รหัสโครงการ SUT3-303-52-12-25

รายงานการวิจัย

ผลของระดับน้ำมันปลาทะเลในอาหาร และช่วงระยะเวลาการให้อาหาร ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต และส่วนประกอบของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในเนื้อไก่พื้นเมือง

(The Effects of Dietary Fish Oil Level and Feeding Period on Growth Performance and Omega-3 Fatty Acid Composition of Native Chicken Meat)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT3-303-52-12-25

รายงานการวิจัย

ผลของระดับน้ำมันปลาทะเลในอาหาร และช่วงระยะเวลาการให้อาหาร ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต และส่วนประกอบของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในเนื้อไก่พื้นเมือง

(The Effects of Dietary Fish Oil Level and Feeding Period on Growth Performance and Omega-3 Fatty Acid Composition of Native Chicken Meat)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ดร. วิทธวัช โมพี

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ร่วมวิจัย

ผศ.ดร. สุทิศา เข็มผะกา

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2552

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

กันยายน 2556

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2552 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่และอุปกรณ์สำหรับการเลี้ยงไก่วิจัย ขอขอบคุณศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการวิเคราะห์ทางเคมีตัวอย่างอาหารและเนื้อไก่ และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณ คุณจรณี จิตสัจจพงศ์ คุณปภาพินท์ พุทธรักษา และคุณสุวิมล พิทักษ์วงษ์ ที่ได้มีส่วนช่วยให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

วิทธวัช โมพี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับการเสริมน้ำมันปลาทะเล และช่วงระยะเวลาการเสริมในอาหาร ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและส่วนประกอบของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในเนื้อไก่พื้นเมือง โดยใช้ไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาว 450 ตัว คละเพศ แบ่งออกเป็น 10 กลุ่มทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 15 ตัว วางแผนการทดลองแบบ 3x3 Factorial Experiments in CRD + 1 Control โดยมีปัจจัยหลัก 3 ระดับคือ อาหารที่มีการเสริมน้ำมันปลาทูน่า 1.5%, 3.0% และ 4.5% ตามลำดับ และปัจจัยรอง 3 ระดับคือ ช่วงระยะเวลาการเสริมในอาหารที่ช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์, 6-12 สัปดาห์ และ 9-12 สัปดาห์ ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าการเสริมน้ำมันปลาทูน่าทั้ง 3 ระดับ (1.5%, 3.0% และ 4.5%) และช่วงระยะเวลาของการให้อาหารที่ช่วงอายุทั้ง 3 ช่วง (3-12 สัปดาห์, 6-12 สัปดาห์ และ 9-12 สัปดาห์) ไม่ส่งผลกระทบต่อน้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กินได้ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) (P>0.05) และพบว่าไม่ส่งผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์ซาก เนื้ออก เนื้อสะโพก และไขมันช่องท้อง (P>0.05) การศึกษาองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อไก่ พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมน้ำมันปลาทูน่าในทุกระดับ (1.5%, 3.0% และ 4.5%) มีผลทำให้กรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 สะสมอยู่ในเนื้อสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยเฉพาะกรดไขมัน Docosahexaenoic acid (DHA) (P<0.05) นอกจากนี้ยังส่งผลทำให้อัตราส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (P<0.05) และไม่พบอิทธิพลร่วมกันระหว่างระดับการเสริมน้ำมันปลาทะเล และระยะเวลาการให้อาหารในช่วงอายุต่าง ๆ (P>0.05) ผลการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการเสริมน้ำมันปลาทะเลที่ระดับ 3% ในสูตรอาหาร ในช่วงอายุไก่ 3-12 สัปดาห์ (9 สัปดาห์ก่อนเชือด) มีความเหมาะสมในการเพิ่มสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในเนื้อไก่พื้นเมือง โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการผลิตและส่วนประกอบของซากไก่พื้นเมือง

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effects of dietary fish oil levels and durations of dietary fish oil feeding on growth performance and fatty acid composition of meat in Thai native chickens. Four hundred fifty mixed sex chicks at 3 wk of age were randomly allocated into 10 experimental treatments as a result of the combination of 3 levels (1.5, 3.0, and 4.5%) and 3 durations of dietary fish oil feeding (3-12, 6-12, and 9-12 wk of age). The results showed that body weight, feed intake, feed conversion ratio (FCR), carcass percentage, meat yields and abdominal fat were not different among treatments (P>0.05). The proportion of total n-3 fatty acid in meat increased mostly because of the rise in docosahexaenoic acid (DHA) when fish oil was supplement in the diets compared with control (P<0.05). Moreover, the ratio of total n-6 fatty acid and total n-3 fatty acid decreased in the meat when fish oil was supplement in the diets compared with control (P<0.05). There was no interaction between the level and duration of dietary fish oil feeding before slaughter (P>0.05). It is suggested that the optimal meat n-3 fatty acid enrichment of Thai native chicken was to feed 3.0 % fish oil for 3-12 wk of age (or 9 wk before the time of slaughter) which it was not showed the detrimental effects on growth performance and carcass composition.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญภาพ ..... ช
บทที่ 1 บทนำ 1
ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
สมมติฐานของการวิจัย 2
ขอบเขตของการวิจัย 3
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร 4
ผลของการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหาร ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ 6
ผลของการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหาร ต่อส่วนประกอบของซากไก่เนื้อ 7
ผลของระดับน้ำมันปลาทะเลในอาหาร ต่อสัดส่วนของกรดไขมันในเนื้อไก่ 9
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 11
สัตว์และการจัดกลุ่มทดลอง 11
การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ทางเคมี 12
การวิเคราะห์ทางสถิติ 13
ระยะเวลาและสถานที่ในการทำวิจัย 13
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 15
ผลของระดับน้ำมันปลาทะเลในอาหาร และช่วงระยะเวลาการให้อาหาร
ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต 15
ผลของระดับน้ำมันปลาทะเลในอาหาร และช่วงระยะเวลาการให้อาหาร
ต่อส่วนประกอบซาก 16

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ผลของระดับน้ำมันปลาทะเลในอาหาร และช่วงระยะเวลาการให้อาหาร
ต่อสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในเนื้อ 18
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 21
เอกสารอ้างอิง 22
ประวัตินักวิจัย.....26

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ประโยชน์ด้านสุขภาพจากการบริโภคอาหารที่มีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 5
2.2 ผลของการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหาร ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ 7
2.3 ผลของการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหาร ต่อส่วนประกอบของซากไก่เนื้อ.....8
2.4 ผลของการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหาร ต่อสัดส่วนของกรดไขมันในเนื้อ.....10
3.1 ส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองและองค์ประกอบทางโภชนะ 14
4.1 ผลของระดับน้ำมันปลาทะเลในอาหาร และช่วงระยะเวลาการให้อาหาร
ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมือง ที่อายุ 12 สัปดาห์ 15
4.2 ผลของระดับน้ำมันปลาทะเลในอาหาร และช่วงระยะเวลาการให้อาหาร
ต่อส่วนประกอบของซากไก่พื้นเมือง ที่อายุ 12 สัปดาห์ 17
4.3 ผลของระดับน้ำมันปลาทะเลในอาหาร และช่วงระยะเวลาการให้อาหาร
ต่อสัดส่วนของกรดไขมันในเนื้อไก่พื้นเมือง ที่อายุ 12 สัปดาห์ (% of total fatty acid).....20

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 กลไกการสังเคราะห์กรดไขมันในตระกูลโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3.....4

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

เมื่อผู้บริโภคหันมาใส่ใจกับสุขภาพกันมากขึ้น แนวทางการผลิตสัตว์ยุคใหม่จึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค ประเด็นหลัก ๆ ที่สำคัญในขณะนี้ก็คือ ความกังวลในการบริโภคไขมันจากสัตว์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัว จากเหตุผลดังกล่าวทำให้การค้นคว้าวิจัยในปัจจุบันพยายามหาวิธีในการเพิ่มการสะสมกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดไขมันในกลุ่มโอเมก้า-3 ในผลิตภัณฑ์สัตว์ (Huyghebaert, 1995; Hargis et al., 1991) ทั้งนี้เนื่องจากกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 เป็นกลุ่มของกรดไขมันที่เป็นประโยชน์และมีความสำคัญต่อร่างกาย กรดไขมันในกลุ่มนี้ประกอบด้วยกรดแอลฟ่า-ลิโนเลนิค (α-linolenic acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต้องได้รับจากอาหาร เนื่องจากร่างกายของมนุษย์และสัตว์ไม่สามารถสังเคราะห์ได้ โดยกรดไขมันชนิดนี้สามารถสังเคราะห์ต่อได้เป็นกรดไอโคซาเพนตะอีโนอิค (eicosapentaenoic acid, EPA) และกรดโดโคซาเฮกซาอีโนอิค (docosahexaenoic acid, DHA) ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่ากรดไขมันกลุ่มโอเมก้า-3 ช่วยลดปัญหาการเกิดโรคหัวใจ (Temple et al., 1996) ลดระดับคอเลสเตอรอลในกระแสเลือด และรักษาอาการของโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด (Klatt, 1986) นอกจากนี้ยังมีความสำคัญต่อพัฒนาการของสมองและการเจริญเติบโตของทารก (Nettleton, 1993) ประเทศต่าง ๆ ในแถบยุโรปและอเมริกาได้เล็งเห็นความสำคัญของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 จึงมีการกระตุ้นและส่งเสริมให้ประชาชนบริโภคกรดไขมันในกลุ่มนี้เพิ่มมากขึ้น

