจากสิ้นสุดโปรแกรมการผลัดขนเมื่อเปรียบเทียบระหว่างไก่ที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนทั้ง 4 กลุ่มพบว่า น้ำหนักรังไข่รวมทั้งน้ำหนักและความยาวของท่อไข่ของไก่ทั้ง 4 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับไก่อกลุ่มควบคุมไก่ทั้ง 4 กลุ่ม ดังกล่าวมีน้ำหนักรังไข่ น้ำหนักท่อไข่ และความยาวท่อไข่ลดลงอย่างเห็นได้ชัด บ่งชี้ถึงการฝ่อของอวัยวะสืบพันธุ์ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในค่าเฉลี่ยจำนวนกระเปาะไข่ระหว่างไก่ทั้ง 4 กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนไม่ว่าจะเป็นกระเปาะไข่ขนาดใหญ่ ขนาดกลางหรือขนาดเล็ก โดยภาพรวมไก่ที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนทั้ง 4 กลุ่มมีจำนวนกระเปาะไข่ขนาดใหญ่ น้อยกว่าไก่อกลุ่มควบคุมอย่างเห็นได้ชัด

การศึกษาคุณภาพกระดูก

ตารางที่ 12 แสดงสรุปค่าเฉลี่ยคุณภาพกระดูกของไก่ทดลองเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการผลัดขนเมื่อเปรียบเทียบระหว่างไก่ทั้ง 4 กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนพบว่าน้ำหนักกระดูก femur และ tibia ของไก่อกลุ่ม 3 4 และ 5 มีค่าน้อยกว่าของไก่อกลุ่ม 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตามจะสังเกตเห็นได้ว่าน้ำหนักกระดูก femur และ tibia ของไก่อกลุ่ม 5 มีค่ามากกว่ากลุ่ม 3 และ 4 อย่างเห็นได้ชัดแม้ว่าความแตกต่างจะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม ไก่อกลุ่ม 2 กลุ่ม 3 และ กลุ่ม 5 มีความยาวของกระดูก humerus และ tibia ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ไก่อกลุ่ม 4 มีความยาวของกระดูกทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวที่น้อยที่สุด โดยมีค่าน้อยกว่าของไก่อกลุ่ม 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ไก่อกลุ่ม 3 4 และ 5 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักกระดูก femur น้อยกว่าไก่อกลุ่ม 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.04$) อย่างไรก็ตามจากการทดลองครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของความแข็งของกระดูกระหว่างไก่ทดลองทั้ง 4 กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน

สมรรถภาพการให้ผลผลิตในช่วงระยะหลังการปลดขน

ตารางที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินของไก่ทดลองในช่วงทุกๆ 2 สัปดาห์ของระยะหลังปลดขนในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 ปริมาณอาหารที่กินของไก่กลุ่ม 3 มีค่ามากกว่าของไก่กลุ่ม 1 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.005$) แต่ไม่แตกต่างไปจากของไก่กลุ่ม 2 ในขณะที่ไก่กลุ่ม 5 มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด หลังจากนั้นไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างไก่ทดลองทั้ง 5 กลุ่ม ความแตกต่างทางสถิติในค่าเฉลี่ยของอัตราการเปลี่ยนอาหารปรากฏให้เห็นในช่วง 2-4 สัปดาห์แรก (ตารางที่ 15) โดยพบว่าไก่กลุ่ม 4 และ 5 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าไก่กลุ่มอื่นๆ ที่เหลืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$)

ผลผลิตไข่ของไก่ทดลองทั้ง 5 กลุ่มแสดงสรุปไว้ในตารางที่ 14 พบว่าตลอดระยะ 16 สัปดาห์ไก่กลุ่มควบคุมยังคงให้ผลผลิตไข่ในระดับต่ำโดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 63.58 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ไก่ทั้ง 4 กลุ่มที่ผ่านการกระตุ้นให้ผลผลิตมีอัตราการไข่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากได้รับการกระตุ้นแสงในช่วง 2 สัปดาห์แรก ไก่กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของอัตราการไข่สูงกว่าไก่กลุ่ม 2 และ 3 ($P=0.0001$) เมื่อสังเกตในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 พบว่าไก่กลุ่ม 1 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ยของผลผลิตไข่เท่าเทียมกันซึ่งมากกว่าไก่กลุ่ม 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.0002$) หลังจากนั้นผลผลิตไข่ของไก่ทั้ง 4 กลุ่ม ที่ผ่านการกระตุ้นให้ผลผลิตมีค่าโดยเฉลี่ยสูงกว่าของไก่กลุ่มควบคุมเกือบทุกระยะของการทดลองแม้ว่าความแตกต่างจะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็ตามภาพที่ 3 แสดงอัตราการให้ผลผลิตไข่ทุกๆ สัปดาห์ของไก่ทดลองทั้ง 5 กลุ่มในช่วงระยะหลังการปลดขนเมื่อเปรียบเทียบระหว่างไก่ทั้ง 4 กลุ่มที่ผ่านการกระตุ้นให้ผลผลิตพบ ว่า อัตราการไข่สูงสุด (peak of egg production) ของไก่กลุ่ม 3 มีค่าสูงถึง 84.2 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่อัตราการไข่สูงสุดของไก่กลุ่ม 2 กลุ่ม 4 และกลุ่ม 5 มีค่าเท่ากับ 73.8 72.0 และ 79.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 16 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่ในช่วงการให้ผลผลิตหลังการปลดขนของไก่ทดลองทั้ง 5 กลุ่ม พบความไม่แตกต่างทางสถิติ ยกเว้นในช่วง 2 สัปดาห์แรกไก่กลุ่ม 3 มีน้ำหนักไข่น้อยกว่ากลุ่ม 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.01$)

คุณภาพไข่และเปลือกไข่

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่แดงของไก่ทดลองทั้ง 5 กลุ่ม ในระยะต่างๆ ของการให้ผลผลิตหลังการผลิตขนแสดงสรุปใน ตารางที่ 17 ในช่วงสัปดาห์ที่ 10-16 น้ำหนักไข่แดงของไก่กลุ่ม 5 มีค่าน้อยกว่าของไก่กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในช่วงเวลาเดียวกันน้ำหนักไข่แดงของไก่กลุ่ม 2 และ 4 มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าของไก่กลุ่มควบคุมในบางระยะเท่านั้น ตลอดระยะการให้ผลผลิตหลังการผลิตขนไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่แดงระหว่างไก่กลุ่ม 3 กับกลุ่มควบคุม ค่าเฉลี่ยสีไข่แดงแสดงไว้ในตารางที่ 18 ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในช่วงหลังการผลิตขน

ตารางที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่ขาวในช่วงหลังผลิตขน ความแตกต่างทางสถิติปรากฏให้เห็นในสัปดาห์ที่ 12 และ 16 พบว่าไก่กลุ่ม 5 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่ขาวสูงกว่าไก่กลุ่มควบคุมและกลุ่ม 3 ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม 5 กับกลุ่ม 2 และ 4 พบว่าน้ำหนักไข่ขาวของไก่กลุ่ม 5 มีค่ามากกว่าไก่กลุ่ม 2 และ 4 เฉพาะในสัปดาห์ที่ 16 เท่านั้น ในขณะที่น้ำหนักไข่ขาวของไก่กลุ่ม 2 3 และ 4 มีค่าใกล้เคียงกับของไก่กลุ่มควบคุม ตารางที่ 20 แสดงค่าเฉลี่ย HU ในช่วงระยะการให้ผลผลิตในรอบใหม่พบว่า ในสัปดาห์ที่ 2 ไก่กลุ่ม 2 และ 3 มีค่า HU สูงกว่าไก่กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากนั้นในทุกๆ ไก่กลุ่มควบคุมมีค่า HU ต่ำกว่าไก่อีก 4 กลุ่มที่เคยผ่านการกระตุ้นให้ผลิตขนแม้ว่าความแตกต่างจะไม่มีนัยสำคัญก็ตาม

น้ำหนักเปลือกไข่และความแข็งของเปลือกไข่ของผลผลิตไข่ในช่วงระยะหลังการผลิตขนของไก่ทั้ง 5 กลุ่ม แสดงไว้ในตารางที่ 21 และตารางที่ 22 ตามลำดับโดยพบว่า ในสัปดาห์ที่ 2 ไก่กลุ่ม 2 (8.6 เปอร์เซ็นต์) มีน้ำหนักเปลือกไข่น้อยกว่าไก่กลุ่มควบคุม (9.6 เปอร์เซ็นต์) และกลุ่ม 3 (9.2 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) หลังจากนั้นจนถึงสิ้นสุดการทดลองไม่พบความแตกต่างทางสถิติในระหว่างไก่ทดลองทั้ง 5 กลุ่ม ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกันกับความหนาของเปลือกไข่ (ตารางที่ 22) การทดลองครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของความแข็งเปลือกไข่ของไก่ทดลองทั้ง 5 กลุ่มในช่วงระยะหลังการผลิตขนดังแสดงในตารางที่ 23

อัตราการตาย

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าไก่กลุ่ม 2 และไก่กลุ่ม 5 มีอัตราการตายเท่ากันคือ 6.82 เปอร์เซ็นต์น้อยกว่าไก่กลุ่ม 3 และ 4 ซึ่งมีค่าอัตราการตายเท่ากับ 20 และ 11.82 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างไก่ที่ผ่านการกระตุ้นผลัดขนกับกลุ่มควบคุมพบว่าไก่ทั้ง 4 กลุ่มที่ผ่านการกระตุ้นผลัดขนมีอัตราการตายน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ($P=0.003$) ซึ่งมีอัตราการตายเท่ากับ 36.54 เปอร์เซ็นต์ดังแสดงในตารางที่ 24 ตลอดระยะเวลาการทดลอง อุณหภูมิภายในโรงเรือนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.8 ± 1.7 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 8 สมรรถภาพการผลิตของไก่ทดลองก่อนการทดลอง

