รหัสโครงการ SUT3-303-55-12-27

รายงานการวิจัย

ผลของการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อย ต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต คุณภาพไข่ ปริมาณคอเลสเตอรอล และองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่

(Effect of Free-range Layer System on Production Performance, Egg Quality, Cholesterol Content and Fatty Acid Composition of Egg)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT3-303-55-12-27

รายงานการวิจัย

ผลของการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อย ต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต คุณภาพไข่ ปริมาณคอเลสเตอรอล และองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่

(Effect of Free-range Layer System on Production Performance, Egg Quality, Cholesterol Content and Fatty Acid Composition of Egg)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ดร. วิทธวัช โมพี

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ร่วมวิจัย

ผศ.ดร. สุทิศา เข็มผะกา

นายเฉลิมชัย หอมตา

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

สิงหาคม 2558

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ความอนุเคราะห์โรงเรือนและอุปกรณ์สำหรับการเลี้ยงไก่วิจัย ขอขอบคุณศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการวิเคราะห์ทางเคมีตัวอย่างอาหารทดลองและไข่ไก่ และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณ คุณบัณฑิตา ทักขนนท์ ที่ได้มีส่วนช่วยให้การวิจัยครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

วิทธวัช โมพี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อย ต่อสมรรถนะการให้ผลผลิตไข่ คุณภาพไข่ ปริมาณคอเลสเตอรอล และองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่ โดยใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ทางการค้า (Isa Brown) อายุ 30 สัปดาห์ จำนวน 276 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้คือ กลุ่มที่ 1 เลี้ยงไก่ไข่บนกรงตับ (4 ตัว/กรง) กลุ่มที่ 2 เลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยพื้น (5 ตัว/ตร.ม.) และกลุ่มที่ 3 เลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยพื้น (5 ตัว/ตร.ม.) และมีพื้นที่ปล่อยออกสู่แปลงหญ้า (2 ตร.ม./ตัว) เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ (อายุไก่ 30 ถึง 42 สัปดาห์) ไก่ทั้งสามกลุ่มได้รับอาหารสูตรเดียวกันตลอดการทดลอง ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบการเลี้ยงไก่ไข่ไม่มีผลต่อผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ (P>0.05) แต่พบว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้นกินอาหารได้มากกว่าไก่ที่เลี้ยงบนกรงตับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ในส่วนของคุณภาพไข่พบว่ารูปแบบการเลี้ยงทั้งสามแบบไม่ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ของไข่ขาว ไข่แดง เปลือกไข่ ความหนาของเปลือกไข่ ความสูงไข่ขาว และค่า Haugh unit แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่พบว่าการเลี้ยงไก่ไข่แบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้ามีสีไข่แดงเข้มกว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้นและบนกรงตับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) รูปแบบการเลี้ยงไก่ไข่ที่แตกต่างกันไม่ส่งผลให้ปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่ไก่แตกต่างกัน (P>0.05) แต่พบว่าการเลี้ยงไก่ไข่แบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้ามีการสะสมกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ที่เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้อัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้น และบนกรงตับ

การศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการเลี้ยงไก่ไข่แบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้า สามารถช่วยเพิ่มสีของไข่แดงและสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในไข่ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการให้ผลผลิตและคุณภาพไข่

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effect of laying hen rearing system on production performance, egg quality, cholesterol content and fatty acid composition of egg. A total of 276, 30-wk-old Isa Brown laying hens were randomly allocated into 3 treatments: conventional battery cage, floor pen and free-range system. In conventional battery cage treatment, birds were reared with 4 birds per cage. In floor pen treatment, birds were housed with 5 birds per m^2. In free-range treatment, birds were housed in a similar floor pen; in addition, they also had an outdoor grass paddock (2 m^2 per bird). All birds were provided with the same diet during 12 weeks of experimental period (30 to 42 weeks of age). The results showed that the different rearing systems did not affect to egg production, egg weight and feed conversion ratio ($P>0.05$). However, the hens in the floor pen treatment had higher feed intake than the hens in the conventional battery cage treatment ($P<0.05$). There were no difference groups in the percentage of yolk, albumen and shell; shell thickness; albumen height and Haugh unit ($P>0.05$). However, the hens in the free-range treatment had higher egg yolk color than the hens in the conventional battery cage and free-range system ($P<0.05$). The different rearing systems did not affect to cholesterol content in egg ($P>0.05$). However, the proportion of n-3 fatty acids was higher and the ratio of n-6 to n-3 fatty acids was lower in the free-range treatment than in floor pen and conventional battery cage treatments ($P<0.05$).

These data indicate that the free-range egg production system can enhance egg yolk color and proportion of n-3 fatty acids of egg, without any important chance in production performance and egg quality.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญภาพ ..... ช
บทที่ 1 บทนำ
ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3
สมมติฐานของการวิจัย 3
ขอบเขตของการวิจัย 3
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 4
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร
ระบบการเลี้ยงไก่ไข่ทางเลือก 6
ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต 7
ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อคุณภาพไข่ 9
ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อปริมาณคอเลสเตรอลในไข่แดง 10
ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง 11
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย
สัตว์และการจัดกลุ่มทดลอง 14
การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ 16
การวิเคราะห์ทางสถิติ 18
สถานที่และระยะเวลาในการดำเนินทำการวิจัย 19

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์
ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต....20
ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อคุณภาพไข่....22
ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อปริมาณคอเลสเตรอลในไข่แดง....24
ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อปริมาณการเปลี่ยนแปลงของหญ้าในแปลงปล่อย....26
ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง....29
การเปลี่ยนแปลงของการสะสมกรดไขมันในไข่แดงตลอดการทดลอง....33
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ
บทสรุป....34
ข้อเสนอแนะ....34
เอกสารอ้างอิง....35
ประวัตินักวิจัย....39

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 เปรียบเทียบมาตรฐานการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อย (free-range) ในประเทศต่าง ๆ 6
2.2 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต.....7
2.3 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อคุณภาพไข่ 10
2.4 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดง.....11
2.5 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง.....13
3.1 ส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองและองค์ประกอบของโภชนะ 15
4.1 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต.....20
4.2 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อคุณภาพไข่ 23
4.3 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อสีของไข่แดง.....24
4.4 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อปริมาณคอเลสเตอรอลและไขมันในไข่แดง.....25
4.5 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อปริมาณคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์
ในเลือดไก่ไข่ 26
4.6 ผลของการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อปริมาณการกินได้และองค์ประกอบทางเคมีของหญ้า....27
4.7 องค์ประกอบชนิดของกรดไขมันในอาหารและหญ้า.....28
4.8 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง
(สัปดาห์ที่ 4 ของการทดลอง) 30
4.9 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง
(สัปดาห์ที่ 8 ของการทดลอง) 31
4.10 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง
(สัปดาห์ที่ 12 ของการทดลอง) 32

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 เปรียบเทียบผลของการเลี้ยงไก่ไข่บนกรงและการเลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่ภายนอกต่อปริมาณผลผลิตไข่ 8
3.1 โรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อย (free-range).....14
4.1 การเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์กรดไขมันโอเมก้า-3 ตลอดการทดลอง 33

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

อุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่ไข่ในปัจจุบัน ยังคงมุ่งเน้นการผลิตเพื่อให้ได้ปริมาณผลผลิตและผลกำไรสูงสุด นำมาสู่การเลี้ยงไก่อย่างหนาแน่นบนกรงตับ ทำให้ไก่มีพื้นที่จำกัดในการเคลื่อนไหวและมีการแสดงออกของพฤติกรรมตามธรรมชาติที่ลดลง (Tuason et al., 1999; Vits et al., 2005) นอกจากนี้ยังส่งผลเสียต่อสุขภาพไก่ไข่ โดยเฉพาะความผิดปกติของกระดูก (Wang et al., 2009; Holt et al., 2011) วิธีการดังกล่าวเป็นการเลี้ยงไก่ไข่ที่ขัดต่อหลักสวัสดิภาพสัตว์ (animal welfare) จนกระทั่งสหภาพยุโรปได้มีการห้ามเลี้ยงไก่ไข่บนกรงตับตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2555 เป็นต้นมา อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าประเทศไทยยังไม่ได้มีการห้ามเลี้ยงไก่บนกรงตับ แต่ก็เริ่มมีกระแสจากผู้บริโภคที่มีความห่วงใยต่อสวัสดิภาพสัตว์ ประกอบกับกระแสความต้องการบริโภคอาหารธรรมชาติและอาหารอินทรีย์ที่เริ่มขยายตัวอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในกลุ่มผู้บริโภคที่มีความห่วงใยต่อสุขภาพของตนเองและมีรายได้มากพอในการจับจ่ายซื้อหาสินค้าเหล่านี้เพื่อการบริโภค เรียกตลาดกลุ่มนี้ว่าตลาดกลุ่มเฉพาะ (niche market) ดังนั้นผู้เลี้ยงไก่บางส่วนจึงเริ่มหันมาให้ความสนใจในการที่จะผลิตไข่ไก่อินทรีย์สำหรับป้อนตลาดในกลุ่มนี้ แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากการเลี้ยงไก่ให้เป็นไปตามมาตรฐานปศุสัตว์อินทรีย์ (มกษ. 9000 เล่ม 2-2554) นั้นยังเป็นเรื่องยาก เนื่องจากมีข้อจำกัดหลายประการ ได้แก่ การที่จะต้องหาลูกไก่ที่เกิดจากพ่อแม่พันธุ์ที่มีการจัดการตามระบบอินทรีย์ ต้องใช้วัตถุดิบอาหารที่มีกระบวนการผลิตที่สอดคล้องกับข้อกำหนดของเกษตรอินทรีย์ การห้ามใช้วัตถุดิบที่ได้จากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม การห้ามใช้ยาปฏิชีวนะ ยากันบิด สารเร่งการเจริญเติบโต หรือสารอื่นใดในอาหารสัตว์เพื่อวัตถุประสงค์ในการเร่งการเจริญเติบโตหรือเพิ่มผลผลิต เป็นต้น ดังนั้นก่อนที่จะไปถึงขั้นตอนของการเลี้ยงไก่ระบบอินทรีย์ จึงควรจะเริ่มต้นจากระบบการเลี้ยงไก่แบบปล่อย (free-range chicken) ซึ่งเป็นระบบที่สามารถทำได้ทันทีและมีความใกล้เคียงกับระบบอินทรีย์ (organic chicken) แม้ว่ามาตรฐานการเลี้ยงไก่แบบปล่อยจะไม่เข้มงวดเท่ากับการเลี้ยงไก่แบบอินทรีย์ แต่ก็มั่นใจได้ว่าไข่ไก่ที่ได้จะมีคุณภาพดี มีความปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค คำนึงถึงหลักสวัสดิภาพสัตว์ และการเลี้ยงในระบบนี้จะเป็นพื้นฐานในการก้าวไปสู่การเลี้ยงไก่ไข่ในระบบอินทรีย์ต่อไป

ระบบการเลี้ยงไก่แบบปล่อยมีการทำมานานในประเทศแถบยุโรป โดยเฉพาะประเทศที่ประสบความสำเร็จมากคือประเทศฝรั่งเศส สินค้าที่ผลิตได้จากระบบนี้ จะมีการติดฉลากสีแดง และมีอักษรเป็นภาษาฝรั่งเศสว่า “Label rouge” ซึ่งถือเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของประเทศนี้ โดยสินค้าประเภทนี้มีสัดส่วนการตลาดสูงถึง 30% ของมูลค่าสินค้าสัตว์ปีกทั้งหมดในประเทศฝรั่งเศส ส่วนใน

ประเทศยุโรปอื่น ๆ และสหรัฐอเมริกาจะติดฉลากสินค้าว่า “Free-range” ซึ่งมีราคาสูงกว่าสินค้าปกติประมาณสองเท่า และผู้บริโภคยินดีที่จะจ่ายเงินเพิ่มเพื่อซื้อสินค้าเหล่านี้เนื่องจากเชื่อว่าเป็นสินค้าที่มีผลดีต่อสุขภาพ และคำนึงถึงหลักสวัสดิภาพสัตว์ อย่างไรก็ตามแม้ว่าระบบการเลี้ยงไก่แบบปล่อยจะมีการทำอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะในประเทศแถบยุโรป แต่งานวิจัยในด้านนี้ยังมีอยู่น้อยมาก จากการรวบรวมงานวิจัยนั้นส่วนใหญ่จะเป็นการเลี้ยงไก่แบบปล่อยพื้น (floor pen) โดยไม่มีพื้นที่ปล่อยออกสู่ภายนอกโรงเรือน โดยในแง่ของการให้ผลผลิตนั้น Basmacioglu and Ergul (2005) และ Singh et al. (2009) พบว่าการเลี้ยงไก่แบบปล่อยพื้นให้ผลผลิตไข่ไม่แตกต่างจากการเลี้ยงบนกรง ในขณะที่ Yakubu et al. (2007) รายงานว่าการเลี้ยงไก่แบบปล่อยพื้นให้ผลผลิตไข่ต่ำกว่าการเลี้ยงบนกรง ในแง่ของปริมาณอาหารที่กินได้ Basmacioglu and Ergul (2005) และ Yakubu et al. (2007) พบว่าไก่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้นกินอาหารได้มากกว่าไก่ที่เลี้ยงบนกรง ในขณะที่ Singh et al. (2009) ไม่พบความแตกต่างดังกล่าว ในแง่ของน้ำหนักไข่ Singh et al. (2009) พบว่าไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงแบบปล่อยพื้นมีน้ำหนักไข่สูงกว่าแบบที่เลี้ยงบนกรง ซึ่งตรงกันข้ามกับ Yakabu et al. (2007) พบว่าไข่ที่ได้จากการเลี้ยงไก่แบบปล่อยพื้นมีน้ำหนักต่ำกว่าไข่ที่ได้จากการเลี้ยงไก่บนกรง ในขณะที่ Basmacioglu and Ergul (2005) รายงานว่าไม่พบความแตกต่างของน้ำหนักไข่ระหว่างการเลี้ยงไก่ทั้งสองระบบ

ในส่วนของคุณภาพไข่ขาวและไข่แดง Singh et al. (2009) พบว่าการเลี้ยงไก่แบบปล่อยพื้นจะได้ไข่ที่มีน้ำหนักไข่ขาว ไข่แดง และเปลือกไข่สูงกว่าการเลี้ยงบนกรง ในขณะที่ Van der Brand et al. (2004) ไม่พบความแตกต่างของน้ำหนักไข่ขาวและน้ำหนักไข่แดงระหว่างไก่ที่เลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่ภายนอกกับไก่ที่เลี้ยงบนกรง แต่พบว่าไก่ที่เลี้ยงแบบมีพื้นที่สู่ภายนอกจะให้สีไข่แดงที่เข้มกว่า ในส่วนขององค์ประกอบของไขมันในไข่นั้น Wang et al. (2009) พบว่าปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดงของไก่ที่เลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่ภายนอกจะต่ำกว่าไก่ที่เลี้ยงบนกรง แต่ Pignoli et al. (2009) พบว่าปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดงของไก่ที่เลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยกับไก่ที่เลี้ยงบนกรงไม่มีความแตกต่างกัน Rossi and De Reu (2011) พบว่าไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงบนกรง แบบปล่อยพื้นแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่ภายนอก และแบบอินทรีย์ มีส่วนประกอบของกรดไขมันชนิด MUFA และ PUFA ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ Lopez-Bote et al. (1998) พบว่าไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้าจะมีสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 สูงขึ้น เนื่องจากได้รับหญ้าซึ่งเป็นแหล่งของกรดไขมันชนิดนี้ และไข่ไก่ยังมีอัตราส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 ที่ต่ำลงอีกด้วย ซึ่งต่างจาก Hidalgo et al. (2008) รายงานว่าไม่พบความแตกต่างของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 และอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 ระหว่างไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงบนกรง แบบปล่อยพื้น และแบบที่มีพื้นที่ปล่อยออกสู่ภายนอก

จากการวิเคราะห์เอกสารข้างต้น จะเห็นได้ว่าการเลี้ยงไก่แบบปล่อยมีแนวโน้มที่จะให้คุณภาพไข่ดีกว่าการเลี้ยงบนกรง แต่อย่างไรก็ตามยังมีบางรายงานที่ให้ผลตรงกันข้าม ดังนั้นในการ