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 พบมากในอาหารประเภทปลาทะเลน้ำลึก ดังนั้นจึงเป็นการยากที่ผู้บริโภคจะสามารถบริโภคได้บ่อยครั้ง เพราะมีราคาแพง และมีในปริมาณที่จำกัด การเพิ่มทางเลือกสำหรับผู้บริโภคโดยเฉพาะผู้ที่มีความห่วงใยต่อสุขภาพ และมีความสามารถในการซื้ออาหารที่มีคุณค่าต่อร่างกายในราคาที่ไม่สูงจนเกินไป จึงเป็นสิ่งที่ผู้ผลิตคำนึงถึง ในส่วนของเนื้อไก่พื้นเมืองนั้นถือเป็นอาหารที่มีรสชาติดีและเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค การศึกษาเพื่อหาแนวทางในการเพิ่มการสะสมกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในเนื้อไก่พื้นเมืองเป็นประเด็นที่มีความน่าสนใจในการที่จะตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคทั้งในแง่ของรสชาติและประโยชน์จากกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ที่เพิ่มสูงขึ้นในเนื้อ เนื่องจากกลไกการสังเคราะห์และการสะสมกรดไขมันในสัตว์ขึ้นอยู่กับชนิดและประเภทของกรดไขมันชนิดนั้น ๆ ที่สัตว์ได้รับจากอาหาร ดังนั้นการศึกษาเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนะโดยการเพิ่มปริมาณกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในเนื้อไก่พื้นเมือง สามารถทำได้

ด้วยการปรับสูตรอาหาร โดยการเสริมกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 จากน้ำมันปลาทะเล (fish oil) ในอาหาร เพื่อให้มีการสะสมกรดไขมันดังกล่าวในเนื้อ

อีกประเด็นหนึ่งที่น่าสนใจ คือช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหาร Zuidhof et al. (2009) ได้ทำการศึกษาในไก่เนื้อโดยการเสริมเมล็ด flaxseed ที่มีส่วนประกอบของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 สูง ที่ระดับต่างกัน และมีช่วงเวลาการเสริมที่ต่างกันจนกระทั่งส่งตลาดที่อายุ 35 วัน พบว่าระดับและช่วงเวลาการเสริมมีผลต่อการสะสมกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถเลือกระดับและช่วงเวลาในการเสริมที่เหมาะสมที่สุดได้ เนื่องจากการเลี้ยงไก่พื้นเมืองต้องใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงประมาณ 12 สัปดาห์ จึงจะได้น้ำหนักตัวประมาณ 1 กิโลกรัม ซึ่งสามารถจับขายส่งตลาดได้ ดังนั้นจึงมีคำถามว่า มีความจำเป็นที่จะต้องเสริมน้ำมันปลาทะเล (ซึ่งทำให้ต้นทุนค่าอาหารสูงขึ้น) ตลอดช่วงระยะเวลาของการเลี้ยงหรือไม่ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเสริมน้ำมันปลาทะเลที่ระดับต่าง ๆ ในช่วงระยะเวลาการเลี้ยงที่ต่างกันของไก่พื้นเมือง ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต และส่วนประกอบของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในเนื้อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการเสริมน้ำมันปลาทะเลที่ระดับต่าง ๆ ในอาหารไก่พื้นเมือง ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต และส่วนประกอบของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในเนื้อ
2. เพื่อศึกษาผลของช่วงระยะเวลาที่ต่างกันในการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหารไก่พื้นเมือง ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต และส่วนประกอบของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในเนื้อ
3. เพื่อศึกษาอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างการเสริมน้ำมันปลาทะเลที่ระดับต่าง ๆ และช่วงระยะเวลาในการเสริมที่ต่างกัน ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต และส่วนประกอบของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในเนื้อ

สมมติฐานของการวิจัย

เนื่องจากชนิดและปริมาณของกรดไขมันในอาหารที่สัตว์กินเข้าไปนั้น จะส่งผลโดยตรงต่อชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่สะสมในร่างกาย ดังนั้นการใช้น้ำมันปลาทะเลซึ่งมีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 สูง เป็นส่วนประกอบในอาหารไก่พื้นเมือง จะสามารถเพิ่มการสะสมกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในผลผลิตเนื้อไก่พื้นเมืองได้ ในขณะเดียวกันช่วงระยะเวลาที่ต่างกันในการเสริมน้ำมันปลาทะเล จะส่งผลทำให้การสะสมกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในเนื้อไก่พื้นเมืองแตกต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถหาระดับการเสริมและช่วงเวลาในการเสริมน้ำมันปลาทะเลที่เหมาะสมได้

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะคัดเลือกระดับการเสริมน้ำมันปลาทะเล และระยะเวลาการเสริมที่เหมาะสม เพื่อผลิตเนื้อไก่พื้นเมืองให้มีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 สูงขึ้น

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

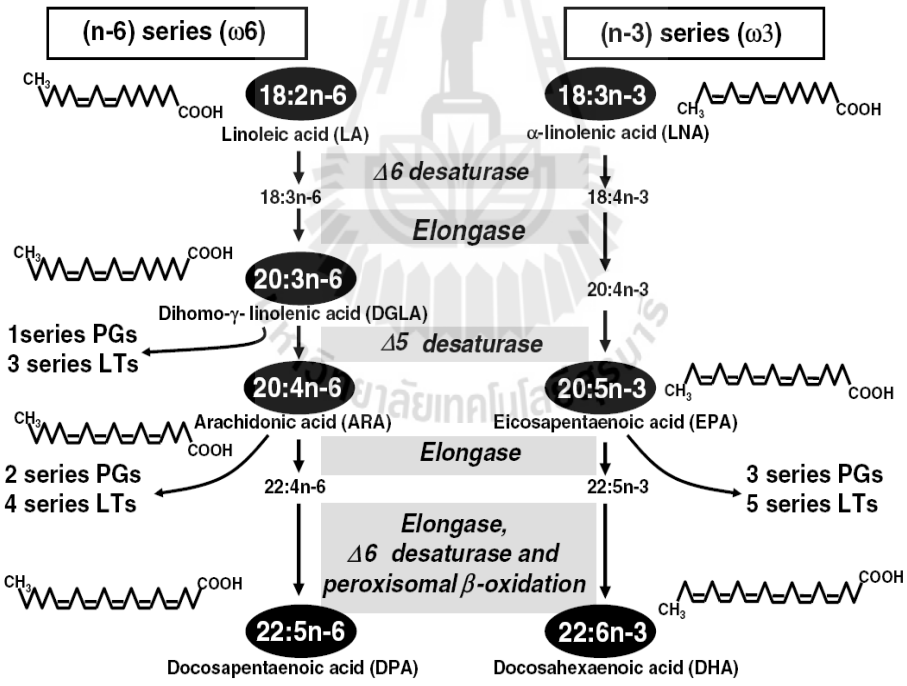
องค์ความรู้ที่เกิดขึ้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตเนื้อไก่พื้นเมืองโอเมก้า-3 ซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค และเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตผลสำหรับผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

กรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 และโอเมก้า-6 เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่มากกว่า 1 พันธะ (polyunsaturated fatty acids, PUFA) โดยมีกรดแอลฟ่า-ลิโนเลนิค (α-linolenic acid, ALA, 18:3n-3) และกรดลิโนเลอิค (linoleic acid, LA, 18:2n-6) เป็นกรดไขมันต้นกำเนิดของทั้งสองกลุ่มตามลำดับ เนื่องจากกรดไขมันทั้งสองตัวนี้ไม่สามารถสังเคราะห์ได้ในร่างกาย เพราะขาดเอนไซม์บางตัว จึงทำให้กรดไขมันทั้งสองนี้ถูกจัดเป็นกรดไขมันที่จำเป็น (essential fatty acid) ต้องได้รับโดยตรงจากการบริโภคอาหาร กรดไขมันทั้งสองชนิดนี้สามารถสังเคราะห์เป็นกรดไขมันชนิดอื่นได้ดังแสดงในภาพที่ 2.1 โดยกรดไขมันในกลุ่มโอเมก้า-3 ที่สำคัญได้แก่ กรดไอโคซาเพนตะอีโนอิค (eicosapentaenoic acid, EPA, 20:5n-3) และกรดโดโคซาเฮกซาอีโนอิค (docosahexaenoic acid, DHA, 22:6n-3)