กลุ่มทดลอง ¹	น้ำหนักตัว (กก.)	น้ำหนักไข่ (กรัม)	ผลผลิตไข่ ² (%)	น้ำหนัก ไข่แดง (%)	HU ³	น้ำหนัก เปลือกไข่ (%)	ความหนา เปลือกไข่ (มม.)
T1	1.80±0.04	65.6±3.6	54.6±11.7	26.3±1.4	83.5±5.2	9.5±0.3	0.316±0.037
T2	1.83±0.05	64.7±2.0	50.0±9.0	25.9±0.5	81.7±5.7	9.7±0.6	0.301±0.021
T3	1.81±0.01	66.2±1.8	52.5±10.0	24.8±0.5	81.6±2.0	9.6±0.5	0.312±0.021
T4	1.78±0.08	65.2±2.5	52.5±7.9	26.1±0.9	78.0±9.8	9.3±0.4	0.300±0.012
T5	1.81±0.05	65.4±1.9	56.1±10.7	25.3±0.9	87.1±2.5	9.1±0.2	0.294±0.013
P-value	0.81	0.93	0.92	0.18	0.31	0.47	0.64

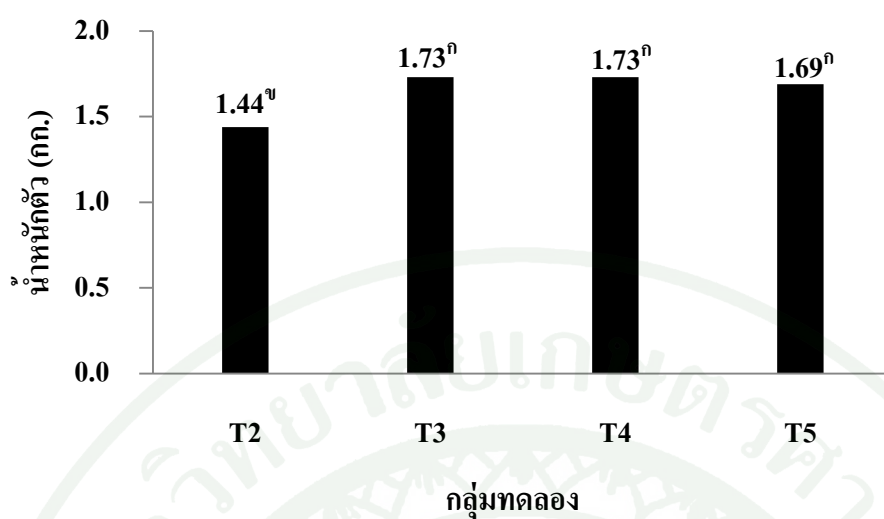
แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ 4 ซ้ำ

¹ T1 = กลุ่มควบคุม (ไม่ได้ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน); T2 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์; T3 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมีการเปลี่ยนตัวอีก 1 สัปดาห์; T4 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมีการเปลี่ยนตัวอีก 2 สัปดาห์; T5 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมีการเปลี่ยนตัวอีก 3 สัปดาห์

² ผลผลิตไข่ = % hen-day production

³ HU = Haugh units

ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพที่ 2 น้ำหนักตัวไก่ทดลองที่ถูกกระตุ้นให้ผลิตไข่เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการผลิตไข่

T2 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์

T3 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมีการเปลี่ยนตัวอีก 1 สัปดาห์

T4 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมีการเปลี่ยนตัวอีก 2 สัปดาห์

T5 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมีการเปลี่ยนตัวอีก 3 สัปดาห์

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยฮีมาโตคริตอัตราส่วนเม็ดเลือดขาวระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนไทรอกซิน และคอร์ติซอลในพลาสมาของไก่ทดลองเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลิตขน

กลุ่มทดลอง ¹	ฮีมาโตคริต (%)	อัตราส่วนเม็ดเลือดขาว (heterophil:lymphocyte)	ฮอร์โมนไทรอกซิน (ug/dL)	คอร์ติซอล (ug/dL)
T1	24.20±1.94	0.42±0.30	0.28±0.31	0.14±0.14
T2	30.73±3.89 ⁿ	0.48±0.18	0.40±0.20	0.34±0.45
T3	26.18±2.13 ^u	0.42±0.26	0.08±0.07	0.18±0.11
T4	30.33±1.76 ⁿ	0.55±0.26	0.08±0.13	0.15±0.18
T5	29.46±3.25 ⁿ	0.36±0.14	0.34±0.29	0.06±0.03
P-value	0.01	0.41	0.07	0.50

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ 4 ซ้ำ

^{n,u} ค่าเฉลี่ยแถวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติเฉพาะระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลิตขนไม่รวมกลุ่มควบคุม

¹ T1 = กลุ่มควบคุม (ไม่ได้ถูกกระตุ้นให้ผลิตขน); T2 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์; T3 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียะหรืฝัสดัอีก 1 สัปดาห์; T4 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียะหรืฝัสดัอีก 2 สัปดาห์; T5 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียะหรืฝัสดัอีก 3 สัปดาห์

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักต่อมไขมันต่อมหมวกไต ต่อมเบอซาร์ ต่อมไทรอยด์ตับ และม้ามของไก่ทดลองเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลิตขน

น้ำหนัก ²	กลุ่มทดลอง ¹					P-value
	T1	T2	T3	T4	T5	
ต่อมไขมัน	0.04±0.03	0.05±0.03	0.12±0.05	0.11±0.07	0.10±0.02	0.34
ต่อมหมวกไต	0.04±0.01	0.06±0.04	0.04±0.01	0.05±0.02	0.05±0.00	0.51
ต่อมเบอซาร์	0.13±0.05	0.08±0.00	0.13±0.03	0.09±0.04	0.12±0.07	0.47
ต่อมไทรอยด์	0.04±0.01	0.05±0.02	0.05±0.01	0.05±0.00	0.04±0.01	0.70
ตับ	25.36±3.54	19.33±1.04	28.10±9.80	22.50±2.01	18.03±1.80	0.06
ม้าม	1.45±0.56	1.33±1.00	2.00±1.41	1.64±0.63	1.29±0.35	0.69

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ 4 ซ้ำ

ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติเฉพาะระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลิตขนไม่รวมกลุ่มควบคุม

¹ T1 = กลุ่มควบคุม (ไม่ได้ถูกกระตุ้นให้ผลิตขน); T2 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์; T3 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียะหรี่ปั้วอีก 1 สัปดาห์; T4 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียะหรี่ปั้วอีก 2 สัปดาห์; T5 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียะหรี่ปั้วอีก 3 สัปดาห์

² กรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักตัว

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักกรังไข่ น้ำหนักท่อนำไข่ ความยาวท่อนำไข่ และจำนวนกระเปาะไข่ของไก่ทดลองเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลิตขน

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มทดลอง ¹					P-value
	T1	T2	T3	T4	T5	
น้ำหนักกรังไข่ ²	34.1±7.5	6.5±6.8	4.2±0.8	15.2±13.5	2.9±0.4	0.15
น้ำหนักท่อนำไข่ ²	40.5±4.5	15.1±7.9	16.9±5.1	20.4±14.5	5.3±1.2	0.14
ความยาวท่อนำไข่ ³	76.3±5.9	49.0±11.0	53.2±8.5	58.2±20.1	36.4±7.2	0.15
กระเปาะไข่ (หน่วย)						
ใหญ่ ⁴	7.2±0.9	1.2±2.5	1.7±1.5	3.2±3.2	0.2±0.5	0.31
กลาง ⁵	22.0±10.2	27.5±22.5	40.7±8.2	30.2±15.4	29.5±7.5	0.59
เล็ก ⁶	246.7±103.1	432.2±110.2	299.2±71.0	328.7±103.2	378.5±57.9	0.21

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ 4 ซ้ำ

ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติเฉพาะระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลิตขนไม่รวมกลุ่มควบคุม

¹ T1 = กลุ่มควบคุม (ไม่ได้ถูกกระตุ้นให้ผลิตขน); T2 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์; T3 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียะหรี่ปั้วอีก 1 สัปดาห์; T4 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียะหรี่ปั้วอีก 2 สัปดาห์; T5 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียะหรี่ปั้วอีก 3 สัปดาห์

² กรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักตัว

³ เซนติเมตร

⁴ กระเปาะไข่ขนาดใหญ่ (เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 8 มิลลิเมตร)

⁵ กระเปาะไขขนาดกลาง (เส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 2-8 มิลลิเมตร)

⁶ กระเปาะไขขนาดเล็ก (เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร)

ตารางที่ 12 ผลของโปรแกรมกระตุ้นการผลัดขนที่มีต่อคุณภาพกระดูกของไก่ทดลองเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลัดขน

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มทดลอง ¹					P-value
	T1	T2	T3	T4	T5	
กระดูก Humerus						
น้ำหนัก ²	2.05±0.16	3.37±0.74	2.76±0.58	2.49±0.35	2.57±0.19	0.12
ความยาว(ซม.)	7.17±0.12	7.30±0.24 ^ก	7.02±0.05 ^{กข}	6.80±0.24 ^ข	7.35±0.23 ^ก	0.01
กระดูก Femur						
น้ำหนัก	5.48±0.73	7.84±1.93 ^ก	5.78±0.76 ^ข	5.46±0.34 ^ข	6.06±0.76 ^ข	0.04
ความยาว(ซม.)	7.50±0.16	7.80±0.35	7.72±0.32	7.30±0.24	7.90±0.24	0.06
กระดูก Tibia						
น้ำหนัก	6.47±0.68	9.69±2.24 ^ก	6.99±0.98 ^ข	6.54±0.55 ^ข	7.41±0.74 ^ข	0.02
ความยาว(ซม.)	11.42±0.43	11.22±0.33 ^{กข}	11.37±0.29 ^ก	10.75±0.28 ^ข	11.55±0.42 ^ก	0.03
ความแข็ง (นิวตัน)	26.47±25.26	24.17±14.60	22.75±10.56	22.75±4.59	23.82±5.39	0.99