วิจัยครั้งนี้จึงต้องการเปรียบเทียบระหว่างระบบการเลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยออกสู่แปลงหญ้า (free-range) การเลี้ยงแบบปล่อยพื้นภายในโรงเรือน (floor pen) และบนกรงตับ (cage) ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เลี้ยงไก่ไม่ว่าจะเป็นแบบมีพื้นที่ปล่อยออกสู่แปลงหญ้า หรือปล่อยพื้น เพราะคุณภาพไข่ที่ดีกว่า และไม่ขัดต่อหลักสวัสดิภาพสัตว์ และยังจะเป็นการเพิ่มมูลค่าสินค้าไข่ไก่ และเน้นจุดขายสำหรับลูกค้ากลุ่มเฉพาะ นอกจากจะเป็นการเพิ่มมูลค่าของสินค้าแล้ว ยังเป็นการเปิดช่องทางการตลาดใหม่ ที่ไม่ต้องไปแข่งขันโดยตรงกับบริษัทผู้ประกอบการรายใหญ่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการเลี้ยงไก่ไข่ในระบบปล่อย (free-range) ต่อสมรรถนะการให้ไข่ คุณภาพไข่ ปริมาณคอเลสเตอรอล และส่วนประกอบของกรดไขมันในไข่ เปรียบเทียบกับระบบปล่อยพื้นภายในโรงเรือน (floor pen) และระบบกรงตับ (cage)

สมมติฐานของการวิจัย

การเลี้ยงไก่ไข่แบบที่มีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้า (free-range) และแบบปล่อยพื้นภายในโรงเรือน (floor pen) อาจจะส่งผลดีต่อคุณภาพไข่ขาว ไข่แดง และเปลือกไข่ นอกจากนี้ยังอาจจะสามารถลดปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดงได้ และไก่ที่เลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้า จะมีการจิกกินหญ้า จึงน่าจะส่งผลต่อสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ที่จะเพิ่มขึ้นในไข่แดง

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ทางการค้า (Isa Brown) เป็นตัวแทนไก่ไข่ โดยกำหนดพื้นที่ภายในโรงเรือนของไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้นและแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้าให้มีความหนาแน่น 5 ตัว/ตารางเมตร (0.2 ตร.ม./ตัว) ตามมาตรฐานการเลี้ยงไก่ไข่ในโรงเรือนระบบเปิด อย่างไรก็ตามประเทศไทยยังไม่ได้กำหนดมาตรฐานในการเลี้ยงไก่ไข่ในแบบมีพื้นที่ปล่อยออกสู่ภายนอก ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงกำหนดพื้นที่ภายนอกโรงเรือน 2 ตร.ม./ตัว และมีการปลูกหญ้าปกคลุมพื้นที่ โดยจะเลี้ยงเปรียบเทียบกับไก่ไข่ที่เลี้ยงในระบบทางการค้าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน นั่นคือการเลี้ยงไก่ไข่บนกรงตับที่มีความหนาแน่น 4ตัว/กรง (0.046 ตร.ม./ตัว) ภายในโรงเรือนปิดที่มีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง และความเร็วลม

การเลี้ยงไก่ไข่แบบมีพื้นที่ปล่อยออกสู่แปลงหญ้า มีปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและมีความน่าสนใจที่จะทำการศึกษา ทั้งในด้านของสายพันธุ์ สมรรถนะการให้ผลผลิต คุณภาพไข่ สุขภาพสัตว์ ความเครียด ความต้านทานโรค การตอบสนองทางด้านพฤติกรรม ความเหมาะสมของฤดูกาลเลี้ยง ฯลฯ แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นที่จะศึกษาถึงผลของการเลี้ยงไก่ไข่แบบมีพื้นที่ปล่อย

สู่แปลงหญ้า โดยจะเน้นการจัดการในด้านสวัสดิภาพสัตว์ที่มีผลต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต คุณภาพไข่ ปริมาณคอเลสเตอรอล และองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

ได้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อให้ผู้ผลิตไก่ไข่ทางเลือกสำหรับตลาดในกลุ่มเฉพาะ ซึ่งเป็นตลาดสินค้าที่มีกระบวนการผลิตที่ดีต่อสวัสดิภาพสัตว์ เนื่องจากสัตว์มีพื้นที่ในการแสดงออกของพฤติกรรมตามธรรมชาติ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการเลี้ยงไก่ไข่ทางเลือกในประเทศไทย และเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าของไข่ไก่อีกทางหนึ่งด้วย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ปัจจุบันการเลี้ยงไก่ไข่ในระบบอุตสาหกรรมของไทย เป็นการเน้นการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตไข่และผลกำไรสูงสุด โดยใช้พันธุ์ไก่ที่ให้ผลผลิตไข่สูง ให้อาหารที่ตรงตามความต้องการของไก่ และเลี้ยงในโรงเรือนระบบปิดที่มีการควบคุมอุณหภูมิ ทำให้สามารถเลี้ยงไก่ได้อย่างหนาแน่น โดยการให้ไก่ไข่ยืนบนกรงตับในพื้นที่จำกัดตลอดช่วงอายุการให้ไข่ แม้ว่าระบบการเลี้ยงแบบนี้จะเป็นระบบการเลี้ยงที่มีประสิทธิภาพการผลิตสูง แต่เป็นการเลี้ยงที่ขัดต่อหลักสวัสดิภาพสัตว์ (animal welfare) เนื่องจากเป็นการไปจำกัดการแสดงออกทางพฤติกรรมตามธรรมชาติของสัตว์ (Tuason et al., 1999; Vits et al., 2005) และยังส่งผลต่อความผิดปกติของกระดูกของไก่ไข่ (Wang et al., 2009; Holt et al., 2011) จนกระทั่งสหภาพยุโรปได้มีการห้ามเลี้ยงไก่ไข่บนกรงตับตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2555 เป็นต้นมา ถึงแม้ว่าประเทศไทยยังไม่ได้มีการห้ามเลี้ยงไก่บนกรงตับก็ตาม แต่กระแสความความห่วงใยต่อสวัสดิภาพสัตว์ ประกอบกับกระแสความต้องการบริโภคอาหารธรรมชาติและอาหารอินทรีย์ที่เริ่มขยายตัวอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในกลุ่มผู้บริโภคที่มีความห่วงใยต่อสุขภาพของตนเองและมีรายได้มากพอในการจับจ่ายซื้อหาสินค้าเหล่านี้เพื่อการบริโภค จึงมีการศึกษาและพัฒนาเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ทั้งในด้านของการเพิ่มแหล่งของโภชนะที่มีประโยชน์ในอาหารไก่ไข่เพื่อให้เกิดการสะสมในไข่ การเลี้ยงไก่ไข่อนามัยโดยไม่ใช้ยาปฏิชีวนะ การใช้สมุนไพรในการเลี้ยง แม้กระทั่งระบบการเลี้ยงไก่ไข่ทางเลือกอื่น ๆ ที่เน้นการจัดการด้านสวัสดิภาพสัตว์ ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตที่ได้รับความสนใจจากผู้ผลิตและผู้บริโภคมากขึ้นเรื่อย ๆ เพราะเป็นกระบวนการผลิตไข่ไก่ที่เป็นธรรมชาติ เน้นการจัดการที่ให้สัตว์อยู่สบายและมีการแสดงออกของพฤติกรรมตามธรรมชาติ จะเห็นได้จากการที่มีการผลิตสินค้าไข่ไก่ที่เลี้ยงแบบปล่อยออกสู่ตลาดซึ่งเป็นตลาดในกลุ่มเฉพาะ (niche market) โดยติดฉลากสินค้าที่สื่อถึงรูปแบบการเลี้ยงที่เป็นธรรมชาติ ให้ไก่อยู่สบาย (happy chick) และตลาดในกลุ่มนี้ยังสามารถเติบโตและมีส่วนแบ่งการตลาดที่สูงขึ้นทุกปี ถึงแม้ว่าราคาของไข่ไก่จะสูงกว่าไข่ไก่โดยทั่วไป แต่ก็ยังคงมีผู้บริโภคที่มีกำลังซื้อและมีความเป็นห่วงในด้านสวัสดิภาพสัตว์ให้ความสนใจสินค้าเหล่านี้ ซึ่งระบบการเลี้ยงไก่ไข่ทางเลือกนี้ ได้แก่ การเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยพื้น (floor pen) การเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อย (free-range) และการเลี้ยงไก่ไข่แบบอินทรีย์ (organic) เป็นต้น ซึ่งหากมีการส่งเสริมทั้งในแง่ของมาตรฐานการเลี้ยง คุณภาพของสินค้า และมีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์รองรับ จะทำให้ระบบการเลี้ยงไก่ไข่ทางเลือกนี้สามารถเป็นอีกทางเลือกของเกษตรกรในการเพิ่มมูลค่าสินค้าได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งนอกจากจะเป็นการเพิ่มมูลค่าของสินค้าแล้ว ยังเป็นการเปิดช่องทางการตลาดใหม่ ที่ไม่ต้องไปแข่งขันโดยตรงกับบริษัทผู้ประกอบการรายใหญ่

ระบบการเลี้ยงไก่ไข่ทางเลือก

เนื่องจากการเลี้ยงไก่ไข่ในระบบอินทรีย์ (organic chicken) ในประเทศไทยนั้นยังเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก เนื่องจากมีข้อจำกัดหลายประการ ดังนั้นการเริ่มต้นจากระบบการเลี้ยงไก่แบบปล่อย (free-range chicken) ซึ่งมีความใกล้เคียงกับระบบอินทรีย์จึงสามารถทำได้ก่อน แม้ว่ามาตรฐานการเลี้ยงไก่แบบปล่อยจะไม่เข้มงวดเท่ากับการเลี้ยงไก่แบบอินทรีย์ แต่ก็มั่นใจได้ว่าไข่ไก่ที่ได้จะมีคุณภาพดี มีความปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค คำนึงถึงหลักสวัสดิภาพสัตว์ และการเลี้ยงในระบบนี้จะเป็นพื้นฐานในการก้าวไปสู่การเลี้ยงไก่ไข่ในระบบอินทรีย์ต่อไปในอนาคต โดยการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อย (free-range) นั้น มีข้อกำหนดแตกต่างกันออกไปในแต่ละประเทศ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบมาตรฐานการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อย (free-range) ในประเทศต่าง ๆ

มาตรฐาน	ชนิดของสัตว์	ความหนาแน่นภายในโรงเรือน (ไม่เกิน ตัว/ตร.ม.)	พื้นที่ภายนอกโรงเรือน (ตร.ม./ตัว)
สหรัฐอเมริกา	ไก่ไข่ (Free-range)	--------ระบุเพียงแต่ว่าต้องมีพื้นที่ภายนอกโรงเรือน-------	
สหภาพยุโรป	ไก่ไข่ (Free-range)	9	4
	ไก่ไข่ (Organic)	6	4
ประเทศไทย[1]	ไก่ไข่ (โรงเรือนปิด)	7	-
	ไก่ไข่ (โรงเรือนเปิด)	5	-

ที่มา: ดัดแปลงจาก Fanatico (2006) และสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2553)
[1]ประเทศไทยยังไม่มีมาตรฐานการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อย ข้อมูลที่ปรากฏนี้เป็นมาตรฐานการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยพื้นภายในโรงเรือน

ตามมาตรฐานของประเทศไทยกำหนดไว้ว่า การเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยพื้นภายในโรงเรือนเลี้ยงได้ไม่เกิน 7 ตัว/ตร.ม. ในโรงเรือนระบบปิด และไม่เกิน 5 ตัว/ตร.ม. ในโรงเรือนระบบเปิด แต่สำหรับพื้นที่ปล่อยออกสู่ภายนอกยังไม่มีมาตรฐานกำหนด สำหรับสหภาพยุโรปซึ่งเลี้ยงไก่ระบบปล่อยและระบบอินทรีย์อย่างแพร่หลายนั้น ได้กำหนดว่าภายในโรงเรือนต้องมีความหนาแน่นของไก่ไข่ไม่เกิน 9 ตัว/ตร.ม. และมีพื้นที่ปล่อยภายนอกโรงเรือนไม่ต่ำกว่า 4 ตร.ม./ตัว และมีรังไข่สำหรับให้แม่ไก่วางไข่ไม่เกิน 7 แม่/รัง ส่วนคอนนอนไม่ได้ระบุว่ามีขนาดเท่าใด แต่จากการศึกษาของ Lymbery (1997) ได้แนะนำไว้ที่ความยาวไม่น้อยกว่า 25 ซ.ม./ตัว ส่วนประเทศสหรัฐอเมริการะบุแต่เพียงว่าต้องมีพื้นที่เพียงพอให้ไก่แสดงออกทางพฤติกรรมตามธรรมชาติ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงกำหนดความหนาแน่นของการเลี้ยงแบบปล่อยพื้นตามมาตรฐานการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยพื้นภายใน

โรงเรือนเปิดของประเทศไทยคือไม่เกิน 5 ตัว/ตร.ม. (0.2 ตร.ม./ตัว) และกำหนดพื้นที่ปล่อยออกสู่ภายนอกอีก 2 ตร.ม./ตัว ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวน่าจะเพียงพอต่อการแสดงออกของพฤติกรรมการคุ้ยเขี่ย จิกหญ้า และหาอาหารของไก่ไข่ รังไข่สำหรับให้แม่ไก่วางไข่ไม่เกิน 7 แม่/รัง และมีคอนนอน ส่วนการเลี้ยงไก่ไข่บนกรงตับจะเลี้ยงในโรงเรือนระบบปิดโดยมีพื้นที่ 0.046 ตร.ม./ตัว (4 ตัวต่อกรง) ซึ่งพื้นที่ภายในกรงไม่ต่ำกว่ามาตรฐานการเลี้ยงไก่บนกรงของประเทศไทยที่ 0.045 ตร.ม./ตัว (450 ตร.ซม.) ถึงแม้ว่าการเลี้ยงไก่ไข่ทางเลือกทั้งสองแบบนี้จะทำการเลี้ยงในโรงเรือนเปิด แต่มีการกำหนดพื้นที่การเลี้ยงอย่างชัดเจน ทั้งพื้นที่ของโรงเรือนและพื้นที่ปล่อยสู่ภายนอก โดยการใช้ตาข่ายหรือสิ่งปลูกสร้างกั้นเขตการเลี้ยงเพื่อป้องกันสัตว์รบกวนอื่น ๆ ที่จะเข้าสู่บริเวณพื้นที่เลี้ยง รวมถึงการควบคุมความปลอดภัยทางชีวภาพ (bio-security) ที่ดี โดยการควบคุมผู้คนเข้าออกและมีอ่างน้ำยาฆ่าเชื้อบริเวณหน้าฟาร์มและหน้าโรงเรือน เป็นต้น

ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต

จากการตรวจเอกสารพบว่างานวิจัยส่วนใหญ่ที่ศึกษาจะเกี่ยวข้องกับการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยพื้นภายในโรงเรือน (floor pen) ส่วนการเลี้ยงไก่ไข่แบบมีพื้นที่ปล่อยออกสู่ภายนอกหรือระบบปล่อย (free-range) นั้น ถึงแม้ว่าจะมีความนิยมในการเลี้ยงในสหภาพยุโรปและมีเพิ่มมากขึ้นในสหรัฐอเมริกา แต่งานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังมีอยู่น้อยมาก ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต

Treatment	Egg production (%)	Egg weight (g)	FI (g/b/d)	FCR	References
Cages	86.70	54.30[b]	110.30	1.42	Singh et al. (2009)[1]
Floor pen	85.00	58.60[a]	112.20	2.13	
Cages	74.06[a]	53.40[a]	93.79[b]	-	Yakubu et al (2007)[2]
Floor pen	69.16[b]	52.72[b]	95.62[a]	-	
Cages	82.23	62.03	113.90[b]	2.25	Basmacioglu
Floor pen	82.62	62.00	125.40[a]	2.48	and Ergul (2005)[2]

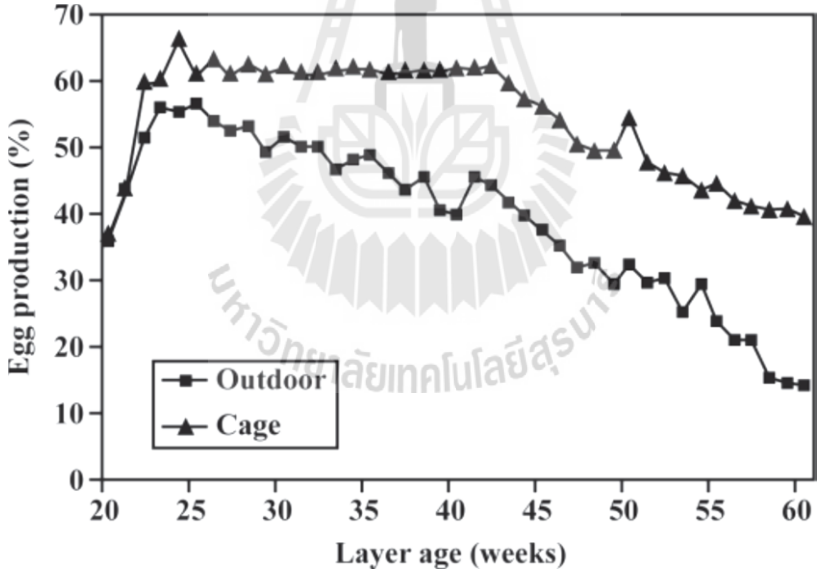
[a-b]Mean within column with different superscripts differ (P<0.05).