ภาพที่ 2.1 กลไกการสังเคราะห์กรดไขมันในตระกูลโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 (Gerard et al., 2006)

กรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 พบมากในพืชน้ำมัน เช่น น้ำมันถั่วเหลือง, น้ำมันข้าวโพด และน้ำมันทานตะวัน เป็นต้น ส่วนกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 พบมากในน้ำมันลินซีด (มี ALA สูง) และน้ำมันจากปลาทะเลน้ำลึก (มี EPA และ DHA สูง) กรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 มีประโยชน์ต่อการ

พัฒนาของเอ็มบริโอ ช่วยบำรุงระบบสมองและดวงตาโดยตรง (Anderson et al., 1989; Budowski and Crawford, 1986) ส่วนกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 มีประโยชน์ต่อการทำงานของเอนไซม์ การสร้างเยื่อหุ้มเซล (Murphy, 1990) นอกจากนี้ยังมีการกำหนดให้ในสูตรอาหารของไก่มีกรดลิโนเลอิค 1% ของสูตรอาหาร (NRC, 1994) แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันมีรายงานว่าอัตราส่วนระหว่าง n-6/n-3 จะต้องมีความสมดุลจึงจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อขบวนการเมตาบอลิซึมและการทำหน้าที่ของกรดไขมันทั้งสองชนิด (El-Badry et al., 2007) จากรายงานของ Simopoulos (2002) พบว่าอัตราส่วนที่ต่ำกว่า 4:1 จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกายหลายอย่างแตกต่างกันไปตามแต่ละอัตราส่วน และถึงแม้ว่าจะยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจนในเรื่องของอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่าง n-6/n-3 แต่ก็มีข้อแนะนำสำหรับคนเราว่าควรมีอัตราส่วนดังกล่าวโดยประมาณที่ 1:1 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่พบในสัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ในธรรมชาติทั่วไป (Simopoulos, 2002; Kris-Etherton, 2000)

การบริโภคอาหารที่มีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 เป็นที่ยอมรับกันว่ากรดไขมันกลุ่มนี้มีประโยชน์ต่อร่างกาย ดังรายงานการวิจัยหลายงานได้ผลการศึกษาที่ตรงกันเกี่ยวกับความสัมพันธ์จากการบริโภคอาหารที่มีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 และการป้องกันการเกิดโรคต่าง ๆ สรุปดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ประโยชน์ด้านสุขภาพจากการบริโภคอาหารที่มีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3

แหล่งที่มา	ประโยชน์จากการบริโภคอาหารที่มีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3
Lewis et al. (2000)	- ลดระดับไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) - เพิ่ม HDL (high density lipoprotein) - ยับยั้งการเจริญของมะเร็งเต้านม และมะเร็งต่อมลูกหมาก
Van Elswyk et al. (1998)	- ลดความเสี่ยงจากการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน (coronary heart disease) - ลดการเกาะตัวของเกล็ดเลือด (platelet aggregability)
Daviglus et al. (1997)	- ช่วยลดการเกิดโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด
Pandalai et al. (1996)	- ยับยั้งการเจริญของมะเร็งเต้านม และมะเร็งต่อมลูกหมาก
Kang and Leaf (1996)	- ป้องกันการเกิดการเต้นของหัวใจผิดจังหวะ (tachyarrhythmias)
Fernandes (1995)	- ช่วยยืดอายุการทำงานของภูมิคุ้มกัน - ช่วยพัฒนาเซลประสาท สมอง ทางด้านสายตา และระบบสืบพันธุ์ของทารกตั้งแต่อยู่ในครรภ์
Siscovick et al. (1995)	- ลดความเสี่ยง และยับยั้งการเกิดโรคหัวใจ (cardiac arrest)

อาหารที่มีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 เป็นองค์ประกอบในปริมาณสูง ได้แก่ อาหารประเภทปลาทะเลน้ำลึก จึงเป็นการยากที่ผู้บริโภคจะสามารถบริโภคได้บ่อย เนื่องจากมีราคาแพง ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาเพื่อหาแนวทางในการเพิ่มการสะสมกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในอาหารที่ผู้บริโภคนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เช่น ไข่ไก่ หรือเนื้อสัตว์ ซึ่งสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงสูตรอาหารโดยการเสริมกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 จากแหล่งต่าง ๆ เช่น น้ำมันปลาทะเล เพื่อให้มีการสะสมกรดไขมันดังกล่าวในไข่ไก่ หรือเนื้อสัตว์ ทั้งนี้อาศัยหลักการที่ว่ากลไกการสังเคราะห์และการสะสมกรดไขมันในสัตว์นั้น ขึ้นอยู่กับชนิดและประเภทของกรดไขมันชนิดนั้น ๆ ที่สัตว์ได้รับจากอาหาร ไข่ที่ได้จะมีการสะสมกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 เพิ่มขึ้น (Ferrier et al., 1995) และยังส่งผลให้ระดับของ cholesterol ในไข่ลดลงด้วยเช่นกัน (Scheideler and Froning, 1996) ในส่วนของเนื้อไก่นั้นจากการทดลองของ Bou et al. (2006), Crespo and Esteve-Garcia (2001) และ Nam et al. (1997) ได้รายงานตรงกันว่า การเสริมแหล่งไขมันที่มีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในอาหาร ส่งผลให้การสะสมไขมันชนิดนี้ในเนื้อสูงขึ้น ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจในการเสริมน้ำมันปลาทะเลเพื่อเพิ่มระดับกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในเนื้อไก่พื้นเมือง ซึ่งเป็นเนื้อที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค เนื่องจากมีความนุ่มแน่นของเนื้อและมีรสชาติดี

ผลของการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหาร ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ

ผลของการเสริมน้ำมันปลาทะเล ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ แสดงในตารางที่ 2.2 พบว่าข้อมูลยังมีความขัดแย้งกันอยู่ รายงานส่วนใหญ่ไม่พบความแตกต่างในเรื่องปริมาณอาหารที่กินได้ แต่ Chashnidel et al. (2010) พบว่าปริมาณอาหารที่กินได้ลดลงตามระดับน้ำมันปลาทะเลที่สูงขึ้นในสูตรอาหาร อันเป็นผลเนื่องมาจากน้ำมันปลาทะเลมีกลิ่นจำเพาะที่ทำให้ไก่กินอาหารได้น้อยลง ในส่วนผลต่อน้ำหนักตัวพบว่ามีทั้งทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น ลดลง หรือไม่พบความแตกต่าง และในส่วนของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) พบทั้งที่ไม่มีความแตกต่าง หรือมี FCR ดีขึ้นตามระดับการเสริมน้ำมันปลาทะเลที่สูงขึ้น Zolisch et al. (1996) รายงานว่าในน้ำมันปลาทะเลมี unsaturated fatty acid สูง ซึ่งมีประสิทธิภาพการย่อย และการดูดซึมดีกว่ากรดไขมันชนิดอื่น จึงอาจเป็นสาเหตุทำให้ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมน้ำมันปลาทะเลมีค่า FCR ดีขึ้น

ตารางที่ 2.2 ผลของการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหาร ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ

Fish oil (%)	Final weight (g)	Weight gain (g/d)	Feed intake (g/d)	FCR	References
0	2,005.33[b]	-	138.90[a]	2.07[a]	Chashnidel et al.
1.5	2,126.90[a]	-	141.07[a]	1.99[b]	(2010)
3.0	2,042.50[b]	-	135.50[a]	1.98[b]	
4.5	1,884.00[c]	-	127.70[b]	1.93[c]	
0	2,041[a]	55.30[a]	119.10	2.16	Navidshad (2009)
2	1,947[b]	53.50[ab]	122.50	2.30	
4	1,943[b]	50.50[b]	116.90	2.33	
0	-	61.22[d]	122.67	1.97[a]	Farhoomand and
1	-	63.45[c]	122.80	1.93[b]	Checaniazer
2	-	66.82[a]	122.88	1.84[d]	(2009)
3	-	65.65[b]	122.83	1.87[c]	
0	-	65.20	146.20	2.24	Mirghelenj et al.
1	-	66.60	151.30	2.27	(2009)
2	-	64.50	160.10	2.48	
3	-	67.30	153.90	2.29	
4	-	63.10	159.70	2.53	
5	-	63.40	154.70	2.44	
0	1,850[b]	48.15[b]	82.10	1.71	Lopez-Ferrer et
2	1,970[a]	51.24[a]	91.51	1.79	al. (2001)
4	1,940[a]	50.67[a]	88.05	1.74	

[a,b,c,d]Means with different superscripts in a column are significantly different (P<0.05).

ผลของการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหาร ต่อส่วนประกอบของซากไก่เนื้อ

ผลของระดับน้ำมันปลาทะเลในอาหาร ต่อส่วนประกอบของซากไก่เนื้อ แสดงในตารางที่ 2.3 พบว่าข้อมูลยังมีความขัดแย้งกัน โดยงานวิจัยส่วนใหญ่รายงานว่าการเพิ่มระดับน้ำมันปลาทะเลในอาหารไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซากและไขมันช่องท้อง ยกเว้น Chashnidel et al. (2010) ที่พบว่าเปอร์เซ็นต์ซากของไก่เนื้อเพิ่มขึ้น แต่ไขมันช่องท้องลดลงตามระดับน้ำมันปลาทะเลที่เพิ่มขึ้น ในส่วน

ของเนื้อพบว่าการเสริมน้ำมันปลาทะเลไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เนื้ออกและเนื้อขา (Mirghelenj et al., 2009; Lopez-Ferrer et al., 2001) แต่บางรายงานพบว่าเปอร์เซ็นต์เนื้อขาลดลง (Chashnidel et al., 2010) ในขณะที่บางรายงานกลับพบว่าเปอร์เซ็นต์เนื้อขาเพิ่มขึ้น (Navidshad, 2009) เนื่องจากในน้ำมันปลาทะเลมี PUFA สูงซึ่งจะลดการเกิด lipid synthesis เพิ่ม lipid oxidation (Clarke, 2001) ทำให้ไขมันช่องท้องลดลง และมีเปอร์เซ็นซากดีขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการกินได้ของไก่ โดยงานทดลองของ Navidshad (2009); Mirghelenj et al. (2009); Lopez-Ferrer et al. (2001) ไก่มีการกินได้ไม่แตกต่างกัน ปริมาณไขมันที่ได้รับจากอาหารจึงไม่ต่างกัน แต่งานของ Chashnidel et al. (2010) ไก่มีการกินได้ลดลงเมื่อเทียบการกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ไก่ได้รับไขมันจากอาหารน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่มีการเสริมน้ำมันปลาทะเล จึงทำให้มีการสร้างและสังเคราะห์ไขมันน้อยกว่ากลุ่มอื่นจึงส่งผลให้มีการสะสมไขมันในช่องท้องลดลง

ตารางที่ 2.3 ผลของการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหาร ต่อส่วนประกอบของซากไก่เนื้อ

Fish oil (%)	Carcass (%)	Breast meat (%)	Thigh meat (%)	Abdominal fat (%)	References
0	82.28^{b}	22.14	28.16^{a}	2.15^{c}	Chashnidel et
1.5	82.99^{a}	22.58	26.32^{b}	1.45^{b}	al. (2010)
3.0	82.72^{a}	23.06	26.73^{b}	1.34^{b}	
4.5	82.98^{a}	21.55	25.74^{c}	1.28^{a}	
0	72.10	21.30^{ab}	27.40^{b}	2.62	Navidshad
2	72.20	20.20^{b}	27.40^{b}	2.98	(2009)
4	73.20	23.70^{a}	30.80^{a}	2.94	
0	66.30	32.00	36.20	1.88	Mirghelenj et
1	67.50	33.20	35.70	1.76	al. (2009)
2	67.00	32.00	36.60	1.83	
3	67.10	32.90	35.20	1.92	
4	68.00	31.90	36.30	1.85	
5	66.70	33.00	35.70	2.01	
0	65.56	24.47	32.90	1.17	Lopez-Ferrer et
2	65.26	25.16	32.60	1.31	al. (2001)
4	65.36	25.05	33.64	1.30	

[a,b,c,]Means with different superscripts in a column are significantly different (P<0.05).

ผลของระดับน้ำมันปลาทะเลในอาหาร ต่อสัดส่วนของกรดไขมันในเนื้อไก่

ผลของระดับน้ำมันปลาทะเลในอาหาร ต่อสัดส่วนของกรดไขมันในเนื้อไก่ แสดงในตารางที่ 2.4 ซึ่งจากการตรวจเอกสารพบว่าการเสริมน้ำมันปลาทะเลสามารถเพิ่มการสะสมกรดไขมันในกลุ่มโอเมก้า-3 (ALA, EPA, DHA) ในเนื้อให้สูงขึ้น (Farhoomand and Checaniazer. 2009; Mirghelenj et al., 2009; Lopez-Ferrer et al., 2001) ซึ่งสอดคล้องกับหลักการที่ว่ากลไกการสังเคราะห์และการสะสมกรดไขมันในสัตว์ขึ้นอยู่กับชนิดและประเภทของกรดไขมันชนิดนั้น ๆ ที่สัตว์ได้รับจากอาหาร ซึ่งถือเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อไก่จากเดิมให้มีการสะสมกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 เพิ่มสูงขึ้น และส่งผลให้อัตราส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ลดลงอยู่ในช่วงที่เหมาะสมไม่เกิน 4:1 (Haz et al., 2004) โดยสัดส่วนดังกล่าวสามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ รวมทั้งโรคหัวใจและโรคมะเร็ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2.4 ผลของการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหาร ต่อสัดส่วนของกรดไขมันในเนื้อ

Fish oil		ALA	EPA	DHA	Total n-6	Total n-3	n-6/n-3	References
(%)		% of total fatty acid methy esters						
0		1.59[b]	1.04[d]	0.15[d]	4.35[d]	3.79[d]	1.14[a]	Farhoomand and
1	Breast	0.70[c]	5.84[c]	0.66[c]	6.68[c]	12.41[c]	0.53[c]	Checaniazer
2		2.17[a]	8.53[b]	2.39[b]	8.66[b]	16.27[b]	0.53[c]	(2009)
3		2.40[a]	10.54[a]	3.80[a]	13.36[a]	20.04[a]	0.66[c]	
0		1.63[c]	0.20[c]	0.10[c]	12.77[b]	2.09[c]	6.11[a]	Lopez-Ferrer et al.
2	Thigh	2.46[b]	0.77[b]	1.03[b]	12.43[b]	5.10[b]	2.50[b]	(2001)
4		2.98[a]	1.33a	2.42[a]	14.04[a]	8.14[a]	1.73[c]	
		mg/g						
0		0.019[b]	0.014[b]	0.046[c]	-	-	-	
1		0.043[ab]	0.042[b]	0.145[bc]	-	-	-	
2		0.174[a]	0.041[b]	0.166[bc]	-	-	-	
3	Breast	0.032[ab]	0.039[b]	0.245[ab]	-	-	-	
4		0.067[ab]	0.090[a]	0.338[a]	-	-	-	
5		0.065[ab]	0.083[a]	0.290[a]	-	-	-	Mirghelenj et al.
0		0.353	0.028[b]	0.085[c]	-	-	-	(2009)
1		0.135	0.051[b]	0.160[bc]	-	-		
2		0.425	0.086[ab]	0.270[bc]	-	-	-	
3	Thigh	0.325	0.165[ab]	0.380[ab]	-	-	-	
4		0.437	0.232[a]	0.531[a]	-	-	-	
5		0.337	0.164[ab]	0.578[a]	-	-	-	

ALA = α-linolenic acid; EPA = eicosapentaenoic acid; DHA = docosahexaenoic acid

[a,b,c,d]Means with different superscripts in a column are significantly different (P<0.05).