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ 4 ซ้ำ

^{ก, ข} ค่าเฉลี่ยแนวนอนที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

การเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติเฉพาะระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน ไม่รวมกลุ่มควบคุม

¹ T1 = กลุ่มควบคุม (ไม่ได้ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน); T2 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์; T3 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมีระยะฟื้นตัวอีก 1 สัปดาห์; T4 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมีระยะฟื้นตัวอีก 2 สัปดาห์; T5 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมีระยะฟื้นตัวอีก 3 สัปดาห์

² กรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักตัว

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน) ของไก่ทดลองในช่วงระยะต่างๆ หลังการผลิตขน

กลุ่มทดลอง ¹	ระยะหลังผลิตขน(สัปดาห์)							
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16
T1	118.2±15.2	112.3±6.1 ^ก	116.2±7.2	118.8±4.2	121.6±4.2	123.4±6.1	118.7±4.3	119.5±4.6
T2	130.5±3.2	119.6±8.1 ^{กข}	115.2±4.6	115.6±6.1	117.3±2.9	117.5±7.9	108.0±10.1	107.5±6.4
T3	121.6±6.5	125.1±6.7 ^ก	120.7±3.1	121.2±6.1	122.9±10.4	124.5±15.2	114.3±12.8	111.5±8.7
T4	NA ²	110.0±7.3 ^ก	116.1±7.4	113.3±9.4	115.3±6.2	110.1±17.1	108.7±8.1	107.5±10.3
T5	NA	105.1±3.7 ^ก	116.2±4.4	114.7±4.4	116.7±5.9	116.0±4.5	110.5±8.8	104.5±11.3
P-value	0.23	0.005	0.66	0.42	0.43	0.41	0.47	0.17

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ 4 ซ้ำ

ก,ข,ค ค่าเฉลี่ยแนวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

¹ T1 = กลุ่มควบคุม (ไม่ได้ถูกกระตุ้นให้ผลิตขน); T2 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์; T3 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 1 สัปดาห์; T4 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 2 สัปดาห์; T5 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 3 สัปดาห์

² NA = ไม่ได้ประเมินค่า

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยผลผลิตไข่ (% hen-day production) ของไก่ทดลองในช่วงระยะต่างๆ หลังการผลิตขน

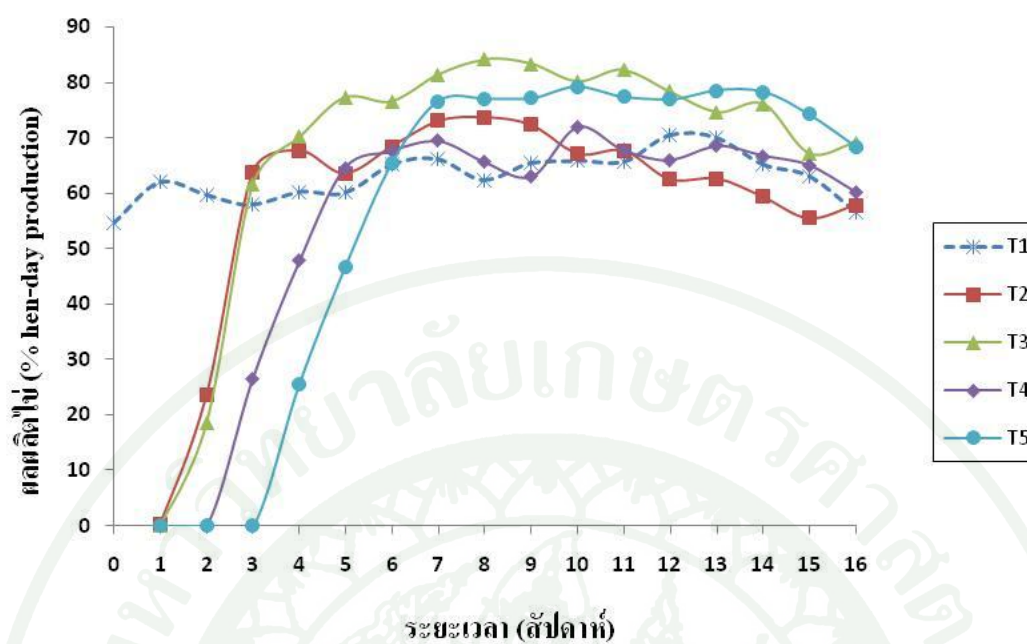
กลุ่มทดลอง ¹	ระยะหลังผลิตขน(สัปดาห์)							
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16
T1	60.9±11.1 ⁿ	59.2±8.9 ⁿ	62.7±10.0	64.3±11.8	65.7±3.8	68.1±7.5	67.6±5.6	60.2±8.9
T2	19.8±9.2 ^u	65.8±18.3 ⁿ	66.1±19.2	73.7±16.9	69.8±16.9	65.0±17.3	61.0±21.3	56.8±21.9
T3	18.5±6.0 ^u	66.0±7.2 ⁿ	77.0±4.7	82.7±9.5	81.8±2.8	80.4±3.4	75.4±5.0	68.2±8.6
T4	NA ²	37.6±9.8 ^u	66.2±16.2	67.6±18.0	67.5±18.5	67.0±16.8	67.7±12.3	63.2±16.2
T5	NA	25.6±1.9 ^u	56.1±7.8	76.9±11.6	78.2±10.0	77.2±7.2	78.9±6.2	71.5±9.0
P-value	0.0001	0.0002	0.2826	0.3934	0.3121	0.3100	0.2725	0.5953

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ 4 ซ้ำ

^{n,u} ค่าเฉลี่ยแนวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

¹ T1 = กลุ่มควบคุม (ไม่ได้ถูกกระตุ้นให้ผลิตขน); T2 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์; T3 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 1 สัปดาห์; T4 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 2 สัปดาห์; T5 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 3 สัปดาห์

² NA = ไม่ได้ประเมินค่า



ภาพที่ 3 ผลผลิตไข่ต่างๆ สัปดาห์ในช่วงระยะหลังการผลิตขน

T1 = กลุ่มควบคุม (ไม่ได้ถูกกระตุ้นให้ผลิตขน)

T2 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์

T3 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียะหรืพื้นตัวอีก 1 สัปดาห์

T4 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียะหรืพื้นตัวอีก 2 สัปดาห์

T5 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียะหรืพื้นตัวอีก 3 สัปดาห์

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ (กิโลกรัมอาหาร/กิโลกรัมไข่) ของไก่ทดลอง ในช่วงระยะต่างๆ หลังการผลิตชน

กลุ่มทดลอง ¹	ระยะหลังผลิตชน(สัปดาห์)							
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16
T1	2.9±0.3	2.8±0.4 ^u	2.8±0.6	2.8±0.7	2.6±0.3	2.7±0.4	2.6±0.1	3.0±0.5
T2	30.2±36.3	2.8±0.6 ^u	2.7±0.7	2.3±0.4	2.5±0.6	2.7±0.7	2.8±0.8	3.0±0.9
T3	11.5±3.8	2.9±0.4 ^u	2.3±0.1	2.2±0.2	2.2±0.0	2.3±0.1	2.2±0.1	2.4±0.3
T4	NA ²	5.0±1.5 ⁿ	2.7±0.5	2.5±0.5	2.6±0.6	2.5±0.4	2.4±0.3	2.5±0.4
T5	NA	6.2±0.7 ⁿ	3.2±0.5	2.2±0.3	2.1±0.2	2.1±0.1	2.0±0.1	2.1±0.1
P-value	0.22	<.001	0.33	0.35	0.29	0.28	0.11	0.15

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ 4 ซ้ำ

^{n,u} ค่าเฉลี่ยแนวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

¹ T1 = กลุ่มควบคุม (ไม่ได้ถูกกระตุ้นให้ผลิตชน); T2 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์; T3 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียะหรืฝืนตัวอีก 1 สัปดาห์; T4 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียะหรืฝืนตัวอีก 2 สัปดาห์; T5 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียะหรืฝืนตัวอีก 3 สัปดาห์

² NA = ไม่ได้ประเมินค่า

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่ (กรัม) ของไก่ทดลองในช่วงระยะต่างๆ หลังการผลิตขน

กลุ่มทดลอง ¹	ระยะหลังผลิตขน(สัปดาห์)							
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16
T1	67.2±2.7 ⁿ	67.9±2.5	66.0±2.9	67.1±3.3	68.3±3.8	67.0±4.7	66.8±3.8	66.9±4.2
T2	66.0±1.5 ⁿ	68.3±1.2	66.6±2.0	67.9±1.9	68.5±2.1	68.3±1.9	66.4±2.9	67.4±1.6
T3	62.0±1.5 ⁿ	66.4±2.1	66.7±1.0	66.7±1.0	67.3±1.4	66.9±1.5	66.2±1.1	66.6±1.1
T4	NA ²	66.4±0.4	67.3±0.7	68.2±1.3	68.6±0.9	68.6±1.3	67.7±0.8	68.2±1.0
T5	NA	66.7±1.0	67.5±1.5	68.9±1.2	70.2±1.5	69.8±2.1	68.7±2.2	69.3±2.1
P-value	0.01	0.37	0.79	0.55	0.51	0.54	0.59	0.52