[1]Hen-day egg production (%)

[2]Hen-house egg production (%)

ในแง่ของผลผลิตไข่ Basmacioglu and Ergul (2005) และ Singh et al. (2009) รายงานว่าผลผลิตไข่ของไก่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้น (floor pen) และบนกรง (cage) ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ Yakubu et al (2007) พบว่าการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยพื้นให้ผลผลิตต่ำกว่าการเลี้ยงบนกรง เพราะไก่ไข่ที่เลี้ยงบนกรงมีโอกาสได้รับมลพิษทางอากาศและสัมผัสเชื้อโรคน้อยกว่า ถึงแม้ว่าจะอยู่ในพื้นที่จำกัด แต่ไก่ไข่จะมีการปรับตัวให้เข้ากับลักษณะที่อยู่อาศัยได้ ซึ่งหากไก่ได้รับมลพิษทางอากาศและสัมผัสเชื้อโรคมาก ร่างกายจะดึงเอาพลังงานส่วนหนึ่งไปใช้ในการป้องกันและรักษาโรค ในแง่ของการกินอาหาร พบว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้นกินอาหารมากกว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงบนกรง (Basmacioglu and Ergul, 2005; Yakubu et al. (2007) ในขณะที่ Singh et al. (2009) พบว่าการกินได้และประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่ที่เลี้ยงทั้งสองระบบไม่แตกต่างกัน

นอกจากนี้ Wang et al. (2009) ยังพบว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงบนกรงให้ผลผลิตสูงกว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงระบบปล่อย (free-range) (ภาพที่ 2.1) เนื่องจากมีพื้นที่จำกัดในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ทำให้มีการสูญเสียพลังงานในการดำรงชีวิตน้อยกว่าไก่ที่เลี้ยงในระบบปล่อย ซึ่งดึงพลังงานสะสมไปใช้ในการแสดงออกของพฤติกรรมตามธรรมชาติ



ภาพที่ 2.1 เปรียบเทียบผลของการเลี้ยงไก่ไข่บนกรงและการเลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่ภายนอกต่อปริมาณผลผลิตไข่ (Wang et al., 2009)

ในแง่ของน้ำหนักไข่ Yakubu et al. (2007) พบว่าไก่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้นมีน้ำหนักไข่ต่ำกว่าไก่ที่เลี้ยงบนกรง แม้ว่าจะมีการกินได้ที่สูงกว่า แต่ถ้าหากไก่มีกิจกรรมมากขึ้นและได้รับพลังงานไม่เพียงพอก็จะทำให้น้ำหนักไข่ลดลงได้ ซึ่งตรงข้ามกับรายงานของ Singh et al. (2009) ที่พบว่าไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงแบบปล่อยพื้นจะมีน้ำหนักสูงขึ้น และยังคงมีงานวิจัยที่กล่าวว่าไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยง

บนกรงมีน้ำหนักไม่ต่างจากไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงแบบปล่อยพื้นอีกด้วย (Basmacioglu and Ergul, 2005) จากการศึกษาเอกสารพบว่าในแง่ของน้ำหนักไข่ ข้อมูลมีความแตกต่างกันเนื่องจากอายุและสายพันธุ์ของไก่ไข่ที่ใช้ในการทดลองที่แตกต่างกัน รวมถึงสภาพแวดล้อมในงานทดลองที่แตกต่างกันด้วย

ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อคุณภาพไข่

โดยปกติแล้วคุณภาพไข่จะแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์และอายุของไก่ไข่ แต่อย่างไรก็ตามการจัดการโรงเรือนและรูปแบบการเลี้ยงไก่ไข่เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพไข่ (Silversides et al., 2006; Singh et al., 2009) การวิเคราะห์คุณภาพไข่ประกอบไปด้วยการศึกษาคุณภาพภายนอก (external egg quality) ซึ่งไข่ที่ไม่มีคุณภาพ เช่น ไข่บุบ ไข่แตก ไข่เปื้อน และไข่ผิดรูป เป็นต้น ซึ่งจะถูกคัดแยกออกเป็นไข่เสียทันทีตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บผลผลิต ส่วนไข่ที่ผ่านการคัดแยกนั้นคุณภาพภายนอกที่สำคัญคือความแข็งแรงของเปลือกไข่ (shell breaking strength) ความหนาเปลือก (shell thickness) และน้ำหนักเปลือก (shell weight) ซึ่งมีความสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตไข่ไก่เป็นอย่างมาก นอกจากนี้คุณภาพภายในของไข่ (interior egg quality) ได้แก่ น้ำหนักไข่ขาว (albumen weight) ความสูงไข่ขาว (albumen height) น้ำหนักไข่แดง (yolk weight) สีของไข่แดง (yolk color) และค่า Haugh unit ยังเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของไข่ไก่อีกอย่างหนึ่ง โดยคุณภาพภายในของไข่จะได้รับอิทธิพลจากสายพันธุ์ อายุ สุขภาพแม่ไก่ รวมถึงอาหารที่ได้รับอีกด้วย ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต แสดงในตารางที่ 2.3

ในส่วนของคุณภาพไข่ขาวและไข่แดง Singh et al. (2009) พบว่าไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงแบบปล่อยพื้นมีน้ำหนักไข่ขาว และน้ำหนักไข่แดงสูงกว่า แต่ความสูงของไข่ขาวต่ำกว่าไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงบนกรงเนื่องจากได้รับผลกระทบจากแอมโมเนียบนพื้นคอก ในขณะที่ Basmacioglu and Ergul (2005) พบว่าไข่ไก่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้นมีน้ำหนักไข่ขาวสูงกว่า และมีน้ำหนักไข่แดงที่ต่ำกว่าไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงบนกรง ในขณะที่ Van den Brand et al. (2004) พบว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่ภายนอกมีเปอร์เซ็นต์ไข่ขาว ไข่แดง และเปลือกไข่ รวมถึงความสูงไข่ขาว ไม่แตกต่างจากไข่ไก่จากการเลี้ยงบนกรง แต่จะมีสีไข่แดงเข้มกว่า

ในส่วนของเปลือกไข่ Singh et al. (2009) พบว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้นมีน้ำหนักเปลือกไข่ที่สูงกว่าการเลี้ยงบนกรงเนื่องจากมีการเพิ่มกิจกรรมเมตาบอลิซึมของแคลเซียมจากการเคลื่อนไหวร่างกาย แต่ Basmacioglu and Ergul (2005) พบว่าน้ำหนักเปลือกไข่จากการเลี้ยงไก่ไข่ทั้งสองแบบไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Van den Brand et al. (2004) ที่ไม่พบความแตกต่างของเปอร์เซนต์เปลือกไข่ระหว่างไก่ไข่ที่เลี้ยงในระบบปล่อย (free-range) กับบนกรง

ตารางที่ 2.3 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อคุณภาพไข่

Parameters	Cage	Floor pen	Free-range	References
Shell weight (g)	5.21[b]	5.49[a]	-	Singh et al. (2009)
Albumen weight (g)	34.8[b]	37.4[a]	-	
Albumen height (mm)	8.58[a]	8.45[b]	-	
Yolk color	5.05[b]	6.11[a]	-	
Yolk weight (g)	14.4[b]	15.7[a]	-	
Shell weight (g)	6.14	6.15	-	Basmacioglu
Albumen weight (g)	40.29[b]	40.77[a]	-	and Ergul (2005)
Yolk weight (g)	15.63[a]	15.03[b]	-	
Shell (%)	12.59	-	12.64	Van den Brand
Albumen (g)	58.79	-	59.05	et al. (2004)
Albumen height (mm)	5.88	-	6.04	
Yolk (g)	32.74	-	32.40	
Yolk color	9.3[a]	-	11.0[b]	

[a-b]Mean within row with different superscripts differ (P<0.05).

ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดง

ในไข่ไก่หนึ่งฟองปกติจะมีคอเลสเตอรอลประมาณ 198-250 mg (Weggemans et al., 2001) ทั้งนี้เพื่อช่วยให้เอมบริโอสามารถพัฒนาออกมาเป็นลูกไก่และฟักออกได้ สำหรับผู้บริโภคแล้วคอเลสเตอรอลในไข่ไก่มีส่วนทำให้คอเลสเตอรอลในเลือดสูง และเกิดโรคเส้นเลือดอุดตันและโรคหัวใจได้ ระดับของคอเลสเตอรอลในไข่เพิ่มขึ้นตามขนาดตัวของแม่ไก่และพลังงานที่กิน การลดพลังงานในอาหารสามารถลดคอเลสเตอรอลในไข่ได้ แต่ขณะเดียวกันก็จะลดอัตราการการให้ผลผลิตไข่ แต่อย่างไรก็ตามคอเลสเตอรอลเป็นสารประเภทลิปิดที่ร่างกายสามารถสังเคราะห์ขึ้นได้เอง โดยเกิดการสังเคราะห์ที่ตับ ลำไส้ และผิวหนัง มักพบร่วมกับกรดไขมันอิ่มตัวที่ไหลเวียนอยู่ในร่างกาย (จารุวรรณ์, 2554) อาหารที่มีเยื่อใยสูงสามารถช่วยลดคอเลสเตอรอลในไข่แดงได้ เพราะเยื่อใยในอาหารลดการดูดซึมคอเลสเตอรอลที่ลำไส้เล็ก โดยคอเลสเตอรอลในรูปของน้ำดีจะจับกับเยื่อใยและถูกขับออกมาจากร่างกาย ปกติร่างกายจะมีการรักษาความสมดุลของคอเลสเตอรอลให้คงที่เสมอ กล่าวคือ ถ้าร่างกายได้รับอาหารพวกเนื้อสัตว์มากก็จะลดการสร้างคอเลสเตอรอลลง ในทางตรงข้ามถ้าได้รับอาหารที่เป็นพืชมากหรือเนื้อสัตว์น้อยร่างกายก็จะสังเคราะห์คอเลสเตอรอลเพิ่มขึ้น เพื่อ

ชดเชยให้เกิดความสมดุล โดยร่างกายจะมีการควบคุมการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล เมื่อเซลได้รับคอเลสเตอรอลเพียงพอแล้วการทำงานของเอนไซม์ HMG CoA reductase จะถูกยับยั้ง ทำให้การสร้างขึ้นมาใหม่ของคอเลสเตอรอลในเซลลดลง และคอเลสเตอรอลที่สังเคราะห์ขึ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อทำหน้าที่ต่าง ๆ เช่น ที่ผิวหนังจะถูกเปลี่ยนเป็นวิตามินดี และคอเลสเตอรอลที่ตับจะถูกเปลี่ยนเป็นน้ำดีช่วยในการทำให้ไขมันแตกตัวและดูดซึมไขมัน (วิยดา และคณะ, 2554) และคอเลสเตอรอลยังสามารถได้รับจากอาหารที่กินเข้าไป แต่จะไม่พบในพืชซึ่งไม่มีการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล แต่น้ำมันพืชบางชนิดที่มีกรดไขมันอิ่มตัวสูงหรือการบริโภคอาหารที่มีแคลอรี่สูงอาจกระตุ้นการสร้างคอเลสเตอรอลในร่างกายได้ (ศูนย์ข้อมูลสุขภาพกรุงเทพ, 2554)

ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดง แสดงในตารางที่ 2.4 พบว่ามีงานวิจัยบางส่วนที่รายงานว่าการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยและบนกรงไม่มีผลต่อปริมาณไขมันและคอเลสเตอรอลในไข่แดง (Matt el al., 2009; Pignoli et al., 2009) แต่จากงานทดลองของ Wang et al. (2009) พบว่า ปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดงของไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่ภายนอกจะต่ำกว่าไข่ไก่บนกรงตับ เนื่องจากไก่ที่เลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่ภายนอกจะมีการใช้คอเลสเตอรอลสูงกว่าที่ร่างกายสามารถสังเคราะห์ได้

ตารางที่ 2.4 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดง

Parameters	**Cage**	**Free-range**	**Organic**	**References**
Lipid (g/100g)	8.88	-	7.94	Matt et al. (2009)
Cholesterol (mg/100g)	3.41	-	4.89	
Lipid (g/100g)	58.7	61.5	-	Pignoli et al. (2009)
Cholesterol (mg/100g)	3.61	3.42	-	
Cholesterol (mg/egg)	158.01[a]	125.23[b]	-	Wang et al. (2009)

[a-b]Mean within row with different superscripts differ (P<0.05).

ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง

องค์ประกอบของกรดไขมันในร่างกายสัตว์ จะขึ้นอยู่กับชนิดของไขมันที่สัตว์ได้รับจากอาหาร (Woods and Fearon, 2009) ซึ่งกรดไขมันในสัตว์จะประกอบไปด้วยกรดไขมันชนิดอิ่มตัวมากกว่ากรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว สัตว์ปีกสามารถสังเคราะห์กรดไขมันชนิดอิ่มตัว (saturated fatty acids, SFA) และชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่หนึ่งตำแหน่ง (monounsaturated fatty acids, MUFA) ได้จากอาหารที่บริโภค แต่กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ 2 ตำแหน่งขึ้นไป (polyunsaturated fatty

acids, PUFA) โดยเฉพาะ linoleic acid (LA, 18:2n6) และ α-linolenic acid (ALA, 18:3n3) สัตว์ปีกไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นมาได้ จะต้องได้รับจากการกินอาหารเท่านั้น และเมื่อสัตว์ได้รับกรดไขมันชนิด ALA แล้ว สัตว์สามารถใช้กรดไขมันชนิดนี้ในการสังเคราะห์เป็นกรดไขมันชนิด eicosapentaenoic acid (EPA, 20:5n3) และ docosahexaenoic acid (DHA, 22:6n3) ได้ โดยกรดไขมันในอาหารมีความเกี่ยวข้องกับสุขภาพของผู้บริโภค

ระบบการเลี้ยงที่แตกต่างกันอาจไม่ส่งผลต่อชนิดของกรดไขมันในไข่ไก่ หากไข่ไก่ได้รับอาหารและโภชนะในปริมาณเท่ากัน แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่ารูปแบบการเลี้ยงไก่ไข่ที่แตกต่างกันส่งผลต่อการกินได้ที่แตกต่างกัน รวมถึงการเลี้ยงไก่ไข่แบบมีพื้นที่ปล่อยสู่ภายนอกนั้น จะทำให้สัตว์ได้รับอาหารเสริมพวกแมลงและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังเป็นอาหารด้วย (Moritz et al., 2005; Wang et al., 2009) รวมถึงหากมีการปลูกพืช เช่น หญ้า หรือธัญพืชในแปลงปล่อย จะทำให้ไก่ได้รับโภชนะอื่น ๆ เพิ่มขึ้นตามไปด้วย รวมถึงแหล่งของไขมันและชนิดของกรดไขมันที่แตกต่างจากการได้รับอาหารเพียงอย่างเดียว โดยจากการศึกษาของ French et al. (2000) พบว่าหญ้ามีไขมันเป็นองค์ประกอบ 29 g/kgDM และประกอบด้วยกรดไขมันชนิด palmitic acid (C16:0), stearic (C18:0), oleic (C18:1n9), linoleic (C18:2n6) และ α-linolenic acid (C18:3n3) เท่ากับ 20.81, 3.29, 5.74, 14.0 และ 49.2% ตามลำดับ รายงานการศึกษาในไก่เนื้อพบว่า เนื้อไก่ที่ได้จากการเลี้ยงแบบปล่อยจะมีปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า-3 เพิ่มสูงขึ้น (Husak et al., 2008; Castellini et al., 2002) เนื่องจากมีการจิกกินหญ้าในแปลงปล่อย

ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง แสดงในตารางที่ 2.5 พบว่ารูปแบบการเลี้ยงไก่ไข่ที่แตกต่างกันส่งผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง โดย Hidalgo et al. (2008) และ Rossi (2011) พบว่าไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงบนกรงตับ แบบปล่อยพื้นแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่ภายนอก และแบบอินทรีย์ มีองค์ประกอบของกรดไขมันชนิด MUFA และ PUFA ไม่แตกต่างกัน และนอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่พบว่ารูปแบบการเลี้ยงไก่ไข่ไม่ส่งผลต่ออัตราส่วนระหว่างกรดไขมัน n-6/n-3 ในไข่แดง (Pignoli et al., 2009; Hidalgo et al., 2008; Rossi, 2011) ส่วนในแง่ของกรดไขมันชนิด SFA พบว่ายังไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน บางงานวิจัยพบว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงบนกรงตับมีองค์ประกอบของ SFA ในไข่ไก่ไม่แตกต่างจากการไก่ไข่ที่เลี้ยงบนพื้น (Hidalgo et al., 2008) ซึ่งไม่สอดคล้องกับ Pignoli et al. (2009) ที่พบกว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่ภายนอกจะมีการสะสม SFA ในไข่ไก่ต่ำกว่าไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงบนกรง ในขณะที่ Lopez-Bote et al. (1998) พบว่าไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่ภายนอกมีองค์ประกอบของกรดไขมันโอเมก้า-3 สูงขึ้น เนื่องจากได้รับหญ้าซึ่งเป็นแหล่งของ α-linolenic acid (C18:3n-3) จากแปลงปล่อยเป็นอาหาร และไข่ไก่ยังมีอัตราส่วนของกรดไขมันโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 ที่ต่ำลงอีกด้วย

ตารางที่ 2.5 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง

Fatty acid	Cage	Floor pen	Free-range	Organic	References
SFA (%)	34.1[a]	35.[b]	34.5[ab]	35.0[b]	Rossi and De Reu (2011)
MUFA (%)	43.7	43.4	42.9	42.7	
PUFA (%)	22.9	21.3	22.5	22.1	
n-6/n-3	10.8	11.2	11.7	11.3	
SFA (%)	34.55[a]	-	33.71[b]	-	Pignoli et al. (2009)
MUFA (%)	34.96[b]	-	37.91[a]	-	
PUFA (%)	30.49[A]	-	28.37[B]	-	
PUFA/SFA	0.88	-	0.84	-	
n-6/n-3	12.42	-	12.76	-	
SFA (%)	33.3[b]	35.3[b]	34.4[b]	36.4[a]	Hidalgo et al. (2008)
MUFA (%)	40.5	41.7	43.6	39.6	
PUFA (%)	22.9	21.3	22	24	
PUFA/SFA	0.8	0.7	0.6	0.7	
n-6/n-3	11.2	12	11.1	11.5	
SFA (%)	37.71	-	41.68	-	Lopez-Bote et al.
MUFA (%)	39.34	-	40.35	-	(1998)
n-6	21.59[A]	-	14.72[B]	-	
n-3	1.16[B]	-	3.02[A]	-	
n-6/n-3	18.73[A]	-	5.21[B]	-	

[a-b]Mean within row with different superscripts differ (P<0.05).

[A-B]Mean within row with different superscripts differ (P<0.01).

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

สัตว์และการจัดกลุ่มทดลอง

ใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ทางการค้า (Isa Brown) อายุ 30 สัปดาห์ จำนวน 276 ตัว สุ่มเข้างานทดลองตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) โดยแบ่งไก่ออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

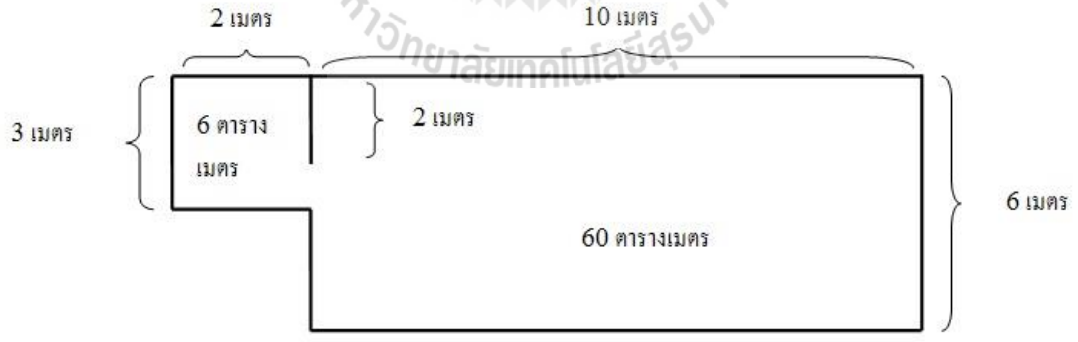
กลุ่มที่ 1 เลี้ยงไก่บนกรงตับ (4 ตัว/กรง หรือ 0.046 ตร.ม./ตัว) (กลุ่มควบคุม, cage)

กลุ่มที่ 2 เลี้ยงแบบปล่อยพื้นภายในโรงเรือน (5 ตัว/ตร.ม. หรือ 0.2 ตร.ม./ตัว) (floor pen)

กลุ่มที่ 3 เลี้ยงแบบปล่อยพื้นภายในโรงเรือน (5 ตัว/ตร.ม. หรือ 0.2 ตร.ม./ตัว) และมีพื้นที่ปล่อยออกสู่แปลงหญ้า (2 ตร.ม./ตัว) (free-range)

โดยกลุ่มที่ 1 มี 3 ซ้ำ ๆ ละ 32 ตัว (8 กรง) กลุ่มที่ 2 และ 3 กลุ่มละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 30 ตัว ไก่ในกลุ่มที่ 1 ถูกเลี้ยงในโรงเรือนระบบปิดที่มีการควบคุมอุณหภูมิ (Evaporative cooling system) กรงตับมีพื้นที่ 40 x 46 ตร.ซม. และสูง 36 ซม.

ส่วนไก่กลุ่มที่ 2 และ 3 เลี้ยงภายในโรงเรือนระบบเปิด โดยเลี้ยงแบบปล่อยพื้นภายในโรงเรือน มีรังไข่สำหรับให้วางไข่ 1 รัง ต่อ 6 ตัว และมีคอนนอน ไก่กลุ่มที่ 3 มีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้ารูซี่ ดังแสดงในภาพที่ 3.1 ในช่วงเวลา 6.00-18.00 น. ของทุกวัน



ภาพที่ 3.1 โรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อย (free-range)

ไก่ทดลองทั้ง 3 กลุ่ม ได้รับอาหารที่มีโภชนะเท่ากัน ตามความต้องการโภชนะของไก่ไข่ที่แนะนำโดย NRC (1994) และตามมาตรฐานสายพันธุ์ ส่วนประกอบของสูตรอาหารแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองและองค์ประกอบของโภชนะ

Ingredients	**Amount (%)**
Corn	48.21
Rice bran	10.00
Soybean meal (44% CP)	24.15
Fish meal (60% CP)	3.00
Soybean oil	4.30
Calcium carbonate	8.97
Dicalcium phosphate (P21)	0.65
DL-methionine	0.12
Salt	0.35
Mineral-vitamin premix[1/]	0.25
Calculated chemical composition	
ME (kcal/kg)	2,900
Available phosphorus (%)	0.35
Lysine (%)	1.27
Methionine + cystine (%)	0.59
Analyzed chemical composition	
Dry matter (%)	91.88
Crude protein (%)	16.90
Crude fiber (%)	3.90
Calcium (%)	3.72
Crude fat (%)	7.85

[1]Provided (per kilogram of diet): Vitamin A, 15,000 IU; Vitamin D3, 3,000 IU; Vitamin E, 25 IU; Vitamin K3, 5 mg; Vitamin B1, 2.5 mg; Vitamin B2, 7 mg; Vitamin B6, 4.5 mg; Vitamin B12, 25 μg; Pantothenic acid, 35 mg; Folic acid, 0.5 mg; Biotin, 25 g; Nicotinic acid, 35 mg; Choline chloride, 250 mg; Mn, 60 mg; Zn, 45 mg; Fe, 80 mg; Cu, 1.6 mg; I, 0.4 mg; Se, 0.15 mg.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์

1. การศึกษาด้านสมรรถนะการให้ผลผลิต (Production performance)

บันทึกจำนวนไข่ไก่ ปริมาณอาหารที่กิน และน้ำหนักไข่ทุกวัน เพื่อคำนวณเปอร์เซนต์ผลผลิตไข่ (Hen-day egg production) น้ำหนักไข่เฉลี่ย (egg weight) ปริมาณอาหารที่กินได้เฉลี่ย (feed intake) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ (FCR) ของแต่ละกลุ่มทดลอง ทุกสัปดาห์ รวมทั้งจำนวนการตายของไก่ทุกครั้งที่พบ โดยนำข้อมูลที่ได้คำนวณตามสูตร

1) ผลผลิตไข่ (Hen-day egg production) $= \frac{\text{จำนวนไข่ในช่วงการทดลอง} \times 100}{\text{จำนวนวัน} \times \text{จำนวนไก่}}$

2) น้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง (Egg weight) $= \frac{\text{น้ำหนักไข่ทั้งหมด (กรัม)}}{\text{จำนวนไข่ (ฟอง)}}$

3) ปริมาณอาหารที่ได้ (Feed intake, FI)

$= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินในช่วงการทดลอง (กิโลกรัม)}}{\text{จำนวนไก่ทั้งหมด (กิโลกรัม)}}$

4) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ (Feed conversion ratio, FCR)

$= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม)}}{\text{น้ำหนักไข่ที่ผลิตได้ (กรัม)}}$

2. การเก็บข้อมูลการกินได้ของหญ้า (Grass intake)

การเก็บตัวอย่างและบันทึกปริมาณผลผลิตหญ้าทำตามวิธีการของ Lantinga et al. (2004) เนื่องจากจำนวนหญ้าในแปลงอาจจะมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นในแต่ละวัน ในการวัดปริมาณหญ้าจึงทำการเปรียบเทียบหญ้าที่มีการเจริญเติบโตตามธรรมชาติ และแปลงหญ้าที่มีการปล่อยไก่ลงเลี้ยง

ปริมาณหญ้าที่มีการเจริญเติบโตตามธรรมชาติจะใช้กล่องที่มีขนาด 50x50 เซนติเมตร จำนวน 2 กล่องต่อแปลง สุ่มวางลงในแปลงหญ้า เปรียบเทียบกับปริมาณหญ้าในแปลงที่มีการปล่อยไก่ลงเลี้ยง โดยจะทำการวัดปริมาณหญ้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (12 สัปดาห์) ซึ่งหญ้าจะมีความสูงประมาณ 60 เซนติเมตร ในการวัดจะใช้กล่องสุ่มขนาด 50x50 เซนติเมตร สุ่มวัดปริมาณหญ้าจำนวน 3 จุดในแปลง โดยตัดที่ความสูง 15 เซนติเมตร จากพื้นดิน เพื่อนำมาคำนวณผลผลิตหญ้าในแปลงและปริมาณหญ้าที่ไก่กิน และสุ่มตัวอย่างหญ้านำไปอบที่อุณหภูมิ 65°C จนน้ำหนักคงที่ เพื่อที่จะนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ค่าความชื้น โปรตีน เยื่อใย และสัดส่วนของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในหญ้า

3. การวิเคราะห์โภชนะในอาหารและหญ้า

นำตัวอย่างอาหารและตัวอย่างหญ้าอบแห้งที่บดแล้วนำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ตามวิธีการของ AOAC (1990)

4. การศึกษาด้านคุณภาพไข่ (Egg quality)

ในวันสุดท้ายของทุก ๆ 2 สัปดาห์ คือสัปดาห์ที่ 2, 4, 6, 8, 10, และ 12 ของการทดลอง ทำการสุ่มไข่ทั้งหมด 90 ฟอง กลุ่มละ 30 ฟอง ซ้ำละ 10 ฟอง เพื่อวิเคราะห์คุณภาพไข่ ได้แก่ น้ำหนักเปลือกไข่ (shell weight) ความหนาเปลือกไข่ (shell thickness) น้ำหนักไข่ขาว (albumen weight) ความสูงของไข่ขาว (albumen height) น้ำหนักไข่แดง (yolk weight) และสีไข่แดง (yolk color)

การวัดสีไข่แดงจะทำการการตอกไข่แยกไข่วัดสีไข่แดง และทำการวัด 3 ตำแหน่งโดยเครื่อง Hunterlab colorquest XE โดยวัดค่า L* a* และ b* ของไข่แดง

นอกจากนี้นำข้อมูลความสูงไข่ขาวคำนวณหาค่า Haugh Unit ของไข่ไก่จากสูตรดังนี้

$$\text{Haugh Unit} = 100 \log (H + 7.57 - 1.7W^{0.37})$$

เมื่อ H = ค่าเฉลี่ยความสูงไข่ขาว (มิลลิเมตร) ทำการวัด 3 จุด ที่จุดกึ่งกลางระหว่างไข่ขาวกับขอบไข่แดง

G = 32.2 (ค่าคงที่)

W = น้ำหนักไข่ (กรัม)

5. การศึกษาด้านปริมาณคอเลสเตอรอลและองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่

ในวันสุดท้ายของทุก ๆ 4 สัปดาห์ คือสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12 ของการทดลอง ทำการสุ่มไข่ทั้งหมด 135 ฟอง กลุ่มละ 45 ฟอง ซ้ำละ 15 ฟอง นำไข่แดงแต่ละซ้ำมารวมกัน 5 ฟอง/ตัวอย่าง ในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งจะได้ตัวอย่างไข่แดง 9 ตัวอย่าง (5 ฟอง/ตัวอย่าง) เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเตอรอลและองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง

6. การวิเคราะห์ปริมาณคอเลสเตอรอล

การวิเคราะห์ทำตามวิธีของ Rowe et al. (1999) โดยตัวอย่างไข่แดงจะนำมาสกัดปริมาณไขมันด้วยสาร chloroform-methanol และสกัดปริมาณคอเลสเตอรอลออกจากไลโปโปรตีน โดยทำการชั่งตัวอย่างไข่แดง 5 กรัม ใส่ลงใน round bottom flask เติม chloroform-methanol-isopropanal (90:5:5v/v/v) ปริมาตร 20 มล. เติม 60% KOH ปริมาตร 5 มล. (1 มล.ต่อตัวอย่าง 1 กรัม) เขย่าให้เข้ากัน ทำการ reflux เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำมาวางให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง และทำการถ่ายตัวอย่างใส่ลงใน separating funnel เติม hexane ปริมาตร 100 มล. และเติมน้ำกลั่นปริมาตร 25 มล. และเขย่าให้เข้ากันเป็นเวลา 15 นาที จะเห็นการแยกชั้นของ hexane อย่างชัดเจนซึ่งจะอยู่ชั้นบน แยกสารละลาย hexane ใส่ erlenmeyer flask และทำการปิเปตสารมา 12.5 มล. ทำให้แห้งด้วยการ dry ด้วย N_2 แล้วนำ

สารส่วนที่แห้งมาละลายด้วย internal standard ปริมาตร 1 มล. ดูดสารใส่ vial นำไปวิเคราะห์ปริมาณคอเลสเตอรอลด้วย Gas chromatography (Hewlett Packard, HP 6890 series GC systemการวิเคราะห์หาส่วนประกอบของกรดไขมัน โดยสกัดไขมันตามวิธีของ Folch et al. (1957) และเตรียม fatty acid methyl ester ตามวิธีของ Morrison and Smith (1964) แล้วนำไปฉีดเข้าเครื่อง Gas chromatography (GC) การวิเคราะห์ปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่ โดยการสกัดตามวิธีของ AOAC (1990) แล้วนำไปฉีดเข้าเครื่อง Gas chromatography (GC)

7. การวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง

การวิเคราะห์กรดไขมันตามวิธีของ Folch et al. (1957) และ Metcalfe et al. (1966) ตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วยอาหารสัตว์ ไข่แดง และหญ้าสดอบแห้ง ตัวอย่างจะถูกทำให้อยู่ในรูปของ methyl ester โดยการชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 15 กรัม เติม chloroform-methanol (2:1) ปริมาตร 90 มล. ปั่นด้วยเครื่อง homogenize นาน 2 นาที เติม chloroform 30 มล. และปั่นอีก 2 นาที กรองด้วยกระดาษกรอง เติม deionize water ปริมาตร 30 มล. เติม 0.58% NaCl ปริมาตร 5 มล. เขย่าให้เข้ากัน แล้ววางทิ้งไว้ 1 คืนให้แยกชั้น เก็บชั้นของไขมันใส่ขวดฝาเกลียว (ห่อฟอยด์) เก็บที่ -20˚C

ขั้นตอนการทำ methylation ทำการชั่งตัวอย่างไขมันประมาณ 25 มก. ใส่ลงในหลอดทดลอง โดยการดูดตัวอย่างใส่หลอดทดลองและนำไปทำให้แห้งด้วย N_2 gas จนตัวสารละลายแห้ง เหลือเฉพาะกรดไขมันอยู่ นำไปชั่งน้ำหนักเพื่อใช้ในการคำนวณตัวอย่างไขมัน เติม 0.5N NaOH/MeOH ปริมาตร 1.5 มล. ทำการไล่อากาศด้วย N_2 gas ให้ความร้อน 100˚C 5 นาที เขย่า แล้วตั้งไว้ให้เย็น เติม 14% BF_3 in methanol ปริมาตร 2 มล. ไล่อากาศด้วย N_2 gas แล้วปิดฝา เติม C17:O (2.0 มก./มล. ใน Hexane)ปริมาตร 1 มล. ไล่อากาศด้วย N_2 gas แล้วปิดฝา ให้ความร้อน 100˚C 5 นาที เขย่า แล้วตั้งไว้ให้เย็น เปิดฝาเติม deionize water ปริมาตร 10 มล. และ hexane ปริมาตร 5 มล. ปิดฝาเขย่าให้เข้ากัน แล้วตั้งไว้ให้แยกชั้น ตัก Na_2SO_4 ประมาณปลายช้อนตักสาร ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดเล็กหลอดใหม่ เมื่อสารละลายแยกชั้น ดูดชั้น hexane ใส่ลงในขวด Vial สีชาปริมาณ 1 มล. เพื่อนำไปฉีดเข้าเครื่อง gas chromatography ปริมาตร 1 ไมโครลิตร (Hewlett Packard, HP 6890 series GC system)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (Analysis of Variances, ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในแต่ละปัจจัยการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS version 13.0 (SPSS, 2004)

สถานที่และระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ดำเนินงานวิจัยระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ.2555 แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงการเตรียมความพร้อมของโรงเรือนและแปลงหญ้าก่อนการทดลอง ช่วงระยะเวลาทดลองเลี้ยงไก่ ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และทำการวิเคราะห์ผลในห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต

ผลของระบบการเลี้ยงไก่แบบปล่อย (free-range) เปรียบเทียบกับแบบปล่อยพื้นภายในโรงเรือน (floor pen) และแบบกรงตับ (cage) ต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต ได้แก่ ผลผลิตไข่ (egg production) น้ำหนักไข่ (egg weight) ปริมาณอาหารที่กินได้ (feed intake) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ (feed conversion ratio, FCR) แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต

Age (week)	Parameters	Treatment			*P*-value	SEM
		Cage	Floor pen	Free-range		
30-34	Egg production (%)	87.30	87.80	87.85	0.10	0.82
	Egg weight (g)	56.55	57.14	58.55	0.13	0.35
	Feed intake (g/b/d)	112.58^{b}	118.71^{a}	114.29^{b}	0.03	0.72
	FCR	2.39	2.36	2.33	0.06	0.02
34-38	Egg production (%)	90.17	87.48	90.71	0.52	1.17
	Egg weight (g)	61.74	58.83	59.64	0.43	0.88
	Feed intake (g/b/d)	113.11^{b}	118.04^{a}	118.56^{a}	0.02	0.63
	FCR	2.28	2.30	2.20	0.18	0.04
38-42	Egg production (%)	89.06	88.3	87.92	0.95	1.41
	Egg weight (g)	58.96	58.13	59.75	0.44	0.48
	Feed intake (g/b/d)	113.83^{b}	115.69^{a}	117.11^{a}	0.03	0.63
	FCR	2.17^{b}	2.37^{a}	2.39^{a}	0.01	0.02
30-42	Egg production (%)	87.51	87.86	88.83	0.86	1.00
	Egg weight (g)	59.04	58.31	59.32	0.28	0.32
	Feed intake (g/b/d)	113.17^{b}	117.48^{a}	116.66^{ab}	0.02	0.63
	FCR	2.21	2.36	2.27	0.10	0.02

$^{a–b}$Means within a row with different superscript letters significantly different (P<0.05).

n=3 per group

เมื่อพิจารณาผลในช่วงเดือนแรก (อายุไก่ 30-34 สัปดาห์) และเดือนที่สอง (อายุไก่ 34-38 สัปดาห์) ของการทดลอง พบว่าไก่ไข่ทั้งสามกลุ่มมีผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ และ FCR ที่ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) แต่ในเดือนแรกไก่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้นจะมีการกินได้ที่สูงกว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงบนกรงและแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ในขณะที่เดือนที่สองไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้นและแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้ามีการกินได้ที่ไม่แตกต่างกัน แต่สูงกว่ากลุ่มที่เลี้ยงบนกรงตับ (P<0.05) ส่วนในเดือนที่สาม (อายุไก่ 38-42 สัปดาห์) ของการทดลอง พบว่าไก่ไข่ทั้งสามกลุ่มมีผลผลิตไข่และน้ำหนักไข่ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) แต่พบว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้นและแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้ามี FCR ที่ด้อยกว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงบนกรงตับ เมื่อพิจารณาตลอดช่วงการทดลอง พบว่ารูปแบบการเลี้ยงไก่ไข่ไม่มีผลต่อผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ (P>0.05) ในขณะที่ไก่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้นภายในโรงเรือนจะมีการกินได้ที่สูงกว่าไก่ที่เลี้ยงบนกรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

จากผลการทดลอง ในแง่ของผลผลิตไข่พบว่าสอดคล้องกับรายงานของ Basmacioglu and Ergul (2005) ที่กล่าวว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงบนกรงและแบบปล่อยพื้นให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างกัน และสอดคล้องกับ Singh et al. (2009) ที่รายงานประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่ไข่ที่เลี้ยงบนกรงและเลี้ยงแบบปล่อยพื้นไม่แตกต่างกัน แต่ผลการทดลองไม่สอดคล้องกับรายงานของ Yakubu et al. (2007) ที่กล่าวว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้นจะให้ผลผลิตไข่ที่ต่ำกว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงบนกรงเนื่องจากไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้นจะได้รับผลกระทบจากแอมโมเนียบนพื้นคอก แต่อย่างไรก็ตามในงานทดลองนี้มีการจัดการโรงเรือนที่เน้นสวัสดิภาพของสัตว์ เน้นให้สัตว์อยู่สบาย มีอากาศถ่ายเทสะดวก และมีคอนนอน ซึ่งทำให้ลดผลกระทบจากแอมโมเนียบนพื้นคอกลงได้ และเมื่อเปรียบเทียบผลผลิตของไก่ไข่ที่เลี้ยงบนกรงและเลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้าพบว่าไม่สอดคล้องกับรายงานของ Wang et al. (2009) ที่กล่าวว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงบนกรงจะให้ผลผลิตไข่ที่สูงกว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงในระบบปล่อย เนื่องจากการเลี้ยงบนกรง ไก่ไข่จะมีพื้นที่ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ อย่างจำกัด จึงใช้พลังงานสะสมน้อยกว่าไก่ที่เลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้า

จากการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่ารูปแบบการเลี้ยงไม่ส่งผลต่อผลผลิตไข่นั้น ถึงแม้ว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้นและแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้านั้นจะเป็นรูปแบบการเลี้ยงที่ทำให้ไก่มีพื้นที่ในการแสดงออกของพฤติกรรมตามธรรมชาติ ทั้งการคุ้ยเขี่ยหาอาหาร การจิกกินหญ้า การสร้างรัง การวางไข่ เป็นต้น ซึ่งจะทำให้ไก่ดึงเอาพลังงานในส่วนของ Net energy (NE) มาใช้ในการดำรงชีวิต (Maintanance, NEm) สูงขึ้นกว่าไก่ที่เลี้ยงบนกรงตับ แต่อย่างไรก็ตามไก่สามารถปรับการกินอาหารได้ตามความต้องการพลังงานของร่างกาย ถ้าหากพลังงานในสูตรอาหารอยู่ระหว่าง 2,500-3,400 kcal ME/kg (Leeson, 2001) และพลังงานของอาหารที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือ 2,900 kcal ME/kg ซึ่งอยู่ในช่วงที่ไก่สามารถปรับการกินอาหารได้ตามความต้องการพลังงาน จะเห็นได้จากการที่ไก่ไข่ที่เลี้ยง

แบบปล่อยพื้นจะมีการกินได้ที่สูงขึ้น และไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้าก็มีแนวโน้มที่จะมีการกินได้เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันแต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงบนกรงตับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้าจะมีการได้จิกกินหญ้า แมลง รวมถึงสัตว์ไม่กระดูกสันหลังเป็นอาหารเสริมจากธรรมชาติในแปลงปล่อยด้วย (Moritz et al., 2005; Wang et al., 2009) จากข้อมูลการกินได้ที่แตกต่างกันในแต่ละเดือนของการทดลองจะทำให้เห็นการปรับตัวของไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้นที่กินมากขึ้น ทำให้ไม่ส่งผลกระทบกับผลผลิตและน้ำหนักไข่

จากผลการทดลองในด้านน้ำหนักไข่ พบว่าสอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้ที่กล่าวว่าไข่ไก่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้นมีน้ำหนักไม่ต่างจากไข่ไก่ที่เลี้ยงบนกรง (Basmacioglu and Ergul., 2005; Petek et al., 2009) และไข่ไก่ที่เลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่ภายนอกมีน้ำหนักไม่แตกต่างจากไข่ไก่ที่เลี้ยงบนกรง (Wang et al., 2009; Van Den Brand et al., 2004) เช่นกัน แต่ไม่สอดคล้องกับรายงานของ Singh et al. (2009) ที่กล่าวไข่ไก่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้นจะมีน้ำหนักไข่ที่สูงขึ้น และรายงานของ Yakubu et al. (2007) ที่กล่าวว่าไข่ไก่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้นจะมีน้ำหนักต่ำลง โดยจากการศึกษาพบว่าน้ำหนักไข่แดงเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อน้ำหนักของฟองไข่มากกว่าน้ำหนักไข่ขาวและน้ำหนักเปลือก (Singh et al., 2009) และในการศึกษาครั้งนี้พบว่าน้ำหนักไข่แดงของแต่ละกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงทำให้น้ำหนักไข่ไก่ไม่แตกต่างกันด้วย

ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อคุณภาพไข่

ผลของระบบการเลี้ยงไก่แบบปล่อย (free-range) เปรียบเทียบกับแบบปล่อยพื้น (floor pen) และแบบกรงตับ (cage) ต่อคุณภาพไข่ โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วงการทดลอง คือ เดือนแรก (อายุไก่ 34 สัปดาห์) เดือนที่สอง (อายุไก่ 38 สัปดาห์) และเดือนที่สาม (อายุไก่ 42 สัปดาห์) แสดงในตารางที่ 4.2 พบว่ารูปแบบการเลี้ยงไก่ไข่ไม่มีผลต่อน้ำหนักไข่ขาว (albumen weight) น้ำหนักไข่แดง (yolk weight) น้ำหนักเปลือกไข่ (shell weight) ความหนาเปลือกไข่ (shell thickness) ความสูงไข่ขาว (albumen height) และค่า Haugh unit (P>0.05) แต่อย่างไรก็ตามในเดือนแรกของการทดลองพบว่าไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงไก่แบบปล่อยพื้นภายในโรงเรือนและแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้าจะมีเปอร์เซนต์ไข่แดงที่ต่ำลงกว่ากลุ่มที่เลี้ยงบนกรงตับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ส่วนผลการทดลองในด้านของความสูงไข่ขาวและค่า Haugh unit พบว่าสอดคล้องกับ Van Den Brand et al. (2004) และ Petek et al. (2009) ที่กล่าวว่าการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยไม่ส่งผลต่อความสูงไข่ขาวและค่า Haugh unit อย่างไรก็ตามคุณภาพไข่ในด้านความสูงไข่ขาวและค่า Haugh unit นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ สายพันธุ์ แหล่งโปรตีนและกรดอะมิโนที่ไก่ได้รับ การเกิดโรค แอมโมเนียในคอกการผลัดขน รวมถึงระยะเวลาการเก็บไข่ (Roberts, 2004) ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างของลักษณะดังกล่าวระหว่างรูปแบบการเลี้ยงไก่ไข่ที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.2 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อคุณภาพไข่

Age (week)	Egg quality	Treatment			*P*-value	SEM
		Cage	Floor pen	Free-range		
34	Albumen (%)	59.11	61.40	60.46	0.53	0.79
	Yolk (%)	26.68[a]	25.22[b]	24.87[b]	0.03	0.22
	Shell (%)	14.21	13.38	14.66	0.81	0.8
	Albumen height (mm)	7.36	7.47	7.42	0.67	0.05
	Shell thickness (mm)	0.39	0.42	0.42	0.25	0.006
	Haugh Unit	86.89	87.36	86.69	0.74	0.35
38	Albumen (%)	60.89	59.51	60.6	0.6	0.56
	Yolk (%)	24.16	24.72	24.67	0.88	0.5
	Shell (%)	14.95	15.77	14.73	0.78	0.62
	Albumen height	7.13	7.17	7.35	0.39	0.06
	Shell thickness (mm)	0.36	0.36	0.37	0.53	0.005
	Haugh Unit	85.95	85.11	83.97	0.06	0.25
42	Albumen (%)	58.6	60.73	62.29	0.11	0.59
	Yolk (%)	25.37	24.76	24.07	0.07	0.18
	Shell (%)	16.04	14.51	13.64	0.41	0.69
	Albumen height	6.99	7.3	7.38	0.19	0.08
	Shell thickness (mm)	0.36	0.38	0.38	0.25	0.003
	Haugh Unit	83.89	86.04	86.07	0.28	0.57

[a–b]Means within a row with different superscript letters significantly different ($P<0.05$).

n=30 per group

ในด้านของสีของไข่แดง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.3 พบว่าไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้าจะมีค่าของสีแดง (redness) และสีเหลือง (yellowness) ที่เพิ่มขึ้นกว่ากลุ่มอื่น ($P<0.05$) แต่จะไม่พบความแตกต่างในเดือนที่สาม (อายุไก่ 42 สัปดาห์) และมีค่าความสว่างที่ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ในแต่ละกลุ่มการทดลอง นอกจากนี้ไข่ไก่ที่เลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้าจะมีสีไข่แดงตามคะแนนพัดสี (Roche score) ที่เข้มกว่ากลุ่มอื่นอีกด้วย ($P<0.05$) ผลการทดลองดังกล่าวพบว่าสอดคล้องกับรายก่อนหน้านี้ที่กล่าวว่าไข่ไก่ที่เลี้ยงแบบปล่อยให้มีพื้นที่ภายนอกจะมีสี