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

สัตว์และการจัดกลุ่มทดลอง

ไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาว (จากศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์กบินทร์บุรี กรมปศุสัตว์) คละเพศ อายุ 1 วัน ถูกนำมาเลี้ยงรวมกันเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ โดยใช้อาหารสูตรเดียวกัน มีระดับโปรตีน 21% และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,100 kcal/kg ใช้น้ำมันปาล์ม (มีส่วนประกอบของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ต่ำมาก) เป็นแหล่งพลังงานในอาหาร เมื่ออายุครบ 3 สัปดาห์ ทำการสุ่มไก่เข้าการทดลอง จำนวน 450 ตัว ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยจัด treatment แบบแฟคทอเรียลร่วมกับกลุ่มควบคุม (3 x 3 Factorial Experiments in CRD + 1 control) โดยมี

ปัจจัยหลัก 3 ระดับ ดังนี้คือ

ปัจจัยหลักที่ 1 อาหารที่มีการเสริมน้ำมันปลาทะเล 1.5%

ปัจจัยหลักที่ 2 อาหารที่มีการเสริมน้ำมันปลาทะเล 3.0%

ปัจจัยหลักที่ 3 อาหารที่มีการเสริมน้ำมันปลาทะเล 4.5%

น้ำมันปลาทะเลที่ใช้เป็นน้ำมันปลาทูน่า (Tuna crude oil) มีระดับของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ไม่น้อยกว่า 32% โดยแยกเป็น Docosahexaenoic acid (DHA) ไม่น้อยกว่า 22% และ Eicosapentaenoic acid (EPA) ไม่น้อยกว่า 5% โดยมีการปรับสูตรอาหารให้มีโภชนะเท่ากัน ตามความต้องการโภชนะของไก่เนื้อ (NRC, 1994) มีระดับโปรตีนเท่ากับ 19 และ 17% ในช่วงอายุ 3-6 และ 6-12 สัปดาห์ ตามลำดับ และมีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,100 kcal/kg (ดังแสดงในตารางที่ 3.1)

ปัจจัยรอง 3 ระดับ ดังนี้คือ

ปัจจัยรองที่ 1 ช่วงระยะเวลาการให้อาหารที่เสริมน้ำมันปลาทะเลที่อายุ 3-12 สัปดาห์ (9 สัปดาห์ก่อนเชือด)

ปัจจัยรองที่ 2 ช่วงระยะเวลาการให้อาหารที่เสริมน้ำมันปลาทะเลที่อายุ 6-12 สัปดาห์ (6 สัปดาห์ก่อนเชือด)

ปัจจัยรองที่ 3 ช่วงระยะเวลาการให้อาหารที่เสริมน้ำมันปลาทะเลที่อายุ 9-12 สัปดาห์ (3 สัปดาห์ก่อนเชือด)

รวมเป็น 9 treatment combinations และสูตรควบคุม (control) เป็นอาหารที่ไม่มีการเสริมน้ำมันปลาทะเลอีก 1 สูตร โดยในแต่ละ treatment combination แบ่งออกเป็น 3 ซ้ำ ๆ ละ 15 ตัว รวมใช้ไก่ทั้งหมดจำนวน 450 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 141.33±23.20 กรัม ทำการเลี้ยงไก่ในคอกแบบปล่อยพื้น ให้ไก่ทุกตัวกินน้ำและอาหารอย่างเต็มที่ จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 12 สัปดาห์

การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ทางเคมี

1. บันทึกน้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กินได้ เพื่อคำนวณอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) ทุกสัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการทดลอง

2. เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการทดลอง ทำการสุ่มไก่ซ้ำละ 2 ตัว เพื่อวัดส่วนประกอบของซาก การสะสมไขมันในช่องท้อง โดยมีขั้นตอนดังนี้คือ อดอาหารแต่ให้ไก่กินน้ำสะอาดเป็นเวลา 10 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการชั่งน้ำหนักมีชีวิต ใช้มีดเชือดคอตรง jugular vein ปล่อยให้เลือดไหลออกให้หมด ทำการลวกน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 58°C ถอนขน เอาอวัยวะเครื่องในออก และนำซากไปแช่ในห้องเย็นอุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการตัดแต่งและแยกชิ้นส่วนของซากไก่ ชั่งน้ำหนักของชิ้นส่วนไก่เพื่อนำมาคำนวณข้อมูลส่วนประกอบซาก

การคำนวณน้ำหนักของซากส่วนต่าง ๆ จะคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิต

$$\% \text{ ส่วนประกอบซาก} = \frac{\text{น้ำหนักของซาก x 100}}{\text{น้ำหนักไก่มีชีวิต}}$$

3. ทำการเก็บตัวอย่างเนื้ออก (breast) และเนื้อสะโพก (thigh) เพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางโภชนะ และส่วนประกอบของกรดไขมัน

3.1 วิเคราะห์ปริมาณโภชนะในเนื้อ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ตามวิธีการของ AOAC (1996)

3.2 วิเคราะห์กรดไขมันตามวิธีของ Folch et al. (1957) และ Metcalfe et al. (1966) ซึ่งตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วยเนื้ออก และเนื้อสะโพก 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. เขย่าให้เข้ากันแล้ววางทิ้งไว้ 1 คืนให้แยกชั้น เก็บชั้นของไขมันใส่ขวดฝาเกลียว (ห่อฟอยด์) เก็บที่ –20°C

ขั้นตอนการทำ methylation ทำการชั่งตัวอย่างไขมันประมาณ 25 มก. ใส่ลงในหลอดทดลอง โดยการดูดตัวอย่างใส่หลอดทดลองและนำไปทำให้แห้งด้วย N_2 gas จนตัวสารละลายแห้งเหลือเฉพาะกรดไขมันอยู่ 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: 0 (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. ปิดฝาเขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งไว้ให้แยกชั้น ตัก Na_2SO_4 ประมาณปลายช้อนตักสาร ใส่ลงในหลอดทดลอง

ขนาดเล็กหลอดใหม่ เมื่อสารละลายแยกชั้น ดูดชั้น hexane ใส่ลงในขวด Vial สีชาปริมาณ 1 มล. เพื่อนำไปฉีดเข้าเครื่อง gas chromatography ปริมาตร 1 ไมโครลิตร (Hewlett Packard, HP 6890 series GC system)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยจัด treatment แบบแฟคทอเรียลร่วมกับกลุ่มควบคุม (3 x 3 Factorial Experiments in CRD + 1 control) ทดสอบความแตกต่างด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance; ANOVA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 13.0 (SPSS, 2004) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง treatment ด้วยวิธี orthogonal polynomials โดยทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระยะเวลาและสถานที่ในทำการวิจัย

ใช้ระยะเวลาในการวิจัย 1 ปี โดยเริ่มจากเดือนตุลาคม 2551 ถึง กันยายน 2552 ณ ฟาร์ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ (F3) อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองและองค์ประกอบทางโภชนะ

Ingredients (%)	3-6 wk				6-12 wk			
	Control	1.5% FO	3.0% FO	4.5% FO	Control	1.5% FO	3.0% FO	4.5% FO
Corn	50.55	50.55	50.55	50.55	54.90	54.90	54.90	54.90
Soybean meal	28.35	28.35	28.35	28.35	27.10	27.10	27.10	27.10
Fish meal	3.00	3.00	3.00	3.00	0	0	0	0
Rice bran	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Fish oil	0	1.50	3.00	4.50	0	1.50	3.00	4.50
Plam oil	4.50	3.00	1.50	0.00	4.50	3.00	1.50	0
Salt	0.20	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.15	0.15
DL-methionine	0.15	0.15	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10
L-lysine	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Calcium carbonate	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
Dicalcium phosphate	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Mineral-vitamin premix[1/]	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Analyzed chemical composition								
Crude protein (%)	20.72	20.36	19.26	19.85	17.42	17.50	17.04	17.79
Crude fat (%)	8.34	7.56	7.71	8.42	7.79	7.71	8.31	8.96
Calcium (%)	1.06	1.14	1.11	1.07	1.14	0.97	1.05	0.94
Calculated chemical composition								
ME (kcal/kg)	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100
Available phosphorus (%)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.35	0.35	0.35	0.35
n-6 fatty acid (%)	3.39	3.27	3.16	3.04	3.34	3.22	3.11	3.03
n-3 fatty acid (%)	0.31	0.72	1.13	1.55	0.22	0.63	1.04	1.46
n-6/n-3 ratio	10.94	4.54	2.80	1.96	15.18	5.11	2.99	2.07

[1/]Provided (per kilogram of diet): Vitamin A, 15,000 IU; Vitamin D_3, 3,000 IU; Vitamin E, 25 IU; Vitamin K_3, 5 mg; Vitamin B_1, 2.5 mg; Vitamin B_2, 7 mg; Vitamin B_6, 4.5 mg; Vitamin B_{12}, 25 μg; Pantothenic acid, 35 mg; Folic acid, 0.5 mg; Biotin, 25 μg; 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

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของระดับน้ำมันปลาทะเลในอาหาร และช่วงระยะเวลาการให้อาหาร ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต

น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยของไก่ทดลองที่อายุ 3 สัปดาห์ เท่ากับ 141.33±23.20 กรัม ผลการทดลองพบว่าการเสริมน้ำมันปลาทะเลที่ระดับ 0, 1.5, 3.0 และ 4.5% ในสูตรอาหาร และช่วงระยะเวลาการให้อาหารที่มีการเสริมน้ำมันปลาทะเลที่อายุ 3-12, 6-12 และ 9-12 สัปดาห์ ไม่มีผลต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมือง (P>0.05) ทั้งในเรื่องของน้ำหนักตัวสุดท้าย (final BW) น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (BWG) ปริมาณอาหารที่กินได้ (FI) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) และไม่พบอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างระดับการเสริมน้ำมันปลาทะเลและช่วงระยะเวลาการให้อาหาร (P>0.05) รายละเอียดของแต่ละพารามิเตอร์ในแต่ละ treatment combination แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลของระดับน้ำมันปลาทะเลในอาหาร และช่วงระยะเวลาการให้อาหาร ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมือง ที่อายุ 12 สัปดาห์