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ 4 ซ้ำ

^{n, n} ค่าเฉลี่ยแนวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

¹ T1 = กลุ่มควบคุม (ไม่ได้ถูกกระตุ้นให้ผลิตขน); T2 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์; T3 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 1 สัปดาห์; T4 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 2 สัปดาห์; T5 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 3 สัปดาห์

² NA = ไม่ได้ประเมินค่า

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักไขแดง (คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักไขทั้งฟอง) ของไก่ทดลองในระยะต่างๆ หลังการผลิตขน

กลุ่มทดลอง ¹	ระยะหลังผลิตขน(สัปดาห์)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
T1	26.0±0.7	25.4±0.3	24.9±1.2	25.3±0.5	26.2±0.4 ^ก	27.6±1.1 ^ก	26.7±1.0 ^ก	26.1±0.5 ^ก
T2	26.9±0.6	24.2±1.1	24.7±1.2	24.8±0.9	24.6±1.3 ^ข	26.6±0.1 ^ข	25.1±0.9 ^{ขก}	25.3±0.5 ^ก
T3	26.5±0.6	25.6±0.3	25.7±0.7	25.3±0.4	25.3±0.5 ^{กข}	26.8±0.5 ^{กข}	26.1±1.1 ^{กข}	26.0±1.0 ^ก
T4	NA ²	25.6±1.0	24.8±0.8	24.8±1.0	24.8±0.6 ^ข	26.2±0.5 ^ข	26.1±0.5 ^{กข}	25.2±0.8 ^ก
T5	NA	24.1±1.1	24.5±0.5	23.8±0.5	24.4±0.5 ^ข	24.9±0.4 ^ก	24.6±0.6 ^ก	23.6±0.2 ^ข
P-value	0.21	0.07	0.52	0.06	0.03	0.0004	0.02	0.001

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ 4 ซ้ำ

^{ก,ข,ก} ค่าเฉลี่ยแนวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

¹ T1 = กลุ่มควบคุม (ไม่ได้ถูกกระตุ้นให้ผลิตขน); T2 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์; T3 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 1 สัปดาห์; T4 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 2 สัปดาห์; T5 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 3 สัปดาห์

² NA = ไม่ได้ประเมินค่า

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยสีไขแดงของไก่ทดลองในระยะต่างๆ หลังการผลิตขน

กลุ่มทดลอง ¹	ระยะหลังผลิตขน(สัปดาห์)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
T1	12.0±0.4	11.4±0.5	11.7±0.2	11.2±0.2	10.8±0.3	11.3±0.0	11.3±0.2	11.6±0.0
T2	12.6±0.4	11.7±0.1	11.7±0.2	11.0±0.0	10.8±0.3	11.4±0.2	11.2±0.4	11.3±0.4
T3	12.4±0.3	11.8±0.1	11.1±0.5	10.9±0.3	10.8±0.4	11.1±0.2	11.0±0.2	11.0±0.4
T4	NA ²	11.8±0.3	11.6±0.2	11.0±0.1	10.9±0.2	11.2±0.4	11.0±0.2	11.2±0.3
T5	NA	11.9±0.2	11.5±0.3	11.2±0.3	10.9±0.1	11.1±0.2	10.9±0.1	11.1±0.3
P-value	0.15	0.25	0.19	0.19	0.92	0.60	0.36	0.16

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ 4 ซ้ำ

ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

¹ T1 = กลุ่มควบคุม (ไม่ได้ถูกกระตุ้นให้ผลิตขน); T2 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์; T3 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 1 สัปดาห์; T4 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 2 สัปดาห์; T5 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 3 สัปดาห์

² NA = ไม่ได้ประเมินค่า

ตารางที่ 19 ผลของโปรแกรมกระตุ้นการผลิตนมที่มีต่อน้ำหนักไขขาว (คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักไขทั้งหมด) ของไก่ทดลองในระยะต่างๆ หลังการผลิตนม

กลุ่มทดลอง ¹	ระยะหลังผลิตนม(สัปดาห์)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
T1	63.5±1.7	65.0±0.8	65.5±1.3	65.0±0.4	64.5±0.6	62.4±1.4 ^ก	64.0±1.7	64.5±0.9 ^ข
T2	64.4±0.5	66.1±1.5	65.6±1.1	65.6±1.0	65.8±1.4	64.4±1.7 ^{กข}	65.4±1.3	65.7±0.5 ^ข
T3	64.1±0.6	64.7±0.3	64.2±0.6	65.0±0.4	65.2±0.5	63.3±0.4 ^{กข}	64.5±0.9	64.6±0.8 ^ข
T4	NA ²	64.8±1.1	65.6±1.2	65.7±1.4	65.7±1.0	63.9±0.6 ^{กขก}	64.6±0.6	65.5±0.8 ^ข
T5	NA	66.3±1.1	65.7±0.6	66.6±0.5	66.4±0.5	65.4±0.6 ^ก	66.1±0.7	67.1±0.3 ^ก
P-value	0.53	0.15	0.28	0.11	0.09	0.01	0.15	0.001

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ 4 ซ้ำ

^{ก,ข,ก} ค่าเฉลี่ยแนวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

¹ T1 = กลุ่มควบคุม (ไม่ได้ถูกกระตุ้นให้ผลิตนม); T2 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์; T3 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียะหรืฝัสดัอีก 1 สัปดาห์; T4 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียะหรืฝัสดัอีก 2 สัปดาห์; T5 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียะหรืฝัสดัอีก 3 สัปดาห์

² NA = ไม่ได้ประเมินค่า

ตารางที่ 20 ผลของโปรแกรมกระตุ้นการผลัดขนที่มีต่อค่า Haugh unit ของไข่ทดลองในระยะต่างๆ
หลังการผลัดขน

กลุ่มทดลอง ¹	ระยะหลังผลัดขน(สัปดาห์)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
T1	83.6±2.8 ^u	73.7±5.8	76.0±9.9	80.0±6.0	81.6±7.9	78.1±2.9	81.5±8.4	79.5±7.3
T2	88.7±3.5 ⁿ	83.0±4.8	85.1±4.2	86.8±3.4	86.3±1.1	87.9±3.6	85.3±5.4	81.6±3.8
T3	91.3±2.1 ⁿ	82.1±2.5	85.9±2.4	90.1±2.7	88.3±4.0	87.8±4.7	89.3±2.4	86.6±4.5
T4	NA ²	83.6±5.9	83.9±8.1	90.0±3.0	86.0±5.4	86.8±8.2	87.1±6.3	87.5±5.0
T5	NA	76.6±8.3	79.7±7.6	86.4±6.9	86.1±5.6	87.5±2.9	87.2±2.8	84.7±4.9
P-value	0.01	0.11	0.28	0.054	0.51	0.054	0.39	0.22

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ 4 ซ้ำ

^{u,n} ค่าเฉลี่ยแนวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

¹ T1 = กลุ่มควบคุม (ไม่ได้ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน); T2 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์; T3 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมีระยะฟักตัวอีก 1 สัปดาห์; T4 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมีระยะฟักตัวอีก 2 สัปดาห์; T5 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมีระยะฟักตัวอีก 3 สัปดาห์

² NA = ไม่ได้ประเมินค่า

ตารางที่ 21 ผลของโปรแกรมกระตุ้นการผลิตนมที่มีต่อน้ำหนักเปลือกไข่ (คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักไข่ทั้งฟอง) ของไก่ทดลองในระยะต่างๆ หลังการผลิตนม

กลุ่มทดลอง ¹	ระยะหลังผลิตนม(สัปดาห์)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
T1	9.6±0.2 ^ก	9.4±0.4	9.5±0.2	9.6±0.6	9.2±0.4	9.9±0.3	9.3±0.6	9.3±0.4
T2	8.6±0.4 ^ข	9.5±0.3	9.5±0.1	9.5±0.1	9.5±0.3	9.7±0.3	9.3±0.3	9.0±0.2
T3	9.2±0.3 ^ก	9.5±0.3	9.7±0.3	9.5±0.2	9.3±0.1	9.8±0.2	9.2±0.2	9.2±0.2
T4	NA ²	9.5±0.3	9.5±0.4	9.3±0.4	9.3±0.5	9.8±0.3	9.1±0.4	9.1±0.1
T5	NA	9.4±0.4	9.6±0.2	9.5±0.1	9.3±0.3	9.6±0.2	9.1±0.3	9.1±0.0
P-value	0.01	0.99	0.85	0.90	0.86	0.59	0.92	0.41

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ 4 ซ้ำ

^{ก,ข} ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

¹ T1 = กลุ่มควบคุม (ไม่ได้ถูกกระตุ้นให้ผลิตนม); T2 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์; T3 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 1 สัปดาห์; T4 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 2 สัปดาห์; T5 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 3 สัปดาห์

² NA = ไม่ได้ประเมินค่า

ตารางที่ 22 ผลของโปรแกรมกระตุ้นการปลัดขนที่มีต่อความหนาเปลือกไข่ (มิลลิเมตร) ของไก่ทดลองในระยะต่างๆ หลังการปลัดขน

กลุ่มทดลอง ¹	ระยะหลังปลัดขน(สัปดาห์)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
T1	0.338±0.014 ^ก	0.333±0.023	0.337±0.019	0.342±0.017	0.338±0.018	0.343±0.020	0.343±0.012	0.368±0.011
T2	0.300±0.015 ^ข	0.338±0.019	0.325±0.005	0.337±0.004	0.345±0.012	0.347±0.005	0.354±0.006	0.359±0.007
T3	0.320±0.018 ^{กข}	0.329±0.016	0.332±0.017	0.344±0.014	0.343±0.011	0.357±0.018	0.355±0.014	0.377±0.012
T4	NA ²	0.338±0.013	0.331±0.012	0.331±0.019	0.343±0.020	0.354±0.009	0.351±0.024	0.367±0.005
T5	NA	0.333±0.016	0.329±0.002	0.341±0.011	0.336±0.008	0.348±0.005	0.357±0.007	0.371±0.009
P-value	0.03	0.93	0.77	0.72	0.91	0.36	0.69	0.15