ที่เข้มกว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงบนกรง (Van Den Brand et al., 2004) ซึ่งจากผลการทดลองครั้งนี้พบว่าค่าสีที่เข้มขึ้นนั้นเป็นผลมาจากค่าของสีแดงและสีเหลืองที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสีของไข่แดงนั้นเป็นคุณภาพไข่อีกด้านหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับผู้บริโภค โดยจะขึ้นอยู่กับอาหารที่ไก่กิน ซึ่งไก่ไข่ที่ทำการเลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้านั้นจะได้รับหญ้าและพืชธรรมชาติชนิดอื่น ๆ เป็นอาหาร ซึ่งในพืชจะมีสารสีต่าง ๆ ที่เป็นรงควัตถุอยู่ในคลอโรพลาสต์ ทำหน้าที่ในการจับพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ดังนั้นเมื่อไก่ได้รับหญ้าเป็นอาหารเสริมก็จะได้รับรงควัตถุที่อยู่ในพืชด้วย รวมถึงค่าสีแดงที่เพิ่มขึ้นอาจเกิดจากการที่สัตว์มีการเคลื่อนไหวร่างกายจะทำให้มีการไหลเวียนของเลือดที่ดีขึ้นทำให้ไมโอโกลบินและฮีโมโกลบินในเลือดที่เพิ่มขึ้นและเกิดการสะสมในไข่แดง

ตารางที่ 4.3 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อสีของไข่แดง

Age (week)	Yolk color	Treatment			*P*-value	SEM
		Cage	Floor pen	Free-range		
34	Lightness	47.74	46.88	46.33	0.08	0.18
	Redness	4.02[b]	4.30[b]	5.07[a]	0.03	0.12
	Yellowness	36.34[b]	35.89[b]	39.11[a]	0.04	0.51
	Roche score	7.20[b]	7.20[b]	9.40[a]	0.0001	0.052
38	Lightness	51.15	50.14	50.54	0.31	0.25
	Redness	4.30[b]	4.60[b]	5.52[a]	0.02	0.14
	Yellowness	38.94[b]	38.38[b]	42.69[a]	0.04	0.57
	Roche score	7.53[b]	7.60[b]	9.80[a]	0.0001	0.052
42	Lightness	52.43	51.52	51.28	0.11	0.20
	Redness	4.41	4.72	5.25	0.14	0.15
	Yellowness	39.90	39.44	41.86	0.26	0.57
	Roche score	7.33[b]	7.40[b]	9.60[a]	0.0001	0.054

[a–b]Means within a row with different superscript letters significantly different ($P<0.05$).

n=30 per group

ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดง

ผลของรูปแบบการเลี้ยงไก่ไข่ต่อปริมาณคอเลสเตอรอลและไขมันในไข่แดง แสดงในตารางที่ 4.4 พบว่า รูปแบบการเลี้ยงไก่ไข่ไม่มีผลต่อปริมาณคอเลสเตอรอลและไขมันในไข่แดง ($P>0.05$)

ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ของ Hidalgo et al. (2008) ที่กล่าวว่าไข่ไก่ที่ทำการเลี้ยงแบบปล่อยพื้นจะมีปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดงไม่แตกต่างจากไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงบนกรง แต่ไม่สอดคล้องกับ Wang et al. (2009) ที่กล่าวว่าไข่ไก่ที่ทำการเลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่ภายนอกนั้นจะมีคอเลสเตอรอลต่ำกว่าไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงบนกรง เพราะไก่ไข่มีการดึงคอเลสเตอรอลไปใช้มากกว่าที่ร่างกายสามารถสังเคราะห์ได้ ถึงแม้ว่าไก่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้นและแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้าจะมีกิจกรรมสูงขึ้น รวมถึงไก่ที่เลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้าจะมีโอกาสได้รับหญ้าซึ่งเป็นแหล่งของเยื่อใย และมีการศึกษาพบว่าการเสริมเยื่อใยในอาหารไก่ไข่สามารถลดคอเลสเตอรอลในไข่แดงได้ (McNaughton, 1978) แต่ในการศึกษาครั้งนี้พบว่ารูปแบบการเลี้ยงไม่มีผลต่อทั้งปริมาณคอเลสเตอรอลและไขมันในไข่แดง เนื่องจากคอเลสเตอรอลเป็นสารประเภทลิปิดที่ร่างกายสามารถสังเคราะห์ขึ้นได้เอง โดยเกิดการสังเคราะห์ที่ตับและลำไส้เพื่อทำให้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย นอกจากนี้ไก่ไข่มีการกินได้ที่สูงขึ้นส่งผลให้ได้รับไขมันในปริมาณที่สูงขึ้นตามไปด้วย ทำให้ร่างกายของไก่มีปริมาณไขมันและคอเลสเตอรอลที่เพียงพอ จะเห็นได้จากปริมาณคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือดไก่ไข่ซึ่งวัดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ของทุกกลุ่มของการทดลองที่ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4.5) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณไขมันและคอเลสเตอรอลในไข่แดงในแต่ละกลุ่มการทดลองที่ไม่แตกต่างกัน เพราะร่างกายของไก่ไข่สามารถสังเคราะห์คอเลสเตอรอลเองได้ เนื่องจากคอเลสเตอรอลเป็นองค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันและฮอร์โมน ซึ่งร่างกายของไก่ไข่ก็จะผลิตคอเลสเตอรอลเพิ่มขึ้นมาเพื่อให้เพียงพอกับที่ร่างกายต้องการ

ตารางที่ 4.4 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อปริมาณคอเลสเตอรอลและไขมันในไข่แดง

Parameters	**Age**	**Treatment**			***P*-value**	**SEM**
	(week)	**Cage**	**Floor pen**	**Free-range**		
Cholesterol	34	138.29	129.56	128.08	0.48	3.53
(mg/yolk)	38	133.41	137.96	138.14	0.83	3.55
	42	142.53	142.77	142.44	0.99	4.05
Fat	34	11.42	11.23	10.96	0.65	0.61
(g/100 g egg)	38	11.79	11.36	11.55	0.73	0.59
	42	12.45	12.60	12.31	0.99	0.62

n=9 per group

ตารางที่ 4.5 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยปริมาณคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือดไก่ไข่

Parameters	Cage	Floor pen	Free-range	*P*-value	SEM[1]
Cholesterol (mg/L)	54.34	53.86	53.77	0.67	2.43
Triglyceride (mg/L)	1,054.89	1,116.57	1,098.53	0.45	48.89

n=9 per group

ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อปริมาณการเปลี่ยนแปลงของหญ้าในแปลงปล่อย

ไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้า (free-range) โดยทำการปล่อยไก่ลงในแปลงหญ้ารูซี่ที่มีขนาดพื้นที่ 1 ตัวต่อ 2 ตารางเมตร และได้ทำการวัดปริมาณหญ้า โดยจะตัดหญ้าในแปลงจากกล่องที่ได้ทำการสุ่มไว้และป้องกันไม่ให้ไก่จิกกินหญ้า ผลการวัดปริมาณหญ้ารูซี่คิดเป็นน้ำหนักแห้งเฉลี่ยในพื้นที่ 60 ตารางเมตร เท่ากับ 23.88 กิโลกรัม/หญ้า 1 แปลง และเมื่อคิดเป็นผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 636.76 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งในการศึกษานี้ได้เลี้ยงไก่ภายในโรงเรือนที่สร้างถาวรจึงไม่ได้มีการเคลื่อนย้ายหรือปรับเปลี่ยนแปลงหญ้าทำให้ปริมาณของหญ้าในแปลงลดลง เนื่องจากการเหยียบย่ำและการจิกของไก่ ซึ่งปริมาณของผลผลิตหญ้ารูซี่ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่ามีปริมาณที่น้อยกว่ารายงานของกรมปศุสัตว์ (2554) ที่พบว่าหญ้ารูซี่สามารถให้ผลผลิตคิดเป็นน้ำหนักแห้ง 2.0-2.5 ตัน/ไร่ แต่อย่างไรก็ตามปริมาณผลผลิตที่น้อยกว่าอาจจะเป็นผลจากการปลูกหญ้าที่ไม่ได้มีการให้ปุ๋ยเพิ่มเติม ซึ่งหญ้าอาจจะมีการเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ทำให้มีปริมาณผลผลิตที่น้อยกว่า และจากการวัดปริมาณหญ้ารูซี่ในระหว่างการเลี้ยง เมื่อเปรียบเทียบกับหญ้าที่มีการเจริญเติบโตที่เป็นปกติในกล่องที่ได้สุ่มไว้ พบว่ามีการสูญเสียที่เกิดจากการคุ้ยเขี่ยและการจิกกินของไก่ไข่เฉลี่ย 16.91 กรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน ซึ่งต่ำกว่ารายงานของ Hughes and Dun (1983) อ้างโดย Horsted et al. (2007) ที่ได้รายงานไว้ว่าไก่ไข่สามารถกินพืชได้ถึง 30-35 กรัมวัตถุแห้ง/วัน และปริมาณโภชนะของหญ้ารูซี่ในการทดลองครั้งนี้ได้แสดงในตารางที่ 4.6 พบว่าหญ้ารูซี่จะมีปริมาณโภชนะ ได้แก่ ไขมัน เยื่อใย เถ้า ที่ใกล้เคียงกับการศึกษาอื่น ๆ แต่ปริมาณโปรตีนจะมีค่าสูงกว่าในการศึกษาอื่น ๆ ที่มีปริมาณโปรตีนประมาณ 10% (สถานีพัฒนาอาหารสัตว์ประจวบคีรีขันธ์, 2554) ซึ่งอาจจะเกิดจากการศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการตัดหญ้าที่อายุ 42 วัน ความสูงประมาณ 70 เซนติเมตร ในขณะที่การตัดหญ้ารูซี่ที่นำไปใช้เลี้ยงโคจะตัดที่อายุ 45-70 วัน ซึ่งหญ้าจะมีความสูงประมาณ 100 เซนติเมตร เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการศึกษาในไก่ไข่ที่มีขนาดเล็ก และการตัดหญ้าจะทำให้เกิดการแตกยอดใหม่ ซึ่งหญ้าที่เกิดใหม่จะมีผลต่อปริมาณโปรตีนที่สูงขึ้นด้วย

ตารางที่ 4.6 ผลของการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อปริมาณการกินได้และองค์ประกอบทางเคมีของหญ้า

Ruzi grass	**Amount**
Grass intake (dry matter) (g/day)	16.91
Chemical composition (%)	
Dry matter (fresh)	28.71
Crude protein	14.87
Fat	2.43
Crude fiber	29.67
Ash	11.48

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันในอาหารที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ (ตารางที่ 4.7) จะมีองค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acids, SFA) กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดที่มีพันธะคู่ 1 ตำแหน่ง (Monounsaturated fatty acids, MUFA) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่มากกว่า 1 ตำแหน่ง (Polyunsaturated fatty acids, PUFA) อยู่ในปริมาน 19.51, 30.35 และ 50.14% ตามลำดับ ซึ่ง SFA จะประกอบด้วย Palmitic acid (C16:0) เป็นส่วนใหญ่ และมีการสะสมกรดไขมันชนิดนี้สูงที่สุดเช่นเดียวกับในไข่ไก่ รองลงมาคือ Stearic acid (C18:0) ส่วน MUFA พบว่ามี Oleic acid (C18:1n-9) มากที่สุด ในขณะที่ PUFA จะประกอบด้วย Linoleic acid (C18:2n-6) มากที่สุด และถือว่าเป็นองค์ประกอบของกรดไขมันที่มีมากที่สุดในอาหาร คือ 46.64%

การเลี้ยงไก่ไข่แบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้านั้น ไก่จะมีโอกาสได้รับหญ้าซึ่งเป็นแหล่งของ PUFA ในปริมาณสูง ได้แก่ α-linolenic acid (ALA, C18:3n-3) และ linoleic acid (LA, C18:2n-6) เท่ากับ 51.97 และ 18.78% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าอาหารที่ใช้ในการทดลองจะมีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 อยู่สูง และทำให้อัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 สูงไปด้วย คือ 16.47 ซึ่งแตกต่างจากหญ้าที่มีองค์ประกอบของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 สูง และมีอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 ต่ำ คือ 0.35 ซึ่งไก่ไข่กลุ่มที่ทำการเลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่ภายนอกจะได้รับหญ้าเป็นอาหารเสริม และสามารถเพิ่มแหล่งกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในไข่ได้

ตารางที่ 4.7 องค์ประกอบชนิดของกรดไขมันในอาหารและหญ้า

Fatty acid (%)	**Feed**	**Ruzi grass**
C14:0	0.25	0.57
C15:0	0.12	0.12
C16:0	15.19	18.46
C16:1	0.32	0.00
C18:0	3.56	2.39
C18:1n-9	30.03	3.05
C18:2n-6	46.64	18.78
C18:3n-6	0.45	0.46
C18:3n-3	2.34	51.97
C22:0	0.39	0.54
C20:4n-6	0.18	0.00
C20:5n-3	0.00	3.66
C22:6n-3	0.53	0.00
SFA[1]	19.51	22.08
MUFA[2]	30.35	3.05
PUFA[3]	50.14	74.87
n-6[4]	47.27	19.24
n-3[5]	2.87	55.63
n-6/n-3	16.47	0.35

[1]Sum of saturated fatty acids from C4:0-C20:0

[2]Sum of monounsaturated fatty acids from C14:1-C22:1

[3]Sum of polyunsaturated fatty acids from C18:2-C22:6

[4]Sum of n-6 fatty acids C18:2n-6-C22:6n-3

[5]Sum of n-3 fatty acids C18:3n-3-C22:6n-3

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง

การศึกษาองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง ได้ทำการศึกษาในสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12 ของการทดลอง ผลการศึกษารูปแบบการเลี้ยงไก่ไข่ต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดงพบว่า ไข่ไก่จากรูปแบบการเลี้ยงที่แตกต่างกัน ทั้งการเลี้ยงบนกรงตับ แบบปล่อยพื้น และแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้า มีองค์ประกอบของ SFA, MUFA, PUFA และกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 (n-6) ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ทั้งในสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12 ของการทดลอง ในขณะที่ไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้าให้ไข่ที่มีองค์ประกอบของกรดไขมันชนิด Docosahexaenoic (DHA, C22:6n-3) และกรดไขมันโอเมก้า-3 (n-3) สูงกว่าการเลี้ยงบนกรงตับ และแบบปล่อยพื้นภายในโรงเรือน (P<0.05) และส่งผลให้อัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 (n-6/n-3) ต่ำลง (P<0.05) ในไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้า แต่ปริมาณของกรดไขมัน α-linolenic acid (ALA, C18:3n-3) ไม่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มทดลอง (P>0.05)

ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับ Hidalgo et al. (2008) ที่กล่าวว่าไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงแบบปล่อยพื้นจะมีองค์ประกอบของ SFA และ MUFA ที่ไม่แตกต่างจากไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงบนกรง แต่ยังคงไม่สอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้ที่กล่าวว่าการเลี้ยงไก่ไข่ทั้งแบบปล่อยพื้น และมีพื้นที่ปล่อยสู่ภายนอกจะทำให้ไข่ไก่ที่ได้มีองค์ประกอบของกรดไขมันชนิด MUFA และ PUFA สูงขึ้น และมีกรดไขมันชนิด SFA ที่ต่ำลง (Pignoli et al., 2009) ที่เป็นเช่นนี้เพราะไก่ไข่ทั้งสามกลุ่มได้รับอาหารชนิดเดียวกันตลอดการทดลอง ซึ่งทำให้ได้รับแหล่งของกรดไขมันชนิดเดียวกันด้วย แต่ไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้านั้นจะได้รับหญ้าในแปลงเป็นอาหารเสริม ซึ่งเป็นแหล่งของ α-linolenic acid (ALA, C18:3n-3) จึงทำให้ไข่ไก่ที่เลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้ามีสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ที่สูงขึ้น และมีอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 ที่ต่ำกว่าไข่ไก่กลุ่มอื่นที่เลี้ยงบนกรงและปล่อยพื้นภายในโรงเรือน ในแง่สัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในไข่แดงที่สูงขึ้น พบว่าสอดคล้องกับรายงานของ Lopez-Bote et al. (1998) ที่กล่าวว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้าจะมีปริมาณของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในไข่แดงที่เพิ่มขึ้น และมีอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 ที่ต่ำลง เช่นเดียวกัน ALA, EPA และ DHA ในไข่แดงที่เพิ่มขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าชนิดของกรดไขมันโอเมก้า-3 ในไข่ที่เพิ่มขึ้นคือ DHA เพียงอย่างเดียว แต่สัดส่วนของ ALA ในไข่แดงของแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ตรวจไม่พบ EPA ในไข่แดงของทั้งสามกลุ่มการทดลอง ซึ่งโดยปกติแล้วเมื่อสัตว์ได้รับ ALA สัตว์จะสามารถใช้กรดไขมันชนิดนี้ในการสังเคราะห์เป็นกรดไขมันชนิด EPA และ DHA ได้ แต่การศึกษาครั้งนี้พบเพียงองค์ประกอบของกรดไขมันชนิด DHA ในไข่ ซึ่งน่าจะเกิดจากกระบวนการ elongation ของ EPA ไปเป็น DHA ที่บริเวณตับไก่ เนื่องจากไก่เป็นสัตว์ที่มีขนาดของตับใหญ่มากเมื่อเทียบกับน้ำหนักตัว ทำให้กระบวนการดังกล่าวเกิดขึ้นได้สูง (Fredriksson et al., 2006)