Fish oil (%)	Duration (wk)	Final BW (g)	BWG (g)	FI (g/bird)	FCR
0 (Control)	-	1,080.00	938.67	3,119.22	3.32
1.5	3-12	1,113.97	947.56	2,941.22	3.11
	6-12	1,088.89	947.56	3,009.78	3.18
	9-12	1,091.11	925.33	2,961.89	3.20
3.0	3-12	1,143.81	976.44	3,113.44	3.19
	6-12	1,106.67	965.33	3,016.56	3.13
	9-12	1,097.78	956.44	3,145.67	3.29
4.5	3-12	1,133.33	992.00	3,043.78	3.07
	6-12	1,103.97	914.22	3,004.44	3.29
	9-12	1,088.89	947.56	2,934.78	3.10
Pooled SEM		0.419	3.632	65.746	0.188
P-value		0.717	0.848	0.287	0.070

จากการตรวจเอกสารพบว่าผลของการเสริมน้ำมันปลาทะเล ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของไก่เนื้อยังมีข้อมูลขัดแย้งกันอยู่ (Chashnidel et al., 2010; Navidshad, 2009; Farhoomand and Checaniazer, 2009; Mirghelenj et al., 2009; Lopez-Ferrer et al., 2001) รายงานส่วนใหญ่ไม่พบความแตกต่างในเรื่องปริมาณอาหารที่กินได้ แต่ Chashnidel et al. (2010) พบว่าปริมาณอาหารที่กินได้ลดลงตามระดับน้ำมันปลาทะเลที่สูงขึ้นในสูตรอาหาร อันเป็นผลเนื่องมาจากน้ำมันปลาทะเลมีกลิ่นจำเพาะที่ทำให้ไก่กินอาหารได้น้อยลง แต่อย่างไรก็ตามในการทดลองครั้งนี้ไม่พบว่าปริมาณอาหารที่กินได้ลดลงตามระดับน้ำมันปลาทะเลที่สูงขึ้น แม้ว่าน้ำมันปลาทะเลที่ใช้จะเป็น crude tuna oil ซึ่งมีกลิ่นจำเพาะเช่นเดียวกัน การเสริมในระดับที่สูงขึ้นในสูตรอาหารทำให้อาหารมีกลิ่น การที่ไม่พบความแตกต่างอาจจะเป็นไปได้ว่าไก่พื้นเมืองมีความสามารถในการเลือกกินวัตถุดิบอาหารได้หลากหลายกว่าไก่เนื้อ ดังนั้นเมื่อไก่กินอาหารได้ในปริมาณที่ไม่ต่างกัน ประกอบการทดลองครั้งนี้ได้มีการปรับสูตรอาหารให้มีระดับของโปรตีนและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากัน จึงส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโต และ FCR ไม่มีความแตกต่างกัน แม้ว่า Zolisch et al. (1996) ได้รายงานไว้ว่าในน้ำมันปลาทะเลมี unsaturated fatty acid สูง ซึ่งมีประสิทธิภาพการย่อย และการดูดซึมดีกว่ากรดไขมันชนิดอื่น จึงอาจเป็นสาเหตุทำให้ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมน้ำมันปลาทะเลมีค่า FCR ดีขึ้น ในการทดลองครั้งนี้แม้ว่าค่า FCR จะไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) แต่มีแนวโน้มที่ค่า FCR จะมีความแตกต่างกันที่ P = 0.07

ผลของระดับน้ำมันปลาทะเลในอาหาร และช่วงระยะเวลาการให้อาหาร ต่อส่วนประกอบซาก

ผลการทดลองพบว่าการเสริมน้ำมันปลาทะเลที่ระดับ 0, 1.5, 3.0 และ 4.5% ในสูตรอาหารและช่วงระยะเวลาการให้อาหารที่มีการเสริมน้ำมันปลาทะเลที่อายุ 3-12, 6-12 และ 9-12 สัปดาห์ ไม่มีผลต่อส่วนประกอบซากของไก่พื้นเมือง (P>0.05) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิต ทั้งในเรื่องของซาก (carcass) เนื้ออก (breast meat) เนื้อขา (leg meat) และไขมันช่องท้อง (abdominal fat) และไม่พบอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างระดับการเสริมน้ำมันปลาทะเลและช่วงระยะเวลาการให้อาหาร (P>0.05) รายละเอียดของแต่ละพารามิเตอร์ในแต่ละ treatment combination แสดงในตารางที่ 4.2

ผลการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับ Mirghelenj et al. (2009) และ Lopez-Ferrer et al. (2001) และสอดคล้องกับ Navidshad (2009) ในส่วนของเปอร์เซ็นต์ซาก และไขมันช่องท้อง แต่ขัดแย้งกันในส่วนของเปอร์เซนต์เนื้ออกและเนื้อขา ที่ได้รายงานว่ามีเปอร์เซ็นต์สูงขึ้นตามระดับน้ำมันปลาทะเลที่สูงขึ้นในสูตรอาหาร นอกจากนี้ผลการทดลองครั้งนี้ยังขัดแย้งกับ Chashnidel et al. (2010) ที่พบว่าเปอร์เซ็นต์ซากของไก่เนื้อเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์เนื้อขาลดลง และไขมันช่องท้องลดลงตามระดับน้ำมันปลาทะเลที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากในน้ำมันปลาทะเลมี PUFA สูงซึ่งจะลดการเกิด lipid synthesis และเพิ่ม

lipid oxidation (Clarke., 2001) ทำให้ไขมันช่องท้องลดลง และมีเปอร์เซ็นซากดีขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการกินได้ของไก่ โดยงานทดลองของ Navidshad (2009); Mirghelenj et al., (2009); Lopez-Ferrer et al. (2001) ไก่มีการกินได้ไม่แตกต่างกัน ปริมาณไขมันที่ได้รับจากอาหารจึงไม่ต่างกัน แต่งานของ Chashnidel et al., 2010 ไก่มีการกินได้ลดลงเมื่อเทียบการกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ไก่ได้รับไขมันจากอาหารน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่มีการเสริมน้ำมันปลาทะเล จึงทำให้มีการสร้างและสังเคราะห์ไขมันน้อยกว่ากลุ่มอื่นจึงส่งผลให้มีการสะสมไขมันในช่องท้องลดลง

ตารางที่ 4.2 ผลของระดับน้ำมันปลาทะเลในอาหาร และช่วงระยะเวลาการให้อาหาร ต่อส่วนประกอบซากของไก่พื้นเมืองที่อายุ 12 สัปดาห์

Fish oil (%)	**Duration (wk)**	**Carcass**[1] **(%)**	**Breast meat**[2] **(%)**	**Leg meat**[3] **(%)**	**Abdominal fat (%)**
0 (Control)	-	65.14	12.79	21.48	0.81
1.5	3-12	63.59	12.55	20.84	0.71
	6-12	64.51	12.61	21.46	0.61
	9-12	64.28	13.23	21.04	0.60
3.0	3-12	64.77	13.18	21.74	0.54
	6-12	63.98	12.87	21.02	0.64
	9-12	64.20	13.21	21.77	0.44
4.5	3-12	62.44	12.93	21.03	0.62
	6-12	65.88	13.43	21.41	0.41
	9-12	61.94	12.51	21.22	0.62
Pooled SEM		1.78	0.56	0.69	0.19
P-value		0.91	0.96	0.99	0.94

n = 6 per treatment combination

Calculated as a percentage of live body weight.

[1]Carcass without giblets, neck, and shank.

[2]Including pectoralis major and pectoralis minor.

[3]Including thigh and drumstick.