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ 4 ซ้ำ

^{ก,ข} ค่าเฉลี่ยแนวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

¹ T1 = กลุ่มควบคุม (ไม่ได้ถูกกระตุ้นให้ปลัดขน); T2 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์; T3 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 1 สัปดาห์; T4 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 2 สัปดาห์; T5 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 3 สัปดาห์

² NA = ไม่ได้ประเมินค่า

ตารางที่ 23 ผลของโปรแกรมกระตุ้นการผลัดขนที่มีต่อความแข็งแรงเปลือกไข่ (นิวตัน) ของไก่ทดลอง
ในระยะต่างๆ หลังการผลัดขน

กลุ่มทดลอง ¹	ระยะหลังผลัดขน(สัปดาห์)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
T1	34.9±0.9	35.4±8.1	38.8±3.1	34.3±7.9	35.7±5.0	41.7±8.1	32.1±4.2	29.6±6.2
T2	35.6±6.6	37.6±2.7	34.4±4.3	32.2±4.4	33.7±1.5	37.6±4.0	32.0±3.6	26.8±2.9
T3	38.2±3.3	36.8±6.2	39.5±7.4	35.2±2.3	37.7±3.0	37.3±5.4	33.7±2.8	30.5±3.1
T4	NA ²	34.3±13.4	39.0±6.0	35.7±4.1	32.6±3.4	38.9±4.6	36.4±4.7	33.1±5.4
T5	NA	37.2±5.2	36.8±5.8	39.0±1.6	35.6±1.9	37.1±2.8	33.4±2.3	34.3±2.6
P-value	0.55	0.97	0.68	0.37	0.26	0.72	0.46	0.17

แต่ละค่าคือค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ 4 ซ้ำ

ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

¹ T1 = กลุ่มควบคุม (ไม่ได้ถูกกระตุ้นให้ผลัดขน); T2 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์; T3 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 1 สัปดาห์; T4 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 2 สัปดาห์; T5 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียาระยะฟื้นตัวอีก 3 สัปดาห์

² NA = ไม่ได้ประเมินค่า

ตารางที่ 24 อัตราการตายตลอดระยะเวลาการทดลอง

กลุ่มทดลอง ¹	อัตราการตาย (%)
T1	36.54 ± 9.68 ⁿ
T2	6.82 ± 8.70 ^u
T3	20.00 ± 8.16 ^u
T4	11.82 ± 9.21 ^u
T5	6.82 ± 13.64 ^u
P-value	0.003

^{n,u} ค่าเฉลี่ยแนวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

¹ T1 = กลุ่มควบคุม (ไม่ได้ถูกกระตุ้นให้ผลิตขน); T2 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์; T3 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียะหรืฝัสดำอีก 1 สัปดาห์; T4 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียะหรืฝัสดำอีก 2 สัปดาห์; T5 = ได้รับมันสำปะหลังบดติดต่อกัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมียะหรืฝัสดำอีก 3 สัปดาห์



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบลักษณะรังไข่และท่อนำไข่ของไก่แต่ละกลุ่มทดลองเมื่อสิ้นสุดโปรแกรม
ผลิตชน

วิจารณ์

จากการทดลองน้ำมันสำปะหลังบดมาใช้เป็นอาหารปลัคนในไก่ไข่โดยเปรียบเทียบผลของระยะพื้นผิวที่แตกต่างกันเป็นที่แน่ชัดว่าน้ำมันสำปะหลังบดสามารถใช้เป็นอาหารปลัคนกระตุ้นการปลัคนในไก่ไข่ได้อย่างมีประสิทธิภาพดังจะเห็นได้จากการหุคไข่ทั้งฟองของไก่ทดลองทั้ง 4 กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ปลัคน Berry (2003) รายงานว่าการหุคไข่ทั้งฟองเป็นพารามิเตอร์ที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของการกระตุ้นปลัคน นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมกระตุ้นการปลัคนค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวของไก่ทดลองกลุ่ม 2 มีค่าเท่ากับ 1.44 กิโลกรัม (ภาพที่ 2) ลดลงจากน้ำหนักตัวก่อนเข้าโปรแกรมปลัคน (1.83 กิโลกรัม; ตารางที่ 8) ประมาณร้อยละ 21.3 สอดคล้องกับรายงานของ Gongrattananunet *al.* (2013) รายงานว่าอาหารสูตรปลัคนน้ำมันสำปะหลังบดมีผลทำให้แม่ไก่มีน้ำหนักตัวลดลงประมาณ 21.9 เปอร์เซ็นต์ อาหารปลัคนน้ำมันสำปะหลังบดมีระดับโปรตีนต่ำ มีลักษณะฟาม (น้ำหนักน้อยแต่มีปริมาณมาก) มีผลทำให้ความน่ากิน (palatability) ลดลง สัตว์กินอาหารได้น้อยทำให้ได้รับพลังงานในอาหารน้อยจึงส่งผลทำให้น้ำหนักตัวลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยไก่ทั้ง 4 กลุ่มที่ผ่านการกระตุ้นให้ปลัคนมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวลดลงอยู่ในช่วงประมาณ 21.0-21.5 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม Brake and McDaniel (1981) รายงานว่าแม่ไก่ควรมีน้ำหนักตัวลดลงอย่างน้อย 25 เปอร์เซ็นต์ จึงจะมีผลต่อการปรับปรุงสมรรถภาพการให้ผลผลิตไข่ในรอบใหม่

จากการทดลองครั้งนี้พบว่า ระยะพื้นผิวโดยให้ไก่ได้รับอาหารไก่ไข่ระยะไก่สาวมีผลต่อน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการปลัคนดังแสดงในภาพที่ 2 โดยพบว่า ไก่กลุ่ม 2 มีน้ำหนักตัวน้อยกว่ากลุ่ม 3 4 และ 5 อย่างเห็นได้ชัดเป็นผลมาจากไก่กลุ่มที่ 2 ไม่มีระยะพื้นผิวในขณะที่ไก่กลุ่มที่ 3 4 และ 5 มีระยะพื้นผิวโดยได้รับอาหารไก่ไข่ระยะไก่สาวซึ่งเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาสูงทั้งสารอาหารโปรตีน พลังงาน แคลเซียมและฟอสฟอรัส (ตารางที่ 7)

โปรแกรมกระตุ้นการปลัคนที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ไม่มีผลกระทบต่อค่าอัตราส่วนของเม็ดเลือดขาว และสอร์โวนคอร์ติซอล (ตารางที่ 9) และอวัยวะภูมิคุ้มกัน (ตารางที่ 10) แสดงให้เห็นว่าวิธีการกระตุ้นปลัคนที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้มีผลทำให้ไก่ทดลองเกิดความเครียดน้อยมาก Khajaliet *al.* (2008) รายงานว่าการกระตุ้นปลัคนโดยใช้รำข้าวสาลีหรือข้าวโพดเป็นสูตรอาหารปลัคนมีผลทำให้ไก่เกิดความเครียดในระดับที่ต่ำกว่าวิธีการอดอาหาร เมื่อเปรียบเทียบค่า

ฮิมาโตคริตระหว่างไก่อกลุ่มควบคุมกับไก่ที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนพบว่า โดยภาพรวมไก่อที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนทั้ง 4 กลุ่มมีค่าฮิมาโตคริตสูงกว่าไก่อกลุ่มควบคุมเป็นผลมาจากไก่อที่ผ่านการกระตุ้นให้ผลัดขนจะหยุดวางไข่เนื่องจากรังไข่และท่อนำไข่เกิดการฝ่อตัว ดังนั้นเมื่อรังไข่และท่อนำไข่เกิดการฝ่อตัวจึงมีผลทำให้ฮอร์โมน estrogen มีปริมาณลดลงย่อมมีผลต่อปริมาณเซลล์เม็ดเลือดแดงเนื่องจากฮอร์โมน estrogen เป็นฮอร์โมนที่ผลิตจากรังไข่มีบทบาทในการยับยั้งกระบวนการสร้างเซลล์เม็ดเลือดแดงจึงส่งผลทำให้ค่าฮิมาโตคริตสูงขึ้น (Berry *et al.*, 1987) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างไก่อทั้ง 4 กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนพบว่า ไก่อกลุ่ม 3 มีค่าฮิมาโตคริตน้อยกว่าไก่อกลุ่ม 2 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สันนิษฐานว่าน่าจะเป็นผลมาจากไก่อกลุ่ม 3 เริ่มให้ผลผลิตไข่จึงส่งผลทำให้ฮอร์โมน estrogen มีระดับที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้ค่าฮิมาโตคริตลดต่ำลง

เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมผลัดขนโดยภาพรวมน้ำหนักรังไข่รวมทั้งน้ำหนักและความยาวของท่อนำไข่ของไก่อทั้ง 4 กลุ่ม ที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับไก่อกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 11) บ่งชี้ชัดถึงประสิทธิภาพของโปรแกรมผลัดขนที่มีผลทำให้เกิดการฝ่อของอวัยวะสืบพันธุ์ เป็นผลมาจากในช่วงเวลาดังกล่าวไก่อทั้ง 4 กลุ่มได้รับแสง 8 ชั่วโมงต่อวัน กล่าวอีกนัยหนึ่งคือยังไม่ได้รับการกระตุ้นแสงในรอบใหม่ เมื่อไม่มีการกระตุ้นแสงจึงส่งผลยับยั้งการหลั่งของฮอร์โมน LH และ FSH ทำให้รังไข่และท่อนำไข่เกิดการฝ่อตัว (ภาพที่ 12) การฝ่อตัวของรังไข่มีผลทำให้โปรเจสเตอโรน (progesterone) เทสโทสเตอโรน (testosterone) และ estrogen มีปริมาณลดลงส่งผลทำให้การทำงานของระบบสืบพันธุ์ลดลง (Etches and Cheng, 1981; Petite and Etches, 1988) ฮอร์โมนทั้งสามชนิดนี้ผลิตมาจากระเปาะไข่ในรังไข่ (Rondell, 1974; Yoshimura and Bahr, 1991) ดังจะเห็นได้จากโดยภาพรวมรังไข่ของไก่อที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนมีจำนวนระเปาะไข่ขนาดใหญ่กว่ากลุ่มควบคุมอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่เดียวกันไก่อที่ถูกกระตุ้นให้ผลัดขนมีจำนวนระเปาะไข่ขนาดกลางและขนาดเล็กมากกว่าไก่อกลุ่มควบคุม สะท้อนให้เห็นถึงการหยุดชะงักของพัฒนาการของระเปาะไข่ในไก่อทั้ง 4 กลุ่ม เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักรังไข่ ความยาวท่อนำไข่ และจำนวนระเปาะไข่ขนาดต่างๆ ระหว่างไก่อทั้ง 4 กลุ่มที่ผ่านกระตุ้นให้ผลัดขนไม่พบความแตกต่างทางสถิติแต่อย่างใด

จากตารางที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ยคุณภาพกระดูกของไก่ทดลองเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการผลัดขนพบว่าน้ำหนักกระดูก femur และ tibia ของไก่อกลุ่ม 3 4 และ 5 มีค่าน้อยกว่าของไก่อกลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สะท้อนให้เห็นถึงผลกระทบระยะยาว (long term effect) ของการขาดแคลเซียม

และฟอสฟอรัสที่มีต่อกระดูกจากการที่ได้รับมันสำปะหลังบด 14 วัน อาหารปลัคนมันสำปะหลังบดที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ไม่มีการเสริมวิตามินแร่ธาตุพรีมิกซ์ ผลการวิเคราะห์แคลเซียมและฟอสฟอรัสที่เป็นองค์ประกอบในมันสำปะหลังบดมีค่าเพียง 0.46 และ 0.009 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 7) ที่น่าสนใจคือน้ำหนักกระดูกของไก่กลุ่ม 5 มีแนวโน้มมากกว่าของไก่กลุ่ม 3 และ 4 การที่น้ำหนักกระดูกของไก่กลุ่ม 5 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่ม 3 และกลุ่ม 4 น่าจะเป็นผลมาจากการฟื้นตัวจากการได้รับอาหารไก่ไข่ระยะไก่สาวเป็นเวลานานถึง 3 สัปดาห์ ซึ่งเป็นอาหารที่มีระดับแคลเซียมและฟอสฟอรัสเท่ากับ 1.45 และ 0.11 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงของความยาวของกระดูก humerus ของไก่ทั้ง 4 กลุ่มมีลักษณะเป็นไปในทางเดียวกันกับความยาวของกระดูก tibia โดยพบว่ากลุ่ม 2 3 และ 5 มีความยาวของกระดูก humerus และ tibia ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่กลุ่ม 4 มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดน่าจะเป็นผลมาจากการที่ไก่กลุ่ม 5 มีระยะฟื้นตัวจากการได้รับอาหารไก่ไข่ระยะไก่สาวเป็นเวลานานถึง 3 สัปดาห์จึงได้รับแร่ธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายไก่และเป็นส่วนสำคัญในการเจริญของกระดูก

จากการทดลองครั้งนี้พบว่า ในช่วงระยะหลังการปลัคนช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 ปริมาณอาหารที่กินของไก่กลุ่ม 3 มีค่ามากกว่าของไก่กลุ่ม 4 และ 5 เป็นผลมาจากไก่กลุ่ม 3 มีอัตราการไข่สูงกว่าจึงต้องการอาหารเพื่อใช้ในการกระบวนการสร้างฟองไข่ที่มากกว่า (ตารางที่ 14) ส่วนการที่ไก่กลุ่ม 3 กินอาหารมากกว่าไก่กลุ่ม 1 น่าจะเป็นผลมาจากการได้รับอาหารในช่วงระยะฟื้นตัว 1 สัปดาห์ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายหลังจากได้อาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการต่ำกับในช่วงหลังออกจากโปรแกรมการกระตุ้นการปลัคนไก่กลุ่ม 3 ได้รับการกระตุ้นแสงส่งผลทำให้ผลผลิตไข่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังพบความแตกต่างทางสถิติในค่าเฉลี่ยของอัตราการเปลี่ยนอาหารปรากฏให้เห็นในช่วง 2-4 สัปดาห์แรก (ตารางที่ 15) โดยพบว่าไก่กลุ่ม 4 และ 5 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าไก่กลุ่มอื่นๆ เป็นผลมาจากไก่ทั้ง 2 กลุ่มนี้กินอาหารมากในขณะที่เพิ่งเริ่มให้ผลผลิตไข่เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตไข่ของไก่ทั้ง 5 กลุ่มเห็นได้ชัดว่า ในระยะแรกของการให้ผลผลิตไข่ไก่ทั้ง 4 กลุ่มที่ผ่านโปรแกรมกระตุ้นปลัคนให้ผลผลิตไข่ในระดับต่ำกว่าไก่กลุ่มควบคุม ผลผลิตไข่ของไก่ทั้ง 4 กลุ่มจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนเท่าเทียมกับของไก่กลุ่มควบคุมโดยใช้เวลาประมาณ 4 สัปดาห์ หลังจากนั้นไม่พบความแตกต่างทางสถิติจนสิ้นสุดการทดลองการให้ผลผลิตไข่ในรอบใหม่ในระยะหลังการปลัคนของไก่ทั้ง 4 กลุ่มไม่ค่อยแตกต่างไปจากของไก่กลุ่มควบคุมมากนักอัตราการไข่สูงสุด (peak of egg production) ของไก่กลุ่ม 3 มีค่าเท่ากับ 84.2 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่อัตราการไข่สูงสุดของไก่กลุ่ม 2 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 73.8 72.0 และ 79.3 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ภาพที่ 3) การที่ไก่กลุ่ม 2 มีแนวโน้ม

การให้ผลผลิตไขต่ำกว่ากลุ่ม 3 และกลุ่ม 5 เป็นผลมาจากสภาพความไม่พร้อมของอวัยวะภายในร่างกาย น้ำหนักตัวที่เหมาะสมสำหรับการได้รับการกระตุ้นแสงในไก่ไข่ระยะไก่สาวสายพันธุ์ลูกผสมทางการค้า ควรมีน้ำหนักตัวประมาณ 1.50 กก. (ISA, 2011) ทั้งนี้การฟ่อของรังไข่และท่อไข่ยังเกี่ยวเนื่องกันกับการมีน้ำหนักตัวลดลงในช่วงการกระตุ้นผลิตไข่ Berry (2003) รายงานว่ารังไข่จะเกิดการฟ่ออย่างเต็มที่ในแม่ไก่ที่มีน้ำหนักตัวลดลงประมาณ 25-30 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงระยะการกระตุ้นให้ผลิตไข่ จากการทดลองครั้งนี้ น้ำหนักตัวที่ลดลงของไก่กลุ่มที่ถูกกระตุ้นให้ผลิตไข่ทั้ง 4 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 21.0-21.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานจึงไม่สามารถปรับปรุงผลผลิตไข่และคุณภาพเปลือกไข่หลังผลิตได้ เนื่องจากน้ำหนักตัวที่ลดลงไม่ถึงจากที่เคยแนะนำข้างต้น ทำให้การสลายไขมันที่สะสมอยู่ในท่อไข่บริเวณที่เรียกว่า shell gland ซึ่งเป็นบริเวณที่ทำหน้าที่ในการสร้างเปลือกไข่ไม่สามารถเกิดขึ้นได้จึงมีผลขัดขวางการปลดปล่อยแคลเซียม Brake and McDaniel (1981) รายงานว่าการสลายไขมันภายใน shell gland จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อแม่ไก่มีน้ำหนักตัวลดลง 25-30 เปอร์เซ็นต์

การทดลองครั้งนี้พบว่าหลังการผลิตไขน้ำหนักไขของไก่ทดลองทั้ง 5 กลุ่มไม่แตกต่างกัน ยกเว้นในช่วง 2 สัปดาห์แรกไก่กลุ่ม 3 มีน้ำหนักไขน้อยกว่ากลุ่ม 1 และ 2 (ตารางที่ 16) น่าจะเป็นผลมาจากไก่กลุ่มที่ 3 เพิ่งเริ่มให้ผลผลิตไขในสัปดาห์แรกหลังจากที่ผ่านโปรแกรมกระตุ้นผลิตไข่ การเจริญของรังไข่และท่อไข่ยังเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ ในช่วงสัปดาห์ที่ 10-16 ของการให้ผลผลิตหลังการผลิต น้ำหนักไขแดงของไก่กลุ่ม 5 มีค่าน้อยกว่าของไก่กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นผลมาจากไก่กลุ่ม 5 มีอัตราการไข่ที่สูงกว่า ไก่ที่ให้ผลผลิตไขสูงกว่าจะมีน้ำหนักไขแดงน้อยกว่า เนื่องจากวงจรการไข่จะสั้นกว่า ดังนั้นระยะเวลาการสะสมไข่แดงในรังไข่จึงน้อยกว่า (Charvatova and Tumova, 2010) ในขณะที่ไก่กลุ่ม 2 และ 4 มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าไก่กลุ่มควบคุมเพียงบางระยะเท่านั้นที่น่าสนใจคือในสัปดาห์ที่ 12 และ 16 ไก่กลุ่ม 5 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักไขขาวสูงกว่าไก่ควบคุมอย่างเห็นได้ชัด (ตารางที่ 19) น่าจะเป็นผลมาจากเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อท่อไข่ของไก่กลุ่มนี้มีการฟื้นตัวอย่างเต็มที่ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khodadadiet al. (2008) ที่รายงานว่าการกระตุ้นผลิตไข่มีผลในการปรับปรุงคุณภาพไขขาว อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติของความสูงของไขขาวยกเว้นในสัปดาห์ที่ 2 ซึ่งพบว่าไก่กลุ่ม 2 และ 3 มีค่า Haugh unit สูงกว่าไก่กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 20) หลังจากนั้นไก่ทั้ง 4 กลุ่มที่ผ่านการกระตุ้นให้ผลิตไข่มีค่า Haugh units สูงกว่าไก่กลุ่มควบคุมตลอดระยะการทดลองแม้ว่าความแตกต่างจะไม่มีนัยสำคัญก็ตาม เป็นผลมาจากความแปรปรวน (variation) ภายในกลุ่มทดลอง

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพเปลือกไข่ของไก่ทั้ง 5 กลุ่มในช่วงระยะหลังการผลัดขนพบว่า ในสัปดาห์ที่ 2 ไก่กลุ่ม 2 มีน้ำหนักเปลือกไข่และความหนาเปลือกไข่น้อยกว่าไก่กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 21 และ 22 ตามลำดับ) น่าจะเป็นผลมาจากการที่ไก่กลุ่ม 2 ไม่มีระยะฟักตัวประกอบกับได้รับการกระตุ้นแสงเร็วเกินไปสอดคล้องกับผลการทดลองที่รายงานโดย Gongrattananunet *al.* (2013) สันนิษฐานว่าเซลล์เยื่อบริเวณท่อนำไข่ (shell gland) ยังมีการฟักตัวไม่เต็มที่ในขณะที่น้ำหนักเปลือกไข่และความหนาเปลือกไข่ของไก่กลุ่ม 3 มีค่าเท่าเทียมกับของไก่กลุ่มควบคุมแสดงให้เห็นว่าหลังการกระตุ้นผลัดขนแล้วแม้ไก่ควรมีระยะฟักตัวอย่างน้อย 1 สัปดาห์ก็จะไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพเปลือกไข่ Hurwitz *et al.* (1995) รายงานว่าหลังจากถูกกระตุ้นให้ผลัดขนแม้ไก่ควรมีระยะฟักตัวอย่างน้อย 14-21 วัน จึงจะมีผลต่อการปรับปรุงคุณภาพเปลือกไข่ในระยะหลังผลัดขน

ตลอดระยะเวลาการทดลองอัตราการตายของไก่กลุ่ม 2 และไก่กลุ่ม 5 มีอัตราการตายเท่ากันคือ 6.82 เปอร์เซ็นต์น้อยกว่าไก่กลุ่ม 3 และ 4 ซึ่งมีค่าอัตราการตายเท่ากับ 20 และ 11.90 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในขณะที่ไก่กลุ่มควบคุมมีอัตราการตายเท่ากับ 36.54 เปอร์เซ็นต์ เห็นได้ชัดว่าการผลัดขนมีผลต่อการปรับปรุงอัตราการเลี้ยงรอดของไก่ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Brake and Thaxton (1982)

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

มันสำปะหลังบดสามารถใช้เป็นอาหารปลั๊กชนกระตุ้นการปลั๊กชนในไก่ไข่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการทดลองครั้งนี้พบว่า เมื่อสิ้นสุดการให้อาหารสูตรปลั๊กชนน้ำหนักตัวไก่ลดลงอยู่ในช่วงประมาณ 21.0-21.5 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ส่งผลกระทบต่ออวัยวะภูมิคุ้มกันบ่งชี้ให้เห็นว่าการกระตุ้นปลั๊กชนมีผลกระทบต่อความเครียดเพียงเล็กน้อยซึ่งไม่ขัดต่อสวัสดิภาพสัตว์ นอกจากนี้ยังพบว่าในช่วงระยะหลังการปลั๊กชนไม่พบความแตกต่างทางสถิติของผลผลิตไข่และน้ำหนักไข่ระหว่างไก่กลุ่มทดลอง โดยภาพรวมค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่ขาวของไก่ทดลองที่มีระยะฟักตัว 3 สัปดาห์มีค่ามากกว่าไก่กลุ่มอื่นๆ อย่างไรก็ตามโปรแกรมที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ไม่มีผลต่อการปรับปรุงคุณภาพเปลือกไข่ น่าจะเป็นผลมาจากในช่วงที่ถูกกระตุ้นให้ปลั๊กชนแม่ไก่มีน้ำหนักตัวลดลงน้อยเกินไป

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาพัฒนาเทคนิคของโปรแกรมปลั๊กชนที่ใช้ในขั้นต่อไปเพื่อปรับปรุงการให้ผลผลิตไข่และคุณภาพเปลือกไข่ เพื่อให้ไก่มีน้ำหนักตัวลดลงอยู่ในช่วงที่เหมาะสมและควรให้ไก่มีระยะฟักตัวก่อนการกระตุ้นแสงเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมของร่างกายไก่ในการให้ผลผลิตไข่ในรอบใหม่หลังการปลั๊กชนและปรับปรุงอัตราการเลี้ยงรอด นอกจากนี้ในอาหารสูตรปลั๊กชนควรเสริมวิตามินแร่ธาตุให้เพียงพอกับความต้องการของไก่เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบต่อคุณภาพกระดูก

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กล้าณรงค์ ศรีรอด, เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, วัชรวิ เลิศมงคล, จำลอง เกี่ยมจันทรรจ, ปิยะ ดวงพิบัติตรา, เอ็จสโรบล, ปิยะวุฒิ พูนสงวน, เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์และวิจารณ์ วิชชุกิจ. 2542. **การแปรรูปและการใช้ประโยชน์มันสำปะหลัง**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2535. **เอกสารประกอบการฝึกอบรม “อาหารสัตว์”**. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2544. **การเลี้ยงไก่ไข่**. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- ไชยา อัยสุนนิน. 2533. **คู่มือไก่ไข่**. ศูนย์ผลิตตำราเกษตรเพื่อชนบท, กรุงเทพฯ.
- บุญล้อม ชีวอิสระกุล. 2541. **โภชนศาสตร์สัตว์ เล่ม 1**. พิมพ์ครั้งที่ 6. ธนบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่.
- สาโรจน์ คำเจริญ. 2547. **อาหารและการให้อาหารสัตว์ไม่เลี้ยงเอื้อง**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- สุวรรณิ สิมะกรพันธ์. 2542. **การเลี้ยงไก่ไข่**. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี, กรุงเทพฯ.
- สุชน ตั้งทวีพัฒน์. 2542. **การจัดการผลิตสัตว์ปีก**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- อุทัย กันโร และ สุกัญญา จัตตพรพงษ์. 2547. **การใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์**. ศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์ สถาบันสุวรรณวาลกสิกิจฯ และภาควิชาสัตวบาล. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

อุทัยคันโธ. 2529. อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 297 น.

Abo Elouun, S.A. 2009. Effect of two different induced molting programs on serum, egg yolk IGY concentration and immune parameter in laying hens. **Poult. Sci.** 29: 357-371.

Alodan, M.A. and M.M. Mashaly. 1999. Effect of induced molting in laying hens on production and immune parameters. **Poult. Sci.** 78: 171-177.

AOAC. 1990. **Official Methods of Analysis**. 13th ed., Association of official analytical chemists, Washington, D.C., U.S.A.

Arrington, L.R., R.A. SantaCruz, R.H. Harms and H.R. Wilson. 1967. Effects of excess dietary iodine upon pullets and laying hens. **J. Nutr.** 92: 325-330.

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

_____. and J. Brake . 1987. Postmolt performance of laying hens molted by high dietary zinc low dietary sodium and fasting egg production and eggshell quality. **Poult. Sci.** 66: 218-226.

Biggs, P.E., M.W. Douglas, K.W. Koelkebeck and C.M. Parsons. 2003. Evaluation of nonfeed removal methods for molting programs. **Poult. Sci.** 82: 749-753.

_____, 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.

- Brake, J. and G. R. McDaniel. 1981. Factors affecting broiler breeder performance. 3. Relationship of body weight during fasting to postmolt performance. **Poult. Sci.** 60: 726–729.
- _____, P. Thaxton and E.H.Benton. 1979. Physiological changes in caged layers during a forced molt. 3. Plasma thyroxine, plasma triiodothyronine, adrenal cholesterol, and total adrenal steroids. **Poult. Sci.** 58: 1345-1350.
- Breeding, S.W., J.T. Brake, J.D. Garlich and A.L. Johnson. 1992. Molt induced by dietary zinc in a low-calcium diet. **Poult. Sci.** 71: 168–180.
- Charvatova, V and E. Tumova. 2010. Time of oviposition and egg composition: a review. **Scientia Agric. Bohem.** 41(3): 190–195.
- Christmas, R.B., R.H. Harms and O.M. Junqueira. 1985. Performances of Single Comb White Leghorn hens subjected to 4- or 10-day feed withdrawal force rest procedures. **Poult. Sci.** 64: 2321–2324.
- 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. and K.W. Cheng. 1981. Changes in the plasma concentrations of luteinizing hormone, progesterone, oestradiol and testosterone and in the binding of follicle stimulating hormone to the theca of follicles during the ovulation cycle of the hen (*Gallus domesticus*). **J. Endocr.** 91: 11-22.

- 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 steroids and the response to exogenous LH-RH. **J. Reprod. Fert.** 70: 121-130.
- 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: 2798–2807.
- Hambree, D.J., A.W. Adams and J.V. Craig. 1980. Effects of force-molting by conventional and experimental light restriction methods on performance and agonistic behavior of hens. **Poult. Sci.** 59: 215–223.
- Herremans, M. 1986. A new method of recording molting in the fowl. **Brit. Poult. Sci.** 27: 177–194.
- Himeno, K. and Y. Tanabe. 1957. Mechanism of molting in the hen. **Poult. Sci.** 36: 935–942.
- Hurwitz, S., S. Bornstein and Y. Lev. 1975. Some responses of laying hens to induced arrest of egg production. **Poult. Sci.** 54: 415–422.
- Hurwitz, S.E., 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.
- ISA Brown. 2011. **Product performance**. Available Source: <http://www.isapoultry.com>, August 27, 2013.

- Johnson, A.L. 1986. Reproduction in the female, pp. 403–431 *In* P.D. Sturkie, (ed.). **Avian Physiology**. 4th ed., Springer-Verlag. New York, NY, U.S.A.
- Khajali, F., S.Karimi and M.R. Akhari. 2008. Physiological response and postmolt performance of laying hens molted by non-feed removal methods. **Amer. J. Anim. Vet. Sci.** 3 (1): 13-17.
- Khajarearn, J., S. Khajarearn, A. Sivapraphagon and L. Nandhapipat. 1982. A survey on the changes in chemical composition of cassava root products in KhonKaen region in 1980. pp 22-29. **In KKU-IDRC Cassava/ Nutrition project 1976 Annual Report**, KhonKaen University, KhonKaen, Thailand.
- 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, S.A. Bloomfield, H.A. Hogan, L.F. Kubena, D.J. Nisbet and S.C. Ricke. 2007. Molt performance and bone density of cortical, medullary, and cancellous bone in laying hens during feed restriction or alfalfa-based feed molt. **Poult. Sci.** 86: 1821–1830.
- _____, T.M. Herfel, C.S. Dunkley, P.Y. Hester, T.D. Crenshaw and S.C. Ricke. 2008. The effects of alfalfa based molt diets on skeletal integrity of White Leghorns. **Poult. Sci.** 87: 2178-2185.
- Koelkebeck, K.W., C.M. Parsons, P. Biggs and P. Utterback. 2006. Nonwithdrawal molting programs. **J. Appl. Poult. Res.** 15: 483-491.

- Landers, K.L., R.W. Moore, P. Herrera, D.A. Landers, Z.R. Howard, J.L. McReynolds, J.A. Bryd, L.F. Kubena, D.J. Nisbet and S.C. Ricke. 2008. Organ weight and serum triglyceride responses of older(80 week) commercial laying hens fed an alfalfa meal molt diet. **Bioresour. Technol.** 99: 6692-6696.
- Lee, K. 1982. Effects of forced molt period on postmolt performance of Leghorn hens. **Poult. Sci.** 61: 1594-1598.
- Mazzuco, H. and P.Y. Hester. 2005. The effect of an induced molt using a nonfasting program on bone mineralization of White Leghorns. **Poult. Sci.** 84: 1483–1490.
- Mrosovsky, N. and D.F. Sherry. 1980. Animal anorexias. **Science.** 207: 837–842.
- Nørgaard-Nielsen, G. 1990. Bone strength of laying hens kept in an alternative system, compared with hens in cages and on deep-litter. **Br. Poult. Sci.** 31: 81-89.
- North, M.O. and D.D. Bell. 1990. **Commercial Chicken Production Manual.** 4th ed, Chapman Hall, New York.
- Onbasilar, E.E. and H. Erol. 2007. Effects of different forced molting methods on postmolt production, corticosterone level, and immune response to sheep red blood cell in laying hens. **J. Appl. Poult. Res.** 16: 529-536.
- Park, S.Y., S.G. Birkhold, L.F. Kubena, D.J. Nisbet and S.C. Ricke. 2004. Effects of high zinc diets using zinc propionate on molt induction, organs, and postmoltegg production and quality in laying hens. **Poult.Sci.** 83: 24–33.

- Petek, M. and F. Alpay. 2008. Utilization of grain barley and alfalfa meal as alternative moult induction program for laying hens: body weight loss and egg production traits. **Bulg. J. Vet. Med.** 11: 243-249.
- Petitte, J.N. and R.J. Etches. 1988. The effect of corticosterone on the photoperiodic response of immature hens. **Gen. Comp. Endocrinol.** 39: 424-430.
- Puvadolpirod, S. and J.P. Thaxton. 2000. Model of physiology stress in chickens 1. Response parameters. **Poult. Sci.** 79: 363-369.
- Rondell, P. 1974. Role of steroid synthesis in the process of ovulation. **Biol. Reprod.** 10: 199-215.
- Said, N.W., T.W. Sullivan, H.R. Bird and M.L. Sunde. 1984. A comparison of the effect of two force molting methods on performance of two commercial strains of laying hens. **Poult. Sci.** 63: 2399-2403.
- Sandhu, M.A., Z.U. Rahman, S.U. Rahman and I.J. Hassan. 2007. Dynamics of innate immune response in *Gallus domesticus* using two methods of induced molting. **Vet. Immunol. Immunopathol.** 120: 106-114.
- Sherry, D. F., N. Mrosovsky, and J. A. Hogan. 1980. Weight loss and anorexia during incubation in birds. **J. Comp. Physiol. Psychol.** 94: 89-98.
- Tona, K., F. Bamelis, B. De Ketelaere, V. Bruggeman and E. Decuyper. 2002. Effect of induced molting on albumen quality, hatchability, and chick body weight from broiler breeders. **Poult. Sci.** 81: 323-332.

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

Woodward, C.L., Y.M. Kwon, L.F. Kubena, J.A. Byrd, R.W. Moore, D.J. Nisbet and S.C. Ricke. 2005. Reduction of *Salmonella enterica* serovar Enteritidis colonization and invasion by an alfalfa diet during molt in Leghorn hens. **Poult. Sci.** 84: 185–193.

Yoshimura, Y. and J.M. Bahr. 1991. Localization of progesterone receptors in pre- and postovulatory follicles of domestic hens. **Endocrinology.** 128: 323-330.





ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะภายในโรงเรือนทดลอง



ภาพผนวกที่ 2 ลักษณะภายในคอกควบคุมแสง (windowless house) ใช้สำหรับโปรแกรมการผสมพันธุ์



ภาพผนวกที่ 3 มันสำปะหลังบด (Cassava Mash)



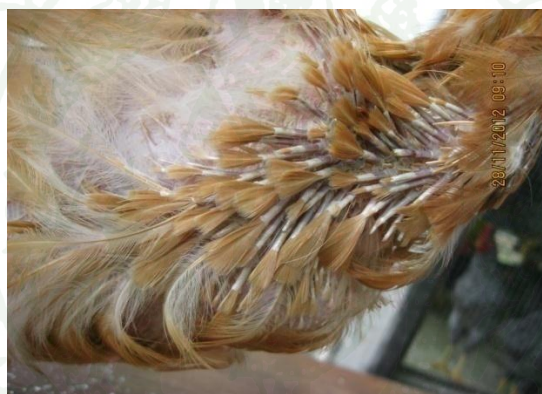
ภาพผนวกที่ 4 อาหารไก่ระยะไข่สาว (pullet developer diets)



ภาพผนวกที่ 5 อาหารไก่ระยะไข่ (layer diets)



ภาพนกที่ 6 ลักษณะเริ่มการผลัดขน



ภาพนกที่ 7 ลักษณะขนกำลังเจริญหลังการผลัดขน



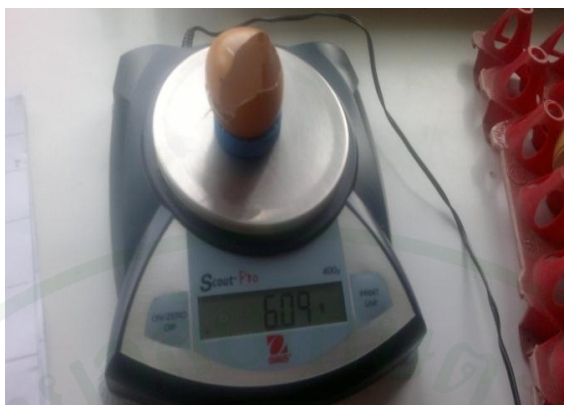
ภาพนกที่ 8 ลักษณะการเจริญของขนชุดใหม่



ภาพผนวกที่ 9 ลักษณะและตำแหน่งของต่อมไทมัส



ภาพผนวกที่ 10 ลักษณะของต่อมไทรอยด์



ภาพผนวกที่ 11 เครื่องชั่งดิจิตอล (Model PB 1501, Mettler Toledo, Columbus, OH, U.S.A.)



ภาพผนวกที่ 12 เครื่องวัดความหนาเปลือกไข่ (Mitutoyo Corporation, Kanagawa, Japan)



ภาพผนวกที่ 13 เครื่องวัดความแข็งของเปลือกไข่ (Robotation, Tokyo, Japan)

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวกนกพรแสงกุดเรือ
วันเดือนปีที่เกิด	25 เมษายน 2531
สถานที่เกิด	บ้านเลขที่ 131 หมู่ที่ 16 ต.นางาม อ.เสลภูมิ จ.ร้อยเอ็ด
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (สัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร) มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน -

สถานที่ทำงานปัจจุบัน -

ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ -

ทุนการศึกษาที่ได้รับ -

ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์

1. กนกพร แสงกุดเรือ, นิรัตน์ กองรัตนันท์, ชัยวัฒน์ บุญแก้ววรรณ, พนัส ธรรมกิริติวงศ์. 2557. ผลการใช้มันสำปะหลังบดเป็นอาหารปลัดขานที่มีต่ออวัยวะสืบพันธุ์คุณภาพกระดูกและสมรรถภาพการให้ผลผลิตหลังการปลัดขานในไก่ไข่, น. 1-8. ในรายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 52 (สาขาสัตว).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.