ตารางที่ 4.8 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง (สัปดาห์ที่ 4 ของการทดลอง)

Fatty acids	**Treatment**			***P*-value**	**SEM**
(%)	**Cage**	**Floor pen**	**Free-range**		
C14:0	0.33	0.31	0.30	0.08	0.005
C16:0	24.15	24.64	24.58	0.26	0.12
C16:1	0.84[a]	0.73[b]	0.72[b]	0.008	0.01
C18:0	8.35	8.818	8.72	0.08	0.07
C18:1n-9	35.82	35.23	35.91	0.18	0.14
C18:2n-6	25.71	25.51	24.78	0.30	0.23
C18:3n-3	0.21	0.23	0.24	0.17	0.02
C20:2	0.27	0.28	0.28	0.40	0.004
C20:3n-6	0.25	0.28	0.27	0.45	0.02
C20:4n-6	2.33	2.24	2.32	0.45	0.03
C22:6n-3	1.74[b]	1.75[b]	1.88[a]	0.02	0.02
SFA[1]	32.83	33.75	33.60	0.17	0.18
MUFA[2]	36.66	35.96	36.69	0.19	0.15
PUFA[3]	30.51	30.29	29.27	0.42	0.22
n-6[4]	28.29	28.03	27.37	0.27	0.21
n-3[5]	1.95[b]	1.98[b]	2.12[a]	0.006	0.01
n-6/n-3	14.51[a]	14.16[a]	12.91[b]	0.006	0.13

[a-b]Means within a row with different superscript letters significantly different ($P<0.05$)

n=9 per group

[1]Sum of saturated fatty acids from C4:0-C20:0

[2]Sum of monounsaturated fatty acids from C14:1-C22:1

[3]Sum of polyunsaturated fatty acids from C18:2-C22:6

[4]Sum of n-6 fatty acids C18:2n-6-C22:6n-3

[5]Sum of n-3 fatty acids C18:3n-3-C22:6n-3

ตารางที่ 4.9 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง (สัปดาห์ที่ 8 ของการทดลอง)

Fatty acids (%)	Treatment			*P*-value	SEM
	Cage	Floor pen	Free-range		
C14:0	0.28	0.28	0.28	0.84	0.01
C16:0	23.12	22.77	24.21	0.006	0.12
C16:1	1.02	0.97	0.77	0.07	0.04
C18:0	8.53	9.21	8.35	0.02	0.09
C18:1n-9	36.15	34.97	35.70	0.46	0.37
C18:2n-6	25.92	26.60	25.52	0.52	0.36
C18:3n-3	0.20	0.21	0.23	0.03	0.003
C20:2	0.26	0.29	0.29	0.11	0.01
C20:4n-6	0.25	0.29	0.26	0.64	0.06
C22:6n-3	1.96	2.00	2.13	0.06	0.03
SFA[1]	31.93	32.26	32.84	0.18	0.17
MUFA[2]	37.17	35.94	36.47	0.38	0.33
PUFA[3]	30.90	31.80	30.69	0.59	0.45
n-6[4]	16.71	29.30	28.04	0.50	0.41
n-3[5]	2.16[b]	2.21[b]	2.36[a]	0.03	0.02
n-6/n-3	13.19[a]	13.26[a]	11.88[b]	0.01	0.16

[a-b]Means within a row with different superscript letters significantly different ($P<0.05$)

n=9 per group

[1]Sum of saturated fatty acids from C4:0-C20:0

[2]Sum of monounsaturated fatty acids from C14:1-C22:1

[3]Sum of polyunsaturated fatty acids from C18:2-C22:6

[4]Sum of n-6 fatty acids C18:2n-6-C22:6n-3

[5]Sum of n-3 fatty acids C18:3n-3-C22:6n-3

ตารางที่ 4.10 ผลของระบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยต่อต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง (สัปดาห์ที่ 12 ของการทดลอง)

Fatty acids (%)	Treatment			*P*-value	SEM
	Cage	Floor pen	Free-range		
C14:0	0.29	0.27	0.28	0.48	0.01
C16:0	23.32	24.25	24.37	0.03	0.13
C16:1	0.94	0.75	0.81	0.0005	0.01
C18:0	8.91	8.59	8.58	0.47	0.12
C18:1n-9	36.81	35.98	35.48	0.06	0.18
C18:2n-6	24.67	25.16	25.08	0.74	0.26
C18:3n-3	0.19	0.24	0.23	0.09	0.01
C20:2	0.29	0.29	0.29	0.93	0.01
C20:3n-6	0.24	0.27	0.28	0.32	0.01
C20:4n-6	2.27	2.21	2.43	0.007	0.02
C22:6n-3	2.05[b]	1.95[b]	2.17[a]	0.04	0.03
SFA[1]	32.52	33.11	33.23	0.06	0.10
MUFA[2]	37.77	36.77	36.29	0.05	0.20
PUFA[3]	30.18	30.12	30.48	0.52	0.27
n-6[4]	27.18	27.64	27.79	0.60	0.25
n-3[5]	2.24[b]	2.19[b]	2.40[a]	0.03	0.03
n-6/n-3	12.13[a]	12.62[a]	11.58[b]	0.04	0.14

[a-b]Means within a row with different superscript letters significantly different ($P<0.05$)

n=9 per group

[1]Sum of saturated fatty acids from C4:0-C20:0

[2]Sum of monounsaturated fatty acids from C14:1-C22:1

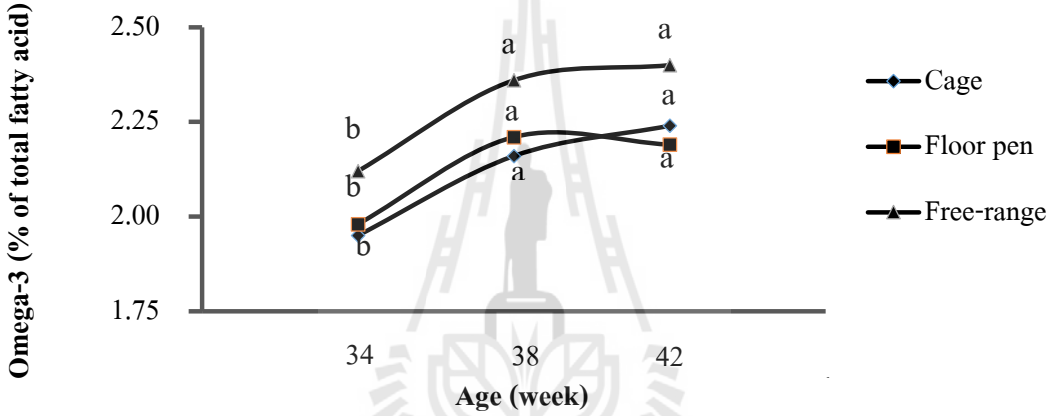
[3]Sum of polyunsaturated fatty acids from C18:2-C22:6

[4]Sum of n-6 fatty acids C18:2n-6-C22:6n-3

[5]Sum of n-3 fatty acids C18:3n-3-C22:6n-3

การเปลี่ยนแปลงของการสะสมกรดไขมันในไข่แดงตลอดการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงกรดไขมันในไข่แดงตลอดการทดลองพบว่า ตลอดระยะเวลาของการทดลอง ไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงบนกรงตับ แบบปล่อยพื้น และแบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมัน LA, ALA และโอเมก้า-6 ที่สะสมในไข่แดง (P>0.05) แต่มีการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมัน DHA และโอเมก้า-3 ที่สะสมในไข่แดงระหว่างช่วงการทดลอง (P<0.05) โดยไก่ไข่จะมีการเปลี่ยนแปลงการสะสมกรดไขมัน DHA และโอเมก้า-3 ระหว่างเดือนแรก (อายุไก่ 34 สัปดาห์) และเดือนที่สอง (อายุไก่ 38 สัปดาห์) ของการทดลอง และจะไม่เปลี่ยนแปลงระหว่างเดือนที่สองและเดือนที่สาม (อายุไก่ 42 สัปดาห์) ของการทดลองในทุกกลุ่มการทดลอง (ภาพที่ 4.1)



ภาพที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์กรดไขมันโอเมก้า-3 ตลอดการทดลอง

[a–b]Means within a line with different superscript letters significantly different (P<0.05).

เมื่อพิจารณาจากกราฟ จะเห็นได้ว่าเมื่อไก่ไข่ได้รับแหล่งของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 อย่างต่อเนื่องจะทำให้มีปริมาณของกรดไขมันชนิดนี้สะสมในไข่แดงเพิ่มขึ้น แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปปริมาณของกรดไขมันที่สะสมในไข่แดงจะไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Gonzalez-Esquerra and Leeson (2000) ที่พบว่าประสิทธิภาพการสะสมกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในไข่แดงจะเพิ่มขึ้นแบบถดถอยเมื่อระดับกรดไขมันชนิดนี้สูงขึ้นในอาหาร โดยการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันในไข่แดงจะขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่ได้รับจากอาหาร (Hargis et al., 1991) และจากรายงานของ Cachaldora et al. (2006) พบว่าไก่ไข่มีประสิทธิภาพในการสะสมกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในไข่แดง 26% ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านอื่นด้วย ทั้งอายุ พันธุกรรม ขนาดไข่แดง มวลไข่ และแหล่งของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ที่ใช้ในสูตรอาหารด้วย

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

รูปแบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้า (free-range) เป็นรูปแบบการเลี้ยงไก่ไข่ทางเลือกที่เน้นการจัดการทางด้านสวัสดิภาพสัตว์ ให้สัตว์ได้อยู่อย่างสบาย และมีโอกาสในการแสดงออกของพฤติกรรมตามธรรมชาติที่มากขึ้น เป็นการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในกลุ่มเฉพาะ และเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าสินค้าอีกด้วย

ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อย (free-range) ไม่มีผลทำให้สมรรถนะการให้ผลผลิต ทั้งผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ คุณภาพไข่ และปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดง แตกต่างไปจากการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยพื้นภายในโรงเรือน (floor pen) และแบบกรงตับ (cage) แต่อย่างไรก็ตาม การเลี้ยงไก่ไข่แบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้านั้น จะทำให้ไข่แดงมีที่สีเข้มขึ้นกว่าไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงแบบปล่อยพื้น และบนกรงตับ นอกจากนี้ไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงในแบบที่มีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้าจะมีสัดส่วนการสะสมกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ที่เพิ่มสูงขึ้น รวมถึงมีอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 ต่อกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ที่ต่ำลง

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าการเลี้ยงไก่แบบมีพื้นที่ปล่อยสู่แปลงหญ้าจะให้ไข่ที่มีสีไข่ไก่และองค์ประกอบของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในไข่สูงขึ้นได้ เนื่องจากได้รับหญ้าเป็นอาหารเสริม ดังนั้นหากมีการเลี้ยงไก่ไข่แบบมีพื้นที่ปล่อยสู่ภายนอกและมีการปลูกหญ้าในแปลงปล่อยจะเป็นแนวทางในการเพิ่มจุดเด่นของไข่ไก่ที่เลี้ยงในรูปแบบนี้ได้ แต่เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ทำขึ้นในฟาร์มวิจัยขนาดเล็กซึ่งมีพื้นที่จำกัดสำหรับแปลงหญ้า รวมถึงการออกแบบพื้นที่แปลงหญ้าที่มีความยาวของแปลงมากเกินไป จะทำให้ไก่ใช้ประโยชน์จากหญ้าได้ไม่เต็มที่ ดังนั้นควรจะต้องมีการหมุนเวียนหรือคำนึงถึงรูปแบบของแปลงปล่อยให้ไม่กว้างหรือยาวจนเกินไป รวมถึงมีการสร้างร่มเงาเพื่อให้ไก่ไข่ได้ออกมาในแปลงปล่อย และใช้ประโยชน์จากแปลงหญ้าได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

จารุวรรณ์ ศิริพรรณพร. (2554). บทบาทของอาหารต่อการควบคุมไขมันในเลือด สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.rmutphysics. com/charud/oldnews/84/chemistry/choles1.htm.

มาตรฐานสินค้าเกษตร.(2553). การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มไก่ไข่. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

มาตรฐานสินค้าเกษตร. (2554). เกษตรอินทรีย์ เล่ม 2 :ปศุสัตว์อินทรีย์ (มกษ. 9000 เล่ม 2-2554) สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วิยดา เทพหัตถี ศศิวิมล แสวงผล เชฎฐ์ สาทรกิจ และทยา เจนจิตติกุล. (2554). สารานุกรมผลิตผลและผลิตภัณฑ์จากพืชในซุปเปอร์มาร์เก็ต ฉบับคอมพิวเตอร์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ศูนย์ข้อมูลสุขภาพกรุงเทพ. (2554). [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.bangkokhealth.com

สถานีพัฒนาอาหารสัตว์ประจวบคีรีขันธ์. (2554). การสาธิตการเลี้ยงโคเนื้อภายใต้ระบบการปล่อยแทะเล็ม [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.dld.go.th/nspk_pkk/ac02.html

AOAC. (1990). Official of Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. Arlington. VA.

Basmacioglu, H., and Ergul, M. (2005). Research on the factors affecting cholesterol content and some other characteristics of eggs in laying hens. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 29: 157-164.

Cachaldora, P., Garca-Rebollar, P., Alvarez, C., De Blas, J. C. and Mndez, J. (2006). Effect of type and level of fish oil supplementation on yolk fat composition and n-3 fatty acids retention efficiency in laying hens. British Poultry Science. 47: 43–49.

Castellini, C., Mugnai, C., and Dal Bosco, A. (2002). Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. Meat Science. 60: 219-225.

Fanatico, A. (2006). Alternative poultry production systems and outdoor access [On-line]. Available: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/animalwelfare/poultryoverview.pdf

Fredriksson, S., Elwinger, K., and Pickova, J. (2006). Fatty acid and carotenoid composition of egg yolk as an effect of microalgae addition to feed formula for laying hens. Food Chemistry. 99: 530-537.

French, P., Stanton, C., Lawless, F., Riordan, E. G. O., Monahan, F. J., Caffrey, P. J., and Moloney, A. P. (2000). Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. Journal of Animal Science. 78: 2849-2855.

Folch, J., Lees, M., and Sloane-Stanley, G. H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal of Biological Chemistry. 226: 497-509.

Gonzalez-Esquerra, R. and Leeson, S. (2000). Effect of feeding hens regular or deodorized menhaden oil on production parameters, yolk fatty acid profile, and sensory quality of eggs. Poultry Science. 79: 1597-1602.

Hargis, P. S., Van Elswyk, M. E. and Hargis, B. M. (1991). Dietary modification of yolk lipid with menhaden oil. Poultry Science. 70: 874-883.

Hidalgo, A., Rossi, M., Clerici, F., and Ratti, S. (2008). A market study on the quality characteristics of eggs from different housing systems. Food Chemistry. 106: 1301-1308.

Holt, P. S., Davies, R. H., Dewulf, J., Gast, R. K., Huwe, J. K., Jones, D. R., Waltman, D., and Willian, K. R. (2011). The impact of different housing systems on egg safety and quality. Poultry Science. 90: 251-262.