ผลของระดับน้ำมันปลาทะเลในอาหาร และช่วงระยะเวลาการให้อาหาร ต่อสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในเนื้อ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลไม่พบอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างระดับการเสริมน้ำมันปลาทะเลและช่วงระยะเวลาการให้อาหารที่เสริมน้ำมันปลาทะเล (P>0.05) ดังนั้นจึงแยกพิจารณาปัจจัยที่ศึกษา (ระดับการเสริม, ช่วงระยะเวลาการเสริมในอาหาร) เป็นอิสระต่อกัน ผลของระดับการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหาร และช่วงระยะเวลาการให้อาหาร ต่อสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในเนื้ออกและเนื้อสะโพกของไก่พื้นเมืองที่อายุ 12 สัปดาห์ แสดงในตารางที่ 4.3

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่เสริมกับไม่เสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหาร พบว่ากลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาทะเลมีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 สูงกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม ทั้งในเนื้ออก (P<0.01) และเนื้อสะโพก (P<0.001) โดยพบว่ากรดไขมันชนิด EPA และ DHA ในเนื้ออกและเนื้อสะโพกของไก่ที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมน้ำมันปลาทะเลมีสัดส่วนของกรดไขมันทั้งสองชนิดนี้สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลาทะเล (P<0.05) แต่ไม่มีผลต่อการสะสมกรดไขมันชนิด α-linolenic acid (ALA) (P>0.05) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองก่อนหน้านี้ของ Farhoomand and Checaniazer (2009); Mirghelenj et al. (2009); Lopez-Ferrer et al. (2001) ซึ่งได้ทำการศึกษาในไก่เนื้อพบว่าการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหารมีผลทำให้สัดส่วนของกรดไขมันในกลุ่มโอเมก้า-3 สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง DHA ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันปลาทูน่า เป็นแหล่งของไขมันที่มีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 สูงถึง 30.7% และ DHA สูงถึง 26.6% (Klinkesorn et al., 2004) ผลการศึกษาสอดคล้องกับหลักการที่ว่าชนิดและปริมาณของกรดไขมันในอาหารที่สัตว์กินเข้าไปนั้น จะส่งผลโดยตรงต่อชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่สะสมในร่างกายสัตว์ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้น้ำมันปลาทูน่าซึ่งมีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 สูง โดยเฉพาะ DHA เป็นส่วนประกอบในอาหารไก่พื้นเมือง ดังนั้นจึงสามารถเพิ่มการสะสมกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 โดยเฉพาะอย่างยิ่ง DHA ในผลผลิตเนื้อไก่พื้นเมืองทั้งในเนื้ออกและเนื้อสะโพกได้ และเนื่องจากไม่พบว่าการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหารมีผลทำให้สัดส่วนของกรดไขมันในกลุ่มโอเมก้า-6 มีความแตกต่างกัน (P>0.05) ดังนั้นจึงส่งผลให้อัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ในเนื้ออกและเนื้อสะโพกของไก่พื้นเมืองมีอัตราส่วนที่ลดลง (P<0.01) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองก่อนหน้านี้ (Farhoomand and Checaniazer, 2009; Mirghelenj et al., 2009; Lopez-Ferrer et al., 2001)

เมื่อพิจารณาผลของระดับน้ำมันปลาทะเลที่ใช้ในอาหารต่อการสะสมกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในเนื้ออก พบว่า การเสริมน้ำมันปลาทะเลที่ระดับ 3.0% มีผลทำได้สัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 สูงกว่าการเสริมที่ระดับ 1.5% (P<0.05) และการเสริมที่ระดับ 4.5% มีผลทำให้สัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 โดยเฉพาะ EPA และ DHA สูงกว่าการเสริมที่ระดับ 1.5% ส่วนการเสริมที่ระดับ 3.0 และ 4.5% ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) ในส่วนของเนื้อสะโพก

พบว่าการเสริมน้ำมันปลาทะเลในระดับ 4.5% ในอาหารมีผลทำให้สัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 สูงกว่าการเสริมที่ระดับ 1.5% ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากการเสริมที่ระดับ 3.0% ($P>0.05$) ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการเสริมน้ำมันปลาทะเลที่ระดับ 3.0% ในสูตรอาหารก็เพียงพอสำหรับการทำให้เนื้ออกและเนื้อสะโพกของไก่พื้นเมืองมีการสะสมกรดไขมันในกลุ่มนี้สูงขึ้น

เมื่อพิจารณาผลของระยะเวลาการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหาร พบว่าการเสริมที่อายุ 3-12 สัปดาห์ (9 สัปดาห์ก่อนเชือด) มีผลทำให้สัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 โดยเฉพาะ DHA ในเนื้ออกสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาการเสริมที่อายุ 6-12 สัปดาห์ (6 สัปดาห์ก่อนเชือด) ($P<0.05$) และการเสริมที่อายุ 9-12 สัปดาห์ (3 สัปดาห์ก่อนเชือด) ($P<0.01$) ในขณะที่ระยะเวลาการเสริมที่อายุ 6-12 สัปดาห์ และ 9-12 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่เมื่อพิจารณาในส่วนของเนื้อสะโพกพบว่าระยะเวลาการให้อาหารที่มีการเสริมน้ำมันปลาทะเลที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ที่พบในเนื้อ ($P>0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าเนื่องจากไก่พื้นเมืองมีพฤติกรรมการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลาแม้ว่าจะถูกเลี้ยงในที่จำกัดก็ตาม และบริเวณเนื้อสะโพกเป็นส่วนที่มีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลาจึงมีการนำเอาไขมันออกมาใช้เพื่อเป็นพลังงาน ดังนั้นจึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ระยะเวลาการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหารไม่มีผลต่อการสะสมไขมันในส่วนเนื้อสะโพก อย่างไรก็ตามเมื่อมองในส่วนของเนื้อไก่โดยรวมแล้ว สามารถสรุปได้ว่าการเสริมในระยะเวลาที่นานขึ้นจะส่งผลให้มีการสะสมกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 สูงขึ้น ซึ่งในการทดลองครั้งนี้คือระยะเวลาการให้อาหารที่มีการเสริมน้ำมันปลาทะเลที่ไก่พื้นเมืองอายุ 3-12 สัปดาห์ หรือ 9 สัปดาห์ก่อนทำการเชือดไก่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.3 ผลของระดับน้ำมันปลาทะเลในอาหาร และช่วงระยะเวลาการให้อาหาร ต่อสัดส่วนของกรดไขมันในเนื้อไก่พื้นเมืองที่อายุ 12 สัปดาห์ (% of total fatty acid)

Fish oil (%)	Duration (wk)	Breast						Thigh					
		ALA	EPA	DHA	Total n-3	Total n-6	n-6/n-3	ALA	EPA	DHA	Total n-3	Total n-6	n-6/n-3
0 (Control)	-	0.32	0.00	1.08	1.40	17.94	12.81	0.39	0.00	0.87	1.26	16.96	13.77
1.5	3-12	0.52	0.86	8.24	9.62	17.50	1.82	0.42	0.60	7.25	8.26	17.32	2.12
	6-12	0.87	0.38	6.74	7.99	17.61	2.20	0.50	0.52	7.21	8.26	17.07	2.08
	9-12	0.72	0.20	6.22	7.14	17.13	2.40	0.38	0.51	6.74	7.63	16.05	2.12
3.0	3-12	0.53	1.82	12.46	14.81	15.67	1.06	0.56	0.85	8.84	10.25	17.25	1.72
	6-12	0.93	1.36	8.53	10.82	18.34	1.70	0.53	0.70	6.43	7.66	16.03	2.12
	9-12	0.51	0.64	7.60	8.75	16.41	1.88	0.30	0.63	7.62	8.54	15.02	1.77
4.5	3-12	1.04	2.38	13.86	17.28	18.81	1.09	0.36	1.20	9.11	10.67	17.75	1.67
	6-12	0.77	1.86	9.43	12.06	18.43	1.53	0.32	0.77	6.95	7.63	17.32	2.19
	9-12	0.60	1.41	7.68	9.69	17.23	1.78	0.35	0.70	7.51	8.57	17.33	2.20
Pooled SEM		0.223	0.541	1.730	1.735	2.854	0.459	0.011	0.034	0.194	0.190	0.395	0.139
		---------- *P*-value ----------						---------- *P*-value ----------					
Control vs. oil		0.096	0.030	0.001	0.001	0.999	0.001	0.432	0.0001	0.0001	0.0001	0.875	0.0001
Oil	1.5 vs. 3.0%	0.799	0.168	0.087	0.028	0.796	0.082	0.214	0.006	0.215	0.086	0.459	0.207
	1.5 vs. 4.5%	0.589	0.008	0.025	0.002	0.751	0.022	0.001	0.001	0.086	0.024	0.494	0.636
	3.0 vs. 4.5%	0.428	0.175	0.579	0.280	0.565	0.551	0.004	0.011	0.577	0.514	0.164	0.416
Duration	3-12 vs. 6-12 wk	0.387	0.276	0.024	0.014	0.734	0.103	0.941	0.022	0.069	0.502	0.043	0.370
	3-12 vs. 9-12 wk	0.643	0.089	0.003	0.001	0.862	0.127	0.001	0.057	0.274	0.898	0.164	0.269
	6-12 vs. 9-12 wk	0.186	0.531	0.452	0.219	0.608	0.913	0.001	0.627	0.425	0.585	0.467	0.825

ALA = alpha-linolenic acid; EPA = eicosapentaenoic acid; DHA = docosahexaenoic acid

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การเสริมน้ำมันปลาทะเลในสูตรอาหารไก่พื้นเมือง พบว่ามีผลทำให้สัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในเนื้อไก่สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดไขมันชนิด Docosahexaenoic acid (DHA) โดยที่ไม่มีผลต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและส่วนประกอบซากของไก่พื้นเมือง และไม่พบอิทธิพลร่วมกันระหว่างระดับการเสริมน้ำมันปลาทะเล และระยะเวลาการให้อาหารที่ช่วงอายุต่าง ๆ และสามารถสรุปได้ว่าควรเสริมน้ำมันปลาทะเลที่ระดับ 3% เป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์ก่อนเชือด (ช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์) จะมีผลต่อการเพิ่มสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในเนื้อไก่พื้นเมือง โดยที่ไม่มีผลกระทบต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและส่วนประกอบของซากไก่พื้นเมือง

อย่างไรก็ตามเนื่องจากการทดลองในครั้งนี้เน้นที่ไก่พื้นเมืองที่อายุจับขายที่น้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม ซึ่งยังมีการสะสมไขมันในเนื้อไม่สูงมาก ดังนั้นหากมีการขุนไก่พื้นเมืองให้มีน้ำหนักสูงขึ้น ระยะเวลาการให้อาหารที่เสริมน้ำมันปลาทะเลอาจจะมีผลต่อการสะสมกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในอาหาร ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในส่วนนี้ต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

Anderson, G. J., Connor, W. E., Corliss, J. D. and Lin, D. S. (1989). Rapid modulation of the (n-3) docosahexaenoic acid levels in the brain and retina of the newly hatched chick. J. Lipid Res. 30: 443-441.

AOAC. (1996). Official of Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. Arlington. VA.

Bou,R., Grimpa, S., Guardiola, F., Barroeta, A.C., and Cocony, R. (2006). Effects of various fat sources, α-tocopheryl acetate, and ascorbic acid supplement on fatty acid composition and α-tocopherol content in raw and vacuum-packed, cooked dark chicken meat. Poult. Sci. 85: 1472-1481.

Budowski, P. and Crawford, M. A. (1986). Effect of dietary linoleic acid and α-linolenic acids on the fatty acid composition of brain lipidss in the young chick. Prog. Lipid Res. 25: 615-618.

Chashnidel, Y., Moravej, H., Towhidi, A., Asadi, F., and Zeinodini, S. (2010). Influence of different levels of n-3 supplemented (fish oil) diet on performance, carcass quality and fat status in broilers. Afr. J. Biotechnol. 9: 687-691.

Clarke, S. D. (2001). Nonalcoholic steatosis and steatohepatitis. I. Molecular mechanism for polyunsaturated fatty acid regulation of gene transcription. Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol. 281: 865-869.

Crespo, N., and Esteve-Garcia, E (2001). Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. Poul. Sci. 80: 71-78.

Deviglus, M.L., Stamler, J., Orencia, A.J., Dyer, A.R., Liu, K., Greenland, P., Walsh, M.K., Morris, D., and Shekelle, R.B. (1997). Fish consumption and the 30-year risk of fatal myocardial infraction. New Engl. J. Med. 336: 1046-1053.

El-Badry, A.M., Graf, R., and Clavien, P.A. (2007). Omega 3-Omega 6: What is right for the liver? J. Hepatol. 47: 718–725.

Farhoomand, P. and Checaniazer, S. (2009). Effects of graded levels of dietary fish oil on the yield and fatty acid composition of breast meat in broiler chickens. J. Appl. Poult. Res. 18: 508–513.

Fernandes, G. (1995). Effect of calorie restriction and omega-3 fatty acid on autoimmunity and aging. Nutr. Rev. 53: S72-S79.

Ferrier, L.K., Caston, L.J., S. Leeson, S., Squires, J., Weaver, B.J. and, Holub, B.J. (1995). α-Linolenic acid-and docosahexaenoic acid-enriched eggs from hen fed flaxseed: Influence on blood lipids and platrlet phospholipids fatty acid in humans. Am. J. Clin. Nutr. 62: 81-86.

Folch, J., Lee, M., and Stanley, G.H.S. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. J. Biol. Chem. 226: 497-509.

Gerard, A., Florence, M., Pireer, W., Philippe, L., Jean-Marc, A., and Philippe, G. (2006). Temporal changes in dietary fats: Role of n-6 polyunsaturated fatty acids in excessive adipose tissue development and relationship to obesity. Prog. Lipid Res. 45: 203–236.

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

Haz, L., Arringa, M. D., Cambero, I. and Ordonez, J. A. (2004). Development of an n-3 fatty acid and α- tocopherol enriched dry fermented sausage. Meat Sci. 67(3): 485-495.

Huyghebaert, G. (1995). Incorporation of polyunsaturated fatty acids in egg yolk fat at varying dietary fat levels and composition. Arch. Geflugelkd. 59: 145-152.

Kang, J.X, and Leaf, A. (1996). Antiarrhythmic effects of polyunsaturated fatty acid. Circulation 94: 1774-1780.

Klatt, L. (1986). The rule of omega-3 polyunsaturated fatty acids. Food Sci., Newsletter 16: 1-4.

Klinkesorn, Utai, Aran H-Kittikun, Pavinee Chinachoti, Pairat Sophanodora. (2004). Chemical transesterification of tuna oil to enriched omega-3 polyunsaturated fatty acids. Food Chem. 87: 415–421.

Kris-Etherton, P. M., Harris, W. S. and Appel, L. J. (2002). Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. Circulation 106: 2747–2757.

Lewis, N.M., Seburg, S., and Flanagan, N.L. (2000). Enriched Eggs as a Source of N-3 Polyunsaturated Fatty acids for Humans. Poultry Sci. 79: 971-974.

Lopez-Ferrer, S., Baucells, M.D., Barroeta, A.C., Galobart, J., and Grashorn, M.A. (2001). Omega-3 enrichment of chicken meat. 2. Use of precursors of long-chain polyunsaturated fatty acids: Linseed oil. Poult. Sci. 80: 753–761.

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

Mirghelenj, S., Golian, A., and Taghizadeh. (2009). Enrichment of chicken meat with long chain omega 3 fatty acids through dietary fish oil. Res. J. Biol. Sci. 4: 604-608.

Murphy, M. G. (1990). Dietary fatty acids and membrane protein function. J. Nutr. Biochem. 1: 68-73.

Navidshad, B. (2009). Effects of fish oil on growth performance and carcass characteristics of broiler chicks fed a low-protein diet. Int. J. Agric. Biol. 11: 635–638.

Nam, K.T., Lee, H.A., and Min, B.S. (1997). Influence of dietary supplementation with linseed and vitamin E on fatty acids α-tocopherol and lipid peroxidation in muscles of broiler chicks. J. Anim. Sci. 66:149-158.

National Research Council. (1994). Nutrient requirements of poultry. 9th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

Nettleton, J.A. (1993). Are n-3 fatty acids essential nutrients for fetal and infant development? J. Am. Diet Assoc. 93: 58-64.

Pandalai, P.K., Pilat, M.J., Yamazaki, K., Naik, H., and Pienta, K.J. (1996). The effects of omega-3 and omega-6 fatty acid on in vitro prostate cancer growth. Anticancer Res. 16: 815-820.

Scheideler, S.E., and Froning, G.W. (1996). The combined influence of dietary flaxseed variety, level,form, and storage condition on egg production and composition among vitamin E-supplemented hen. Poult. Sci. 75: 1221-1226.

Simopoulos, A.P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. Biomed Pharmacother. 56: 365-379.

Siscovick, D.S., Raghunathan, T.E., King, I., Weinmann, S., Wicklund, K.G., Albright, Bovbjerg, J., Arbogast, P., Smith, H., Kushi, L.H., Cobb, L.A., Copass, M.K., Psaty, B.M. Lemaitre, R., Retzlaff, B., Childs, M., and Knopp, R.H. (1995). Dietary intake and cell membrane level of long-chain n-3 polyunsaturated fatty acid and the risk of primary cardiac arrest. JAMA 274:1363-1367.

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

Temple, N.J. (1996). Dietary fats and coronary heart disease Biomed. Pharmacother. 50: 261-268.

Van Elswyk, M.E., Hatch, S.D., Stella, G.G., Mayo, P.K., and Kubena, S. (1998). Poultry-basedalternatives for enhancing the n-3 fatty acid content of American diets. Pages 24-37 in: The Ruturn of n-3 Fatty Acid into the Food Supply. A.P. Simopoulos, ed. Karger, New York, NY.

Zollitsch, W., Knaus, W., Aichinger, F., and Lettner, F. (1996). Effects of different dietary fat sources on performance and carcass characteristics of broilers. Anim. Feed Sci. Technol. 66: 63–73.

Zuidhof, M. J., Betti, M., Korver, D.R., Hernandez, F.I.L., Schneider, B.L., Carney, V.L., and Renema, R.A. (2009). Omega-3 enriched broiler meat: 1. Optimization of a production system. Poult. Sci. 88: 1108–1120.

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.

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: อาจารย์

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.

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.