Horsted, K., Hermansen, J. E., and Hansen, H. (2007). Botanical composition of herbage intake of free-range laying hens determined by microhistological analysis of faeces. Archiv fur Geflugelkunde. 71(4): 145-151.

Husak, R. L., Sebranek, J. G., and Bregendahl, K. (2008). A survey of commercially available broilers marketed as organic, free-range, and conventional broilers for cooked meat yields, meat composition, and relative value. Poultry Science. 87: 2367-2376.

Lantinga, E. A, Neuteboom, J. H., and Meijs, J. A. C. (2004). Sward methods. In E. A. Lantinga (ed). Herbage Intake Handbook (pp. 23-52). The British Grassland Society.

Leeson, S. (2001). Feeding programs for laying hens. ASA Techical Bulletin. 49.

Lopez-Bote, C. J., Sanz Arias, R., Rey, A. I., Castano, A., Isabel, B., and Thos, J. (1998). Effect of free-range feeding on *n*y3 fatty acid and a-tocopherol content and oxidative stability of eggs. Animal Feed Science Technology. 72: 33-40

Lymbery, P. (1997). Beyond the battery: A welfare charter for laying hens: a compassion in world farming report. UK: CIWF Trust. 36 p.

Matt, D., Veromann, E., and Luik, A. (2009). Effect of housing systems on biochemical composition of chicken eggs. Agronomy Research. 7: 662-667.

McNaughton, J. L. (1978). Effect of dietary fiber on egg yolk, liver, and plasma cholesterol concentrations of the laying hen. Journal of Nutrition. 108: 1842-1848.

Metcalfe, L. D., Schmitz, A. A., and Pelka, J. R. (1966). Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. Analytical Chemistry. 38: 514-515.

Morrison, E.R. and L.M. Smith. 1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. Journal of Lipid Research. 5:600-608.

Moritz, J. S., Parsons, A. S., Buchanan, N. P., Baker, N. J., Jaczynski, J., Gekara, O. J., and Bryan, W. B. (2005). Synthetic methionine and feed restriction effects on performance and meat quality of organically reared broiler chickens. Applied Poultry Research. 14: 521-535.

National Research Council. (1994). Nutrient requirements of poultry (9th ed.). Washington, DC: National Academy Press.

Petek, M., Alpay, F., Gezen, S. S., and Cibik, R. (2009). Effects of housing system and age on early stage egg production and quality in commercial laying hens. The Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, University of Kafkas. 15(1): 57-62.

Pignoli, G., Rodriguez-Estrada, M. T., Mandrioli, M., Barbanti, L., Rizzi, L., and Lercker, G. (2009). Effects of different rearing and feeding systems on lipid oxidation and antioxidant capacity of freeze-dried egg yolks. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 57(24): 11517-11527.

Roberts, J. R. (2004). Factor affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. Journal of Poultry Science. 41: 161-177.

Rossi, M., and De Reu, K. (2011). Alternative hen housing systems and egg quality. Woodhead Publishing Limited. 1: 351-375

Rowe, A., Macedo, F. A. F., Visentainer, J. V., Souza, N. E., and Matsushita, M. (1999). Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture. Meat Science. 51(4): 283-288.

Silversides, F. G., Korver, D. R., and Budgell, K. L. (2006). Effect of strain of layer and age at photostimulation on egg production, egg quality, and bone strength. Poultry Science. 85: 1136-1144.

Singh, K., Cheng, K. M., and Silversides, F. G. (2009). Production performance and egg quality of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. Poultry Science. 88: 256-264.

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

Tuason, R., Wahlstrom, A., and Abrahamsson, P. (1999). Effect of two floor housing system and cages on health, production, and fear response in layers. Journal of Applied Poultry Science. 8: 152-159.

Van Den Brand, H., Parmentier, H. K., and Kemp, B. (2004). Effects of housing system (outdoor vs cages) and age of laying hens on egg characteristics. British Poultry Science. 45(6): 745-752.

Vits, A., Weitzenburger, D., Hamann, H., and Distl, O. (2005). Production, egg quality, bone strength, claw length, and keel bone deformities of laying hens housed in furnished cages with different group sizes. Poultry Science. 84: 1511-1519.

Wang, X. L., Zheng, J. X., Ning, Z. H., Qu, L. J., Xu, G. Y., and Yang, N. (2009). Laying performance and egg quality of blue-shelled layers as affected by different housing systems. Poultry Science. 88: 1485-1492.

Weggemans, R. M., Zock, P. L., and Katan, M. B. (2001). Dietary cholesterol from eggs increases the ratio of total cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol in humans: A meta-analysis. The American Journal of Clinical Nutrition. 73: 885-891.

Woods, V. B., and Fearon, A. M. (2009). Dietary sources of unsaturated fatty acids for animals and their transfer into meat, milk and eggs: A review. Livestock Science. 126: 1-20.

Yakubu, A., Salako, A. E., and Ige, A. O. (2007). Effects of genotype and housing system on the laying performance of chickens in different seasons in the semi-humid tropics. International Journal of Poultry Science. 6(6): 434-439.

ประวัตินักผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ - สกุล: นายวิทธวัช โมพี (Mr. Wittawat Molee)

วัน เดือน ปีเกิด: 9 พฤศจิกายน 2512

ตำแหน่งปัจจุบัน: อาจารย์

หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้:

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ 044-224373 โทรสาร 044-224150 E- mail: wittawat@sut.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี วท.บ. วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 2) สาขาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปี พ.ศ. 2534

ปริญญาโท วท.ม. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปี พ.ศ. 2537

ปริญญาเอก Ph.D. (Qualité et securité des aliments) สถาบัน Institut National Polytechnique de Toulouse (INPT) ประเทศฝรั่งเศส ปี พ.ศ. 2549

สาขาวิชาที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ

1. โภชนศาสตร์สัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง (Non-ruminant Nutrition)
2. การผลิตสัตว์ปีก (Poultry production)
3. การผลิตสุกร (Swine Production)

ผลงานวิจัยตีพิมพ์

ผลงานวิจัยตีพิมพ์ในฐานข้อมูล Scopus

Molee, W., Bouillier-Oudot, M., Auvergne, A., and Babilé, R. (2005). Changes in lipid composition of hepatocyte plasma membrane induced by overfeeding in duck. Comp. Biochem. Physiol., *B*. 141: 437-444.

Khempaka, S., **Molee, W.**, and Guillaume, M. (2009). Dried cassava pulp as an alternative feedstuff for broilers: Effect on growth performance, carcass traits, digestive organs and nutrient digestibility. J. Appl. Poult. Res. 18:487-493.

Ruthairat Thongkratok, Sutisa Khempaka, and **Wittawat Molee**. (2010). Protein enrichment of cassava pulp using microorganisms fermentation techniques for use as an alternative animal feedstuff. J. Anim. Vet. Adv. 9 (22): 2859-2862.

Khempaka, S., Chitsatchapong, C., and **Molee, W.** (2011). Effect of chitin and protein constituents in shrimp head meal on growth performance, nutrient digestibility, intestinal microbial populations, volatile fatty acids, and ammonia production in broilers. J. Appl. Poult. Res. 20:1-11.

Molee, W., Puttaraksa, P., Pitakwong, S., and Khempaka, S. (2011). Performance, Carcass Yield, Hematological Parameters, and Feather Pecking Damage of Thai Indigenous Chickens Raised Indoors or with Outdoor Access. World Academy of Science, Engineering and Technology 80: 646-649

Khempaka, S., Okrathok, S., Hokking, L., Thukhanon, B., and **Molee, W.** (2011) Influence of Supplemental Glutamine on Nutrient Digestibility and Utilization, Small Intestinal Morphology and Gastrointestinal Tract and Immune Organ Development of Broiler Chickens**.** World Academy of Science, Engineering and Technology 80:606-608

Paphapin Puttaraksa, **Wittawat Molee**, and Sutisa Khempaka. 2012. Meat quality of Thai indigenous chickens raised indoors or with outdoor access. J. Anim. Vet. Adv. 11 (7): 975-978.

Khempaka, S., Pudpila, U., and **Molee, W.** 2013. Effect of dried peppermint (*Mentha cordifolia*) on growth performance, nutrient digestibility, carcass traits, antioxidant properties, and ammonia production in broilers. J. Appl. Poult. Res. 22: 904-912.

Sutisa Khempaka, Ruthairat Thongkratok, Supattra Okrathok, and **Wittawat Molee**. 2014. An evaluation of cassava pulp feedstuff fermented with *A. oryzae* on growth performance, nutrient digestibility and carcass quality of broilers. J. Poult. Sci. 51: 71-79.

ผลงานวิจัยตีพิมพ์อื่น ๆ

วิทธวัช โมพี เฉลิมชัย หอมตา และเมธา ทองสุก. (2545). ผลของการใช้รำสกัดน้ำมันในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี 9:190-196.

จรณี จิตสัจจพงศ์ **วิทธวัช โมพี** และสุทิศา เข็มผะกา. (2552). ผลของการเสริมเปลือกกุ้งป่นในอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และการตอบสนองภูมิคุ้มกันของไก่เนื้อ. วารสารแก่นเกษตร. 37 (4): 331-338.

เอกพล พูนชัย สุทิศา เข็มผะกา **วิทธวัช โมพี** และจักร์ โนจากุล. (2553). บทบาทของกลูตามีนต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต การตอบสนองต่อภูมิคุ้มกัน และการพัฒนาระบบทางเดินอาหารสุกรหย่านม. วารสารแก่นเกษตร. 38 (1): 39-46.

Pudpila, U., Khempaka, S., **Molee, W.**, and Hormta, C. (2011). Comparison of distillation methods of *Mentha cordifolia Opiz*. essential oil on antibacterial activity for application use in animal feeds. J. Agri. Sci. and Tech. A 1: 1336-1340.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย (1)

ชื่อ - สกุล: นางสาวสุทิศา เข็มผะกา (Miss Sutisa Khempaka)

วัน เดือน ปีเกิด: 14 กันยายน 2518

ตำแหน่งปัจจุบัน: ผู้ช่วยศาสตราจารย์

หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้:

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ 044-224572 โทรสาร 044-224150 E- mail: khampaka@sut.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี วท.บ. วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 1) สาขาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ปี พ.ศ. 2541

ปริญญาโท วท.ม. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปี พ.ศ. 2545

ปริญญาเอก Ph.D. (Agricultural Science) สถาบัน Gifu University ประเทศญี่ปุ่น ปี พ.ศ. 2549

สาขาวิชาที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ

1. โภชนศาสตร์สัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง (Non-ruminant Nutrition)
2. การผลิตสัตว์ปีก (Poultry production)
3. การผลิตสุกร (Swine Production)

ผลงานวิจัยตีพิมพ์

ผลงานวิจัยตีพิมพ์ในฐานข้อมูล Scopus

Khempaka, S., Molee, W., and Guillaume, M. (2009). Dried cassava pulp as an alternative feedstuff for broilers: Effect on growth performance, carcass traits, digestive organs and nutrient digestibility. J. Appl. Poult. Res. 18:487-493.

Ruthairat Thongkratok, **Sutisa Khempaka**, and Wittawat Molee. (2010). Protein enrichment of cassava pulp using microorganisms fermentation techniques for use as an alternative animal feedstuff. J. Anim. Vet. Adv. 9 (22): 2859-2862.

Khempaka, S., Chitsatchapong, C., and Molee, W. (2011). Effect of chitin and protein constituents in shrimp head meal on growth performance, nutrient digestibility, intestinal microbial populations, volatile fatty acids, and ammonia production in broilers. J. Appl. Poult. Res. 20:1-11.

Molee, W., Puttaraksa, P., Pitakwong, S., and **Khempaka, S.** (2011). Performance, Carcass Yield, Hematological Parameters, and Feather Pecking Damage of Thai Indigenous Chickens Raised Indoors or with Outdoor Access. World Academy of Science, Engineering and Technology 80: 646-649

Khempaka, S., Okrathok, S., Hokking, L., Thukhanon, B., and Molee, W. (2011) Influence of Supplemental Glutamine on Nutrient Digestibility and Utilization, Small Intestinal Morphology and Gastrointestinal Tract and Immune Organ Development of Broiler Chickens**.** World Academy of Science, Engineering and Technology 80:606-608

Paphapin Puttaraksa, Wittawat Molee, and **Sutisa Khempaka**. 2012. Meat quality of Thai indigenous chickens raised indoors or with outdoor access. J. Anim. Vet. Adv. 11 (7): 975-978.

Khempaka, S., Pudpila, U., and Molee, W. 2013. Effect of dried peppermint (*Mentha cordifolia*) on growth performance, nutrient digestibility, carcass traits, antioxidant properties, and ammonia production in broilers. J. Appl. Poult. Res. 22: 904-912.

Sutisa Khempaka, Ruthairat Thongkratok, Supattra Okrathok, and Wittawat Molee. 2014. An evaluation of cassava pulp feedstuff fermented with *A. oryzae* on growth performance, nutrient digestibility and carcass quality of broilers. J. Poult. Sci. 51: 71-79.

ผลงานวิจัยตีพิมพ์อื่น ๆ

จรณี จิตสัจจพงศ์ วิทธวัช โมพี และ**สุทิศา เข็มผะกา**. (2552). ผลของการเสริมเปลือกกุ้งป่นในอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และการตอบสนองภูมิคุ้มกันของไก่เนื้อ. วารสารแก่นเกษตร. 37 (4): 331-338.

เอกพล พูนชัย **สุทิศา เข็มผะกา** วิทธวัช โมพี และจักร์ โนจากุล. (2553). บทบาทของกลูตามีนต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต การตอบสนองต่อภูมิคุ้มกัน และการพัฒนาระบบทางเดินอาหารสุกรหย่านม. วารสารแก่นเกษตร. 38 (1): 39-46.

Khempaka, S., Koh, K., and Karasawa, Y. (2006). Effect of shrimp meal on growth performance and digestibility in growing broilers. J. Poult. Sci. 43: 250-254.

Khempaka, S., Mochizuki, M., Koh, K., and Karasawa, Y. (2006). Effect of chitin in shrimp meal on growth performance and digestibility in growing broilers. J. Poult. Sci. 43: 339-343.

Pudpila, U., **Khempaka, S.**, Molee, W., and Hormta, C. (2011). Comparison of distillation methods of *Mentha cordifolia Opiz*. essential oil on antibacterial activity for application use in animal feeds. J. Agri. Sci. and Tech. A 1: 1336-1340.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย (2)

ชื่อ - สกุล: นายเฉลิมชัย หอมตา (Mr. Chalermchai Hormta)

หมายเลขบัตรประชาชน: 3 3099 00123 00 1

วัน เดือน ปีเกิด: 6 มกราคม 2513

ตำแหน่งปัจจุบัน: นักวิชาการเกษตร

หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้:

ฟาร์มมหาวิทยาลัย สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ 044-225001 โทรสาร 044-225001 E- mail: chalee42@sut.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี วท.บ. วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ปริญญาโท วท.ม. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประสบการณ์และการศึกษาดูงาน

1. การจัดการด้านสัตว์ปีก(ไก่เนื้อ ไก่ไข่ ไก่พื้นเมือง ฯลฯ)
2. ผู้สอนปฏิบัติการ วิชา Poultry Production และ วิชา General Farm Practicum
3. ได้รับทุนเข้าร่วมอบรมหลักสูตร Training Course on Livestock Production ณ กรุงโซล ประเทศสาธารณรัฐเกาหลี 1 เมษายน – 20 พฤษภาคม 2543

4. ผ่านการอบรมหลักสูตร “นักสัตวบาลศาสตร์ รุ่นที่5” ได้รับการรับรองจากสมาคมสัตวบาลแห่งประเทศไทย ปี 2552
5. เป็นวิทยากรอบรมด้านการผลิตสัตว์ปีก

ผลงานวิจัยตีพิมพ์

วิทธวัช โมฬี **เฉลิมชัย หอมตา** และเมธา ทองสุก. (2545). ผลของการใช้รำสกัดน้ำมันในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี 9:190-196.

Pudpila, U., Khempaka, S., Molee, W., and **Hormta, C.** (2011). Comparison of distillation methods of *Mentha cordifolia* Opiz. essential oil on antibacterial activity for application use in animal feeds. J. Agri. Sci. and Tech. A 1:1336-1340.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี