รหัสโครงการ SUT3-303-54-12-17

# รายงานการวิจัย

# ผลของสัดส่วนน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในอาหารที่มีข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลัก ต่อสมรรถนะการผลิตของไก่ไข่และอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ในไข่แดง

# (Effect of The Proportion of Soybean Oil and Tuna Oil in Corn-Soybean Meal-Based Diets on Laying Hen Performance and Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio in Egg Yolk)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT3-303-54-12-17

# รายงานการวิจัย

# ผลของสัดส่วนน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในอาหารที่มีข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลัก ต่อสมรรถนะการผลิตของไก่ไข่และอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ในไข่แดง

# (Effect of The Proportion of Soybean Oil and Tuna Oil in Corn-Soybean Meal-Based Diets on Laying Hen Performance and Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio in Egg Yolk)

**คณะผู้วิจัย**

**หัวหน้าโครงการ**

**ดร. วิทธวัช โมพี**

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ผู้ร่วมวิจัย**

ผศ.ดร. สุทิศา เข็มผะกา

นายเฉลิมชัย หอมตา

**ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2554**

**ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว**

กันยายน 2557

# กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่และอุปกรณ์สำหรับการเลี้ยงไก่วิจัย ขอขอบคุณศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการวิเคราะห์ทางเคมีตัวอย่างอาหารและเนื้อไก่ และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณ คุณสุวิมล พิทักษ์วงษ์ ที่ได้มีส่วนช่วยให้การวิจัยครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

วิทธวัช โมพี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสัดส่วนน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในอาหารที่มีข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลัก ต่อสมรรถนะการผลิตของไก่ไข่ และอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ในไข่แดง โดยใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ทางการค้า (Isa Brown) อายุ 30 สัปดาห์ จำนวน 300 ตัว สุ่มไก่เข้ากลุ่มทดลองที่มีการเสริมน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในสัดส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 ตามลำดับ โดยในแต่ละกลุ่มการทดลองแบ่งออกเป็น 4 ซ้ำๆ ละ 15 ตัว รวมระยะเวลาในการทดลอง 12 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าผลผลิตไข่ลดลง ($P$<0.05) ในไก่กลุ่มที่กินอาหารที่มีสัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่า 0:100 เมื่อเทียบกับกลุ่มที่กินอาหารที่มีน้ำมันในสัดส่วน 100:0, 75:25, 50:50 และ 25:75 โดยสัดส่วนของน้ำมันทั้งสองชนิดไม่มีผลต่อน้ำหนักไข่ ($P$>0.05) ด้านคุณภาพไข่พบว่าน้ำหนักไข่แดงลดลง ($P$<0.05) ในไก่กลุ่มที่กินอาหารที่มีสัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่า 0:100 เมื่อเทียบกับกลุ่มที่กินอาหารที่มีน้ำมันในสัดส่วน 100:0, 75:25 และ 25:75 โดยสัดส่วนของน้ำมันทั้งสองชนิดไม่มีผลต่อน้ำหนักไข่ขาว ความหนาเปลือกไข่ และสีของไข่แดง ($P$>0.05) อีกทั้งสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในไข่แดงสูงกว่า ในขณะที่อัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ในไข่แดงต่ำกว่า ($P$<0.01) ในไก่กลุ่มที่กินอาหารที่มีอัตราส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่า 0:100 เมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ผลการศึกษานี้พบว่าการให้อาหารที่มีสัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่า 25:75 มีผลช่วยเพิ่มสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในอาหาร และช่วยลดอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ในไข่แดง โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการให้ไข่ และองค์ประกอบของไข่ไก่

# ABSTRACT

An experiment was carried out to determine the effect of the proportion of soybean oil and tuna oil in corn-soybean meal-based diets on laying hen performance and omega-6/omega-3 fatty acid ratio in egg yolk. Three hundred 30-wk-old ISA Brown laying hens were randomly assigned to 1 of 5 dietary ratios of soybean oil to tuna oil: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, or 0:100, respectively. Each treatment was represented by 4 replications containing 15 birds each. The experiment was conducted for 12 weeks. The results showed that egg production was decreased ($P$<0.05) by 0:100 ratio of dietary soybean oil to tuna oil as compared with the ratios of 100:0, 75:25, 50:50, or 25:75. Dietary ratios of soybean oil to tuna oil did not affect egg weight ($P$>0.05). Additionally, yolk weight was also decreased ($P$<0.05) by 0:100 ratio of dietary soybean oil to tuna oil as compared with the ratios of 100:0, 75:25, or 25:75, whereas dietary ratios of soybean oil to tuna oil did not affect albumen weight, shell thickness and yolk color ($P$>0.05). The proportion of omega-3 fatty acids in egg yolk was higher ($P$<0.01) and the ratio of omega-6 to omega-3 fatty acids was lower ($P$<0.05) in 0:100 ratio of dietary soybean oil to tuna oil. These data indicated that feeding 25:75 ratio of dietary soybean oil to tuna oil increased the proportion of omega-3 fatty acids and reduced the ratio of omega-6 to omega-3 fatty acids in egg yolk without any negative effects on productive performance and egg composition of laying hens.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญภาพ ..... ช
บทที่ 1 บทนำ ..... 1
ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย ..... 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย ..... 2
สมมติฐานของการวิจัย ..... 3
ขอบเขตของการวิจัย ..... 3
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย ..... 3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร ..... 4
ผลของการเสริมน้ำมันปลาทะเลต่อสมรรถนะการให้ผลผลิตในไก่ไข่ ..... 5
ผลการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหารไก่ไข่ ต่อองค์ประกอบของไข่ไก่ ..... 6
ผลการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหารไก่ไข่ ต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่ไก่ ..... 7
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย ..... 9
สัตว์และการจัดกลุ่มทดลอง ..... 9
การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ทางเคมี ..... 9
การวิเคราะห์ทางสถิติ ..... 11
ระยะเวลาและสถานที่ในทำการวิจัย ..... 11
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ ..... 13
ผลของสัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในอาหาร
ต่อสมรรถนะการผลิตของไก่ไข่ ..... 13
ผลของสัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในอาหาร
ต่อองค์ประกอบของไข่ไก่ ..... 15

# สารบัญ (ต่อ)

**หน้า**

ผลของสัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในอาหาร
ต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง ..... 17
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ ..... 20
เอกสารอ้างอิง ..... 21
ประวัตินักวิจัย ..... 24

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# สารบัญตาราง

**ตารางที่** **หน้า**

2.1 องค์ประกอบของกรดไขมันจากแหล่งไขมันที่มีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 สูง.....5
2.2 ผลการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหารไก่ไข่ ต่อสมรรถนะการผลิตไข่.....6
2.3 ผลการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหารไก่ไข่ ต่อองค์ประกอบของไข่ไก่.....7
2.4 ผลการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหารไก่ไข่ ต่อองค์ประกอบกรดไขมันในไข่ไก่.....8
3.1 ส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองและองค์ประกอบทางโภชนะ.....12
4.1 ผลของสัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในอาหาร
ต่อสมรรถนะการผลิตของไก่ไข่.....13
4.2 ผลของสัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในอาหาร
ต่อองค์ประกอบของไข่ไก่.....16
4.3 ผลของสัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในอาหาร
ต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง.....18

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# สารบัญภาพ

**ภาพที่** **หน้า**

2.1 กลไกการสังเคราะห์กรดไขมันในตระกูล Omega-3 และ Omega-6 .....4

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่ 1
# บทนำ

**ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย**

ในปัจจุบันมีกลุ่มผู้บริโภคในตลาดบนหรือที่เรียกว่าตลาดจำเพาะ (Niche market) ที่มีความสามารถในการจับจ่ายซื้อหาสินค้าบริโภคที่ส่งผลดีต่อสุขภาพในระยะยาว เพื่อลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือดและโรคหัวใจ ซึ่งนับวันได้เพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อยๆ สาเหตุหนึ่งของปัญหามาจากการบริโภคอาหารที่มีไขมันและคอเลสเตอรอลสูง โดยเฉพาะอาหารจำพวกทอด อาหารจานด่วน (Fast food) รวมทั้งการบริโภคอาหารที่มีกรดไขมันที่ไม่สมดุลต่อร่างกาย เนื่องจากอาหารที่บริโภคกันทั่วไปนั้นมีสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ประมาณ 10-16.75:1 (Kris-Etherton et al., 2002; Simopoulos, 2006) ซึ่งเป็นสัดส่วนที่ไม่เหมาะสม และส่งผลเสียต่อสุขภาพ โดยสัดส่วนที่เหมาะสมควรมีอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ไม่เกิน 5:1 (Hoz et al., 2004; Wijendran and Hayes, 2004) ดังนั้นการเพิ่มการบริโภคอาหารที่มีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 มากขึ้น จึงเป็นทางเลือกในการปรับสมดุลของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ให้เหมาะสม ซึ่งจะเห็นได้จากผลิตภัณฑ์ที่มีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 เป็นองค์ประกอบถูกผลิตออกมาสู่ตลาดอย่างต่อเนื่อง โดยน้ำมันปลาทะเลเป็นอาหารเสริมอีกตัวหนึ่งที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง เพราะมีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 เป็นองค์ประกอบหลัก และมีผลการศึกษาพบว่ากรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 สามารถยับยั้งการเกิดมะเร็งต่อมลูกหมากและมะเร็งเต้านม (Pandalai et al., 1996) ช่วยลดการเกิดโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด และลดความเสี่ยงจากการเกิดโรคหัวใจ (Harper and Jacobson, 2005; Kris-Etherton et al., 2002) ได้ และยังเป็นการปรับสมดุลกรดไขมันที่ได้รับให้มีสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ที่เหมาะสมขึ้น

แต่เนื่องจากกรดไขมันทั้งสองกลุ่มนี้ไม่สามารถสังเคราะห์ได้ในร่างกาย จึงทำให้กรดไขมันทั้งสองกลุ่มนี้จัดเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต้องได้รับโดยตรงจากการบริโภคอาหาร โดยกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 พบได้ในอาหารประเภทปลาทะเลน้ำลึกที่มีราคาแพง เช่น ปลาทูน่า และปลาซาดีน เป็นต้น และจากประโยชน์ของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 จึงเริ่มมีการปรับปรุงให้อาหารที่บริโภคกันโดยทั่วไปมีการสะสมกรดไขมันในกลุ่มนี้เพิ่มขึ้น เช่น การผลิตไข่ไก่โอเมก้า-3 เนื่องจากไข่ไก่เป็นอาหารโปรตีนที่มีคุณค่าทางอาหารสูง มีราคาถูก และนิยมบริโภคอย่างแพร่หลาย จึงนิยมนำไข่มาพัฒนาเพื่อปรับให้เป็นอาหารสุขภาพ มีรายงานว่าการเสริมน้ำมันปลาทะเล (Fish oil) ในอาหารไก่ไข่สามารถส่งผลให้ปริมาณกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า-3 ในไข่เพิ่มสูงขึ้นได้ (Garcia-Rebollar et al., 2008;

Gonzalez-Esquerra and Leeson, 2000) จึงเป็นการปรับปรุงคุณภาพของไข่ไก่ให้ดียิ่งขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในกลุ่มที่รักสุขภาพ

แหล่งของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ที่ใช้เสริมในอาหารไก่ไข่ ส่วนใหญ่มาจาก 2 แหล่ง คือ แหล่งจากพืชน้ำมัน (ได้แก่ Linseed และ Canola เป็นต้น) ซึ่งเป็นแหล่งของ α-linolenic acid (ALA) และแหล่งน้ำมันจากปลาทะเลน้ำลึก (Fish oil) ซึ่งเป็นแหล่งของ Eicosapentaenoic acid (EPA) และ Docosahexaenoic acid (DHA) ดังนั้นการเสริมน้ำมันพืชจำพวก Linseed oil และ Canola oil ในอาหารไก่ไข่ จึงไม่ทำให้ผลผลิตไข่ไก่มี EPA และ DHA เพิ่มขึ้น การที่ไข่มี EPA และ DHA สูงนั้นได้มาจากการเสริมน้ำมันจากปลาทะเลน้ำลึกในอาหารไก่ไข่ (Cachaldora et al., 2006; Alvarez et al., 2004; Gonzalez-Esquerra and Leeson, 2000) ส่วนกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 พบมากในอาหารที่บริโภคทั่วไป เช่น น้ำมันพืช แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่ผ่านมาให้ความสนใจเสริมกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 มากกว่าสมดุลของกรดไขมันทั้งสองชนิด ดังนั้นในการปรับสูตรอาหารเพื่อใช้ผลิตไข่ไก่ จึงควรคำนึงถึงสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ด้วย เนื่องจากกลไกการสังเคราะห์และการสะสมกรดไขมันในสัตว์ขึ้นอยู่กับชนิดและประเภทของกรดไขมันชนิดนั้นๆ ที่สัตว์ได้รับจากอาหาร นอกจากนี้สัดส่วนที่เหมาะสมของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ยังมีบทบาทและความสำคัญต่อระบบภูมิคุ้มกัน โดยกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 เป็นสารตั้งต้นในการสร้างสารที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกัน โดยจะกระตุ้นการสร้าง Eicosanoids, Prostaglandins, Leukotrienes และ Thromboxanes แต่เนื่องจากกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 จะทำงานต้านกัน (Calder, 2006) จึงทำให้มีผลต่อการสร้างระบบภูมิคุ้มกัน

อย่างไรก็ตามข้อมูลในการศึกษาผลของสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ที่เหมาะสมในสูตรอาหารไก่ไข่ ต่อผลผลิตไข่ไก่ องค์ประกอบของไข่ไก่ และสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า- 6 และโอเมก้า-3 ในไข่แดง ยังมีงานที่ศึกษาวิจัยไม่เพียงพอ และนักวิจัยให้ความสำคัญกับบทบาทของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 มากกว่าสัดส่วนที่เหมาะสมของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ในสูตรอาหาร ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสัดส่วนน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในสูตรอาหารไก่ไข่ที่มีข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเป็นองค์ประกอบหลัก เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ในไข่แดง โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการผลิตไข่ไก่

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

เพื่อทราบถึงสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในสูตรอาหารไก่ไข่ที่ใช้ข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลัก ที่มีผลทำให้ไข่แดงมีอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ต่ำกว่า 5:1 โดยไม่กระทบต่อสมรรถนะการผลิตของไก่ไข่

**สมมติฐานของการวิจัย**

เนื่องจากน้ำมันถั่วเหลืองเป็นแหล่งของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และน้ำมันปลาทูน่าเป็นแหล่งของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ดังนั้นการปรับสัดส่วนของน้ำมันทั้งสองชนิดนี้ในสูตรอาหาร จะมีผลต่ออัตราส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ในสูตรอาหาร โดยอัตราส่วนของกรดไขมันที่เปลี่ยนแปลงในอาหารจะส่งผลให้อัตราส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ในไข่แดงเปลี่ยนแปลงด้วย

**ขอบเขตของการวิจัย**

การวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะคัดเลือกสัดส่วนที่เหมาะสมของน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในสูตรอาหารไก่ไข่ที่มีส่วนประกอบของข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเป็นหลัก ที่มีผลทำให้อัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ในไข่แดง มีค่าต่ำกว่า 5:1 โดยไม่ส่งผลทำให้สมรรถนะการผลิตไข่ไก่ลดลง

**ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย**

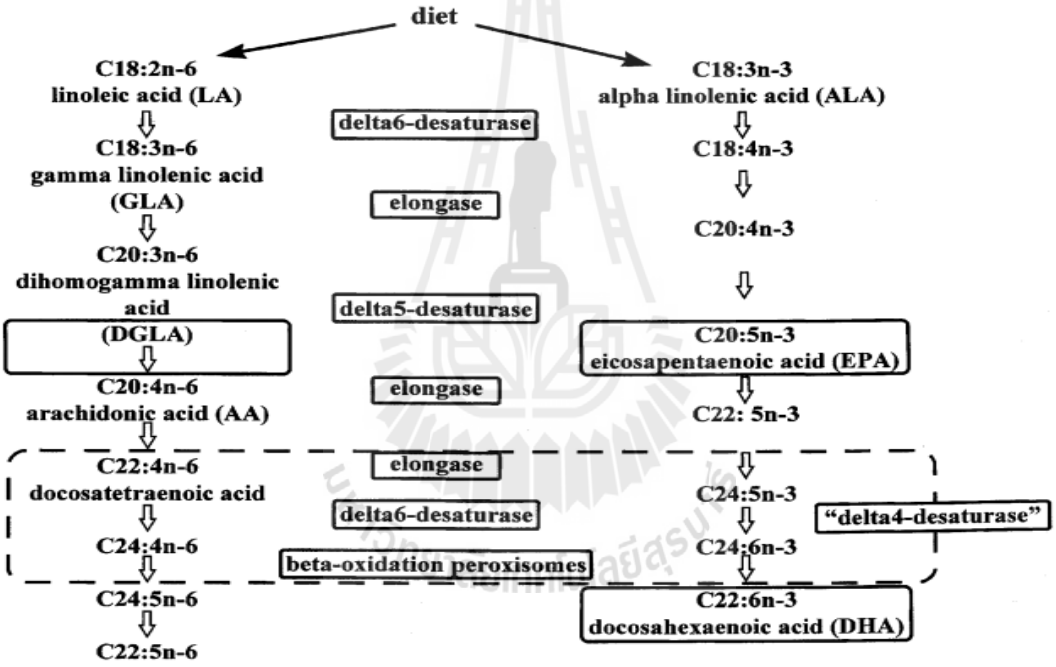
องค์ความรู้ที่เกิดขึ้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับผู้ผลิตไข่ไก่คุณภาพดีป้อนตลาดจำเพาะ ซึ่งเป็นสินค้าที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค และเป็นการเพิ่มมูลค่าของไข่ไก่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่ 2

## การตรวจเอกสาร

กรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่มากกว่า 1 พันธะ (Polyunsaturated fatty acids, PUFA) โดยมีกรดลิโนเลอิค (Linoleic acid, LA, C18:2n-6) และกรดแอลฟ่า-ลิโนเลนิค (α-linolenic acid, ALA, C18:3n-3) เป็นกรดไขมันต้นกำเนิดตามลำดับ แต่เนื่องจากกรดไขมันทั้งสองกลุ่มนี้ไม่สามารถสังเคราะห์ได้ในร่างกาย จึงทำให้กรดไขมันทั้งสองกลุ่มนี้จัดเป็นกรดไขมันที่จำเป็น (Essential fatty acids) ต้องได้รับโดยตรงจากการบริโภคอาหารเท่านั้น กรดไขมันทั้งสองชนิดนี้สามารถสังเคราะห์เป็นกรดไขมันชนิดอื่นได้ดังแสดงในภาพที่ 2.1




**ภาพที่ 2.1** กลไกการสังเคราะห์กรดไขมันในตระกูล Omega-3 และ Omega-6 (Simopoulos, 2008)

กรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 พบมากในพืชน้ำมัน เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด และน้ำมันทานตะวัน เป็นต้น ส่วนกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 พบมากในน้ำมันลินซีด (มี α-linolenic acid สูง) และน้ำมันจากปลาทะเลน้ำลึก (มี Eicosapentaenoic acid, EPA, C20:5n-3 และ Docosahexaenoic acid, DHA, C22:6n-3 สูง) กรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 มีประโยชน์ต่อการพัฒนาของเอ็มบริโอ ช่วยบำรุงระบบสมองและดวงตาโดยตรง (Anderson et al., 1989; Budowski and Crawford, 1986) ส่วน

กรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 มีประโยชน์ต่อการทำงานของเอนไซม์ และการสร้างเยื่อหุ้มเซลล์ (Murphy, 1990)

แหล่งของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 ที่ใช้ในสูตรอาหารไก่ไข่ โดยทั่วไปได้จากน้ำมันพืช เช่น น้ำมันถั่วเหลือง เป็นต้น ซึ่งมีปริมาณ LA สูง แหล่งของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ที่เสริมในอาหารไก่ไข่ส่วนใหญ่มาจาก 2 แหล่ง คือ จากพืชน้ำมันจำพวก Linseed และ Rapeseed ซึ่งเป็นแหล่งของ ALA และแหล่งน้ำมันจากปลาทะเลน้ำลึก (Fish oil) เป็นแหล่งของ EPA และ DHA (ตารางที่ 2.1) ซึ่งไข่ที่ได้จะมีการสะสมกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า-3 เพิ่มขึ้น (Kassis et al., 2010; Garcia-Rebollar et al., 2008; Gonzalez-Esquerra and Leeson, 2000) โดยไก่ไข่สามารถเปลี่ยนรูป ALA เป็น EPA และDHA ได้น้อยมาก (Cachaldora et al., 2006; Alvarez et al., 2004; Gonzalez-Esquerra and Leeson, 2000) โดยมีประสิทธิภาพการเปลี่ยน ALA เป็น EPA และ DHA เท่ากับ 0.2% และ 0.05% ตามลำดับ (Burdge and Calder, 2005) ซึ่ง EPA มีบทบาทสำคัญต่อการป้องกันการอุดตันของเส้นเลือด ดังนั้นการเสริมน้ำมันปลาจะมีผลเพิ่ม EPA และ DHA ในไข่ไก่ได้สูงกว่าการใช้น้ำมันพืชในสูตรอาหารเพียงอย่างเดียว

**ตารางที่ 2.1** องค์ประกอบของกรดไขมันจากแหล่งไขมันที่มีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 สูง (% of total fatty acid)

| Types | LA | ALA | EPA | DHA | References |
|---|---|---|---|---|---|
| Linseed | 16.30 | 54.40 | - | - | Glasser et al. (2008) |
| Rapeseed | 20.80 | 9.20 | - | - | |
| Marine fish oil | 1.58 | 0.57 | 7.50 | 21.30 | Garcia-Rebollar et al. (2008) |

LA = Linoleic acid; ALA = α-linolenic acid; EPA = Eicosapentaenoic acid; DHA = Docosahexaenoic acid

**ผลของการเสริมน้ำมันปลาทะเลต่อสมรรถนะการให้ผลผลิตในไก่ไข่**

ผลการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถนะการผลิต แสดงในตารางที่ 2.2 พบว่าการเสริมน้ำมันปลาทะเลในสูตรอาหารไก่ไข่สามารถเสริมได้ถึง 7.5 % (Baucells et al., 2000) โดยไม่ส่งผลต่อปริมาณการกินได้ ผลผลิตไข่ และน้ำหนักไข่ ทั้งนี้เนื่องจากในสูตรอาหารที่มีการเสริมน้ำมันปลาและสูตรอาหารควบคุม มีการปรับระดับพลังงานในสูตรอาหารให้ใกล้เคียงกัน จึงทำให้ปริมาณการกินได้ และผลผลิตไข่ไม่แตกต่างกัน

**ตารางที่ 2.2** ผลการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหารไก่ไข่ ต่อสมรรถนะการผลิตไข่

| Fish oil (%) | Age (weeks) | Feed intake (g/b/d) | Egg production (%) | Egg weight (g) | References |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 36-39 | 98 | 93.8 | 60.0 | Lawlor et al. |
| 2 | | 97 | 93.1 | 57.9 | (2010) |
| 4 | | 101 | 98.6 | 57.6 | |
| 6 | | 99 | 96.9 | 58.9 | |
| 0 | 19-55 | 109 | 92 | 63.5 | Gonzalez- |
| 2 | | 107 | 90 | 63.9 | Esquerra and |
| 4 | | 100 | 86 | 62.0 | Leeson (2000) |
| 6 | | 105 | 89 | 62.1 | |
| 0 | 20-34 | 96.09 | 83 | 59.36 | Baucells et al. |
| 2.5 | | 96.77 | 84 | 57.93 | (2000) |
| 5.0 | | 97.25 | 84 | 57.61 | |
| 7.5 | | 95.73 | 82 | 57.98 | |

**ผลการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหารไก่ไข่ ต่อองค์ประกอบของไข่ไก่**

ผลการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหารไก่ไข่ ต่อองค์ประกอบของไข่ไก่ แสดงในตารางที่ 2.3 พบว่าสามารถเสริมน้ำมันปลาทะเลได้ถึง 3.5% โดยไม่ส่งผลกระทบต่อ Albumen weight และ Shell thickness แต่ Yolk weight และ Shell weight ยังไม่สามารถสรุปได้เนื่องจากข้อมูลยังไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยคุณภาพและองค์ประกอบของไข่ไก่ มีหลายปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้อง แต่ปัจจัยหลัก คือ สุขภาพ พันธุกรรม และช่วงการให้ผลผลิตของแม่ไก่ โดยในช่วงแรกของการให้ไข่ ไข่จะมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับไข่ไก่ที่ได้จากแม่ไก่ที่มีอายุการให้ไข่มากขึ้น (Cherian, 2008)

**ตารางที่ 2.3** ผลการเสริมน้ำมันปลาในอาหารไก่ไข่ ต่อองค์ประกอบของไข่ไก่

| Fish oil (%) | Age (weeks) | Yolk weight (g) | Albumen weight (g) | Shell weight (g) | Shell thickness (mm.) | References |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 34-42 | 15.71 | 41.18 | 6.32 | 0.41 | Basmacioglu |
| 1.5 | | 15.76 | 40.38 | 6.32 | 0.42 | et al. (2003) |
| 1.75 | 26-62 | 18.81[a] | 36.43 | 6.90[a] | 0.42 | Cherian |
| 3.50 | | 17.38[b] | 35.75 | 6.44[b] | 0.42 | (2008) |

[a,b]Means within columns with different superscript letters are significantly different ($P$<0.05).

**ผลการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหารไก่ไข่ ต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่ไก่**

ผลการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหารไก่ไข่ ต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่ไก่ แสดงในตารางที่ 2.4 พบว่าการเสริมน้ำมันปลาทะเลสามารถเพิ่มการสะสมกรดไขมันในกลุ่มโอเมก้า-3 (EPA, DHA) ให้สูงขึ้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการที่ว่ากลไกการสังเคราะห์และการสะสมกรดไขมันในสัตว์ขึ้นอยู่กับชนิดและประเภทของกรดไขมันชนิดนั้นๆ ที่สัตว์ได้รับจากอาหาร ซึ่งถือเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของไข่จากเดิมให้มีการสะสมของกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า-3 เพิ่มสูงขึ้น และส่งผลให้อัตราส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ลดลงอยู่ในช่วงที่เหมาะสมไม่เกิน 5:1 (Hoz et al., 2004; Wijendran and Hayes, 2004) สัดส่วนดังกล่าวสามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ รวมทั้งโรคหัวใจ และโรคมะเร็ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางที่ 2.4** ผลการเสริมน้ำมันปลาทะเลในอาหารไก่ไข่ ต่อองค์ประกอบกรดไขมันในไข่ไก่ (% of total fatty acid)

| **Parameters** | **Age (weeks)** | **ALA** | **EPA** | **DHA** | **n-3** | **n-6** | **n-6/n-3** | **References** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Control | 34-42 | $0.62^{b}$ | - | $0.65^{c}$ | $1.54^{c}$ | 19.47 | $12.64^{a}$ | Basmacioglu |
| 1.5% FO | | $0.71^{b}$ | $0.18^{a}$ | $3.29^{a}$ | $4.53^{b}$ | 17.37 | $3.83^{b}$ | et al. (2003) |
| 4.32% FS | | $3.49^{a}$ | $0.06^{b}$ | $1.70^{b}$ | $5.58^{a}$ | 19.54 | $3.50^{b}$ | |
| 0% FO | 20-34 | 1.54 | $0.10^{d}$ | $0.89^{d}$ | $2.72^{c}$ | $17.00^{a}$ | $14.11^{a}$ | Baucells et |
| 2.5% FO | | 1.22 | $0.23^{c}$ | $1.81^{c}$ | $3.54^{ab}$ | $15.93^{ab}$ | $5.60^{b}$ | al. (2000) |
| 5.0% FO | | 0.87 | $0.48^{b}$ | $2.41^{b}$ | $4.12^{a}$ | $14.53^{bc}$ | $3.80^{b}$ | |
| 7.5% FO | | 0.67 | $0.64^{a}$ | $2.75^{a}$ | $4.49^{a}$ | $13.36^{c}$ | $3.05^{b}$ | |
| 0% FO | 19-55 | $0.52^{c}$ | Nd | $0.52^{d}$ | $1.04^{d}$ | - | - | Gonzalez- |
| 2% FO | | $0.52^{c}$ | $0.26^{c}$ | $1.71^{c}$ | $2.64^{c}$ | - | - | Esquerra |
| 4% FO | | $0.76^{b}$ | $0.62^{b}$ | $2.46^{b}$ | $4.13^{b}$ | - | - | and Leeson |
| 6% FO | | $1.16^{a}$ | $1.21^{a}$ | $3.90^{a}$ | $6.83^{a}$ | - | - | (2000) |
| 0% FO | | 0.7 | $0.1^{d}$ | $0.62^{d}$ | $1.41^{d}$ | - | - | Lawlor et al. |
| 2% FO | 36-39 | 0.65 | $0.12^{c}$ | $0.92^{c}$ | $1.82^{c}$ | - | - | (2010) |
| 4% FO | | 0.73 | $0.24^{b}$ | $1.29^{b}$ | $2.45^{b}$ | - | - | |
| 6% FO | | 0.70 | $0.40^{a}$ | $1.62^{a}$ | $2.99^{a}$ | - | - | |

$^{a,b,c,d}$Means within rows with different superscript letters are significantly different ($P<0.05$).

LA = Linoleic acid; ALA = α-linolenic acid; EPA = Eicosapentaenoic acid; DHA = Docosahexaenoic acid; FO = Fish oil, FS = Flaxseed

# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินการวิจัย

**สัตว์และการจัดกลุ่มทดลอง**

ใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ทางการค้า (Isa Brown) อายุ 30 สัปดาห์ จำนวน 300 ตัว สุ่มเข้างานทดลองตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) โดยแบ่งไก่ออกเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ 15 ตัว เลี้ยงไก่บนกรงตับ ซึ่งในแต่ละกรงบรรจุไก่จำนวน 3 ตัว กลุ่มการทดลองเป็นดังนี้

กลุ่มที่ 1 ใช้น้ำมันถั่วเหลือง 100%
กลุ่มที่ 2 ใช้น้ำมันถั่วเหลือง 75% ร่วมกับน้ำมันปลาทูน่า 25%
กลุ่มที่ 3 ใช้น้ำมันถั่วเหลือง 50% ร่วมกับน้ำมันปลาทูน่า 50%
กลุ่มที่ 4 ใช้น้ำมันถั่วเหลือง 25% ร่วมกับน้ำมันปลาทูน่า 75%
กลุ่มที่ 5 ใช้น้ำมันปลาทูน่า 100%

อาหารที่ใช้ในการทดลองทั้ง 5 สูตร ได้ถูกคำนวณให้มีระดับโปรตีน และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) เท่ากัน (Isonitrogenous and isocaloric) คือมีระดับโปรตีน 17% และมีระดับ ME 2,900 kcal/kg ส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลอง และองค์ประกอบทางโภชนะ ดังแสดงในตาราง 3.1 ให้ไก่กินอาหารและน้ำแบบเต็มที่ (*ad libitum*) ตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์ (อายุไก่ 30 ถึง 41 สัปดาห์)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ทางเคมี**

1. ทำการบันทึกปริมาณอาหารที่ไก่กินทุกสัปดาห์ เพื่อคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ ดังนี้

1.1 ปริมาณอาหารที่กินได้ (Feed intake, FI) (กรัม)

$$= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กรัม)}}{\text{จำนวนไก่ทั้งหมด}}$$

1.2 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ (Feed conversion ratio, FCR)

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

2. ทำการบันทึกผลผลิตไข่ไก่ในแต่ละวันเพื่อใช้ในการคำนวณเปอร์เซนต์ไข่ ชั่งน้ำหนักไข่ไก่ทุกวันเพื่อใช้ในการคำนวณน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง

2.1 ผลผลิตไข่ (Hen day egg production) (%)

$$= \frac{\text{จำนวนไข่ในช่วงการทดลอง}}{\text{จำนวนวัน} \times \text{จำนวนไก่}} \times 100$$

2.2 น้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง (Egg weight) (กรัม)

$$= \frac{\text{น้ำหนักไข่ทั้งหมด (กรัม)}}{\text{จำนวนไข่}}$$

3. ทำการวัดคุณภาพไข่ ในสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12 ของการทดลอง โดยการสุ่มไข่จำนวน 3 ฟองต่อซ้ำ เพื่อวัดคุณภาพไข่ ได้แก่ น้ำหนักไข่แดง (Yolk weight), น้ำหนักไข่ขาว (Albumen weight), ความหนาของเปลือกไข่ (Egg shell thickness) และความเข้มสีของไข่แดง (Yolk color) โดยเทียบกับพัดสีโรช (Roche color fan)

4. ทำการเก็บตัวอย่างไข่แดง ในสัปดาห์ที่ 4, 8 และ12 ของการทดลอง โดยทำการสุ่มไข่จำนวน 8 ฟองต่อซ้ำ แล้วแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม (4 ฟอง/กลุ่ม) ทำการเก็บไข่แดงของแต่ละกลุ่มแล้วผสมไข่แดงเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปวิเคราะห์กรดไขมันในไข่แดง

ทำการวิเคราะห์กรดไขมันตามวิธีการของ Folch et al. (1957) และ Metcalfe et al. (1966) ซึ่งตัวอย่างจะถูกทำให้อยู่ในรูปของ Methyl ester โดยการชั่งน้ำหนักตัวอย่างไข่แดง 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 จนตัวสารละลายแห้ง เหลือเฉพาะกรดไขมันอยู่ นำไปชั่งน้ำหนักเพื่อใช้ในการคำนวณตัวอย่างไขมัน เติม 0.5N NaOH/MeOH ปริมาตร 1.5 มล. ทำการไล่อากาศด้วย $N_2$ gas ให้ความร้อน 100°C นาน 5 นาที เขย่า แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็น 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 นาน 5 นาที เขย่า แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เปิดฝาเติม Deionize water ปริมาตร 10 มล. และ Hexane ปริมาตร 5 มล. ปิดฝาเขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งไว้ให้แยกชั้น ตัก $Na_2SO_4$ ประมาณปลายช้อนตักสาร ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดเล็กหลอดใหม่ เมื่อสารละลายแยกชั้น ดูดชั้น Hexane ใส่ลง

ในขวด 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)

**ระยะเวลาและสถานที่ในทำการวิจัย**

ใช้ระยะเวลาในการวิจัย 1 ปี โดยเริ่มจากเดือนตุลาคม 2553 ถึง กันยายน 2554 ณ ฟาร์ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ (F3) อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางที่ 3.1** ส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองและองค์ประกอบทางโภชนะ

| **Ingredients (%)** | **Soybean oil : Tuna oil** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **100:0** | **75:25** | **50:50** | **25:75** | **0:100** |
| Corn | 46.76 | 46.76 | 46.76 | 46.76 | 46.76 |
| Rice bran | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 |
| Soybean meal | 25.75 | 25.75 | 25.75 | 25.75 | 25.75 |
| Fish meal | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| **Soybean oil** | **5.00** | **3.75** | **2.50** | **1.25** | **0.00** |
| **Tuna oil** | **0.00** | **1.25** | **2.50** | **3.75** | **5.00** |
| Calcium carbonate | 8.97 | 8.97 | 8.97 | 8.97 | 8.97 |
| Dicalcium phosphate | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| DL-methionine | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| Salt | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 |
| Mineral-vitamin premix[1/] | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| **Calculated chemical composition** | | | | | |
| ME (kcal/kg) | 2,900 | 2,900 | 2,900 | 2,900 | 2,900 |
| Available phosphorus (%) | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 |
| Lysine (%) | 0.81 | 0.81 | 0.81 | 0.81 | 0.81 |
| Methionine + cystine (%) | 0.58 | 0.58 | 0.58 | 0.58 | 0.58 |
| **Analyzed chemical composition** | | | | | |
| Dry matter (%) | 89.84 | 89.75 | 90.57 | 90.25 | 90.17 |
| Crude protein (%) | 17.84 | 17.39 | 17.04 | 17.70 | 17.12 |
| Crude fiber (%) | 4.02 | 3.90 | 3.92 | 3.90 | 4.00 |
| Calcium (%) | 3.90 | 3.89 | 3.89 | 3.88 | 3.85 |
| Crude fat (%) | 7.01 | 7.20 | 7.43 | 7.61 | 7.19 |
| n-6 fatty acid (%) | 49.72 | 42.66 | 36.91 | 26.88 | 20.94 |
| n-3 fatty acids (%) | 4.77 | 12.31 | 20.68 | 27.47 | 33.29 |
| n-6/n-3 ratio | 10.42 | 3.47 | 1.78 | 0.98 | 0.63 |

[1/]Provided (per kilogram of diet): Vitamin A, 15,000 IU; Vitamin $D_3$, 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

# บทที่ 4
# ผลการทดลองและวิจารณ์

**ผลของสัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในอาหาร ต่อสมรรถนะการผลิตของไก่ไข่**

ผลของสัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในสูตรอาหารไก่ไข่ ที่สัดส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 ต่อปริมาณอาหารที่กิน (Feed intake), อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ (Feed conversion ratio, FCR), ผลผลิตไข่ (Egg production) และน้ำหนักไข่ (Egg weight) แสดงในตารางที่ 4.1

**ตารางที่ 4.1** ผลของสัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในอาหาร ต่อสมรรถนะการผลิตของไก่ไข่

| **Parameters** | **Age** | **Soybean oil : Tuna oil** | | | | | ***P*-value** | **SEM** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **(weeks)** | **100:0** | **75:25** | **50:50** | **25:75** | **0:100** | | |
| **Feed intake (g/b/d)** | 30 to 33 | 111.48 | 109.74 | 111.11 | 111.36 | 105.51 | 0.120 | 0.850 |
| | 34 to 37 | $110.06^{a}$ | $108.39^{a}$ | $109.97^{a}$ | $110.06^{a}$ | $101.99^{b}$ | 0.040 | 0.940 |
| | 38 to 41 | $110.38^{a}$ | $105.01^{ab}$ | $106.56^{a}$ | $109.54^{a}$ | $99.81^{b}$ | 0.018 | 1.040 |
| | **30 to 41** | **$110.86^{a}$** | **$107.35^{ab}$** | **$109.14^{a}$** | **$110.49^{a}$** | **$102.42^{b}$** | **0.020** | **0.060** |
| **Feed conversion ratio,** | 30 to 33 | 1.91 | 1.95 | 1.99 | 1.96 | 1.96 | 0.570 | 0.020 |
| **FCR** | 34 to 37 | $1.86^{b}$ | $1.91^{ab}$ | $1.99^{a}$ | $1.97^{a}$ | $1.96^{a}$ | 0.021 | 0.020 |
| | 38 to 41 | $1.89^{AB}$ | $1.84^{B}$ | $1.91^{AB}$ | $1.98^{AB}$ | $2.10^{A}$ | 0.003 | 0.020 |
| | **30 to 41** | **$1.89^{b}$** | **$1.90^{b}$** | **$1.96^{ab}$** | **$1.97^{ab}$** | **$2.01^{a}$** | **0.040** | **0.001** |
| **Egg production (%)** | 30 to 33 | $96.31^{a}$ | $95.98^{a}$ | $96.63^{a}$ | $95.89^{a}$ | $93.87^{b}$ | 0.049 | 0.570 |
| | 34 to 37 | $96.61^{A}$ | $96.24^{A}$ | $96.65^{A}$ | $93.39^{A}$ | $89.23^{B}$ | 0.009 | 0.710 |
| | 38 to 41 | $94.85^{A}$ | $93.47^{A}$ | $95.23^{A}$ | $92.59^{A}$ | $81.25^{B}$ | 0.002 | 1.100 |
| | **30 to 41** | **$95.92^{A}$** | **$95.23^{A}$** | **$96.17^{A}$** | **$93.98^{A}$** | **$88.12^{B}$** | **0.001** | **0.060** |
| **Egg weight (g)** | 30 to 33 | 60.60 | 59.22 | 58.53 | 59.26 | 57.59 | 0.120 | 0.380 |
| | 34 to 37 | 61.43 | 60.21 | 59.08 | 59.81 | 58.44 | 0.120 | 0.390 |
| | 38 to 41 | $62.11^{a}$ | $61.21^{ab}$ | $59.93^{bc}$ | $60.20^{abc}$ | $58.93^{c}$ | 0.040 | 0.330 |
| | **30 to 41** | **61.38** | **60.21** | **59.18** | **59.76** | **58.32** | **0.070** | **0.350** |

$^{a,b,c}$Means within rows with different superscript letters are significantly different ($P$<0.05).

$^{A,B}$Means within rows with different superscript letters are significantly different ($P$<0.01).

จากตารางพบว่าสัดส่วนที่ต่างกันระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในสูตรอาหารไม่มีผลทำให้ปริมาณอาหารที่กินได้ในช่วง 1 ถึง 4 สัปดาห์แรกของการทดลอง (อายุไก่ 30 ถึง 33 สัปดาห์) มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P$>0.05) แต่เมื่อพิจารณาในช่วง 5 ถึง 8 สัปดาห์ของการทดลอง (อายุไก่ 34 ถึง 37 สัปดาห์) และช่วง 9 ถึง12 สัปดาห์ของการทดลอง (อายุไก่ 38 ถึง 41 สัปดาห์) พบว่าเมื่อมีการเพิ่มสัดส่วนของน้ำมันปลาทูน่าในสูตรอาหารสูงขึ้นจนกระทั่งถึง 100% มีผลทำให้ไก่ในกลุ่มที่กินอาหารสูตรนี้มีปริมาณการกินได้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P$<0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น และส่งผลทำให้ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยสะสมตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์ (ช่วงอายุไก่ 30 ถึง 41 สัปดาห์) ของไก่กลุ่มที่กินสูตรอาหารที่มีน้ำมันปลาทูน่า 100% มีการกินได้ต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P$<0.05)

การเพิ่มสัดส่วนน้ำมันปลาทูน่าทดแทนน้ำมันถั่วเหลืองในสูตรอาหารไม่มีผลทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่แตกต่างกันในช่วง 1 ถึง 4 สัปดาห์แรกของการทดลอง (อายุไก่ 30 ถึง 33 สัปดาห์) แต่มีผลทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ในช่วง 5 ถึง 8 สัปดาห์ของการทดลอง (อายุไก่ 34 ถึง 37 สัปดาห์) และในช่วง 9 ถึง 12 สัปดาห์ของการทดลอง (อายุไก่ 38 ถึง 41 สัปดาห์) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P$<0.05) และเมื่อพิจารณาตลอด 12 สัปดาห์ของการทดลอง (ช่วงอายุไก่ 30 ถึง 41 สัปดาห์) พบว่าไก่ที่กินอาหารสูตรที่มีการเสริมน้ำมันปลาทูน่า 100% มีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ด้อยกว่าไก่กลุ่มที่กินน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในสัดส่วน 100:0 และ 75:25 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P$<0.05) แต่ไม่แตกต่างจากไก่กลุ่มที่กินน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในสัดส่วน 50:50 และ 25:75

ในด้านของผลผลิตไข่ พบว่าเมื่อมีการเพิ่มสัดส่วนของน้ำมันปลาทูน่าในสูตรอาหารสูงขึ้นจนกระทั่งถึง 100% มีผลทำให้ไก่ในกลุ่มที่กินอาหารสูตรนี้มีผลผลิตไข่ต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P$<0.01) ในทุกช่วงอายุของไก่ทดลอง แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติของน้ำหนักไข่ระหว่างกลุ่มทดลองในช่วงอายุ 1 ถึง 4 สัปดาห์แรกของการทดลอง (อายุไก่ 30 ถึง 33 สัปดาห์) และในช่วง 5 ถึง 8 สัปดาห์ของการทดลอง (อายุไก่ 34 ถึง 37 สัปดาห์) แต่ในช่วง 9 ถึง 12 สัปดาห์ของการทดลอง (อายุไก่ 38 ถึง 41 สัปดาห์) พบว่าไก่ที่กินอาหารสูตรที่มีการเสริมน้ำมันปลาทูน่า 100% มีน้ำหนักไข่ต่ำกว่าไก่กลุ่มที่กินน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในสัดส่วน 100:0 และ 75:25 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P$<0.05) แต่ไม่แตกต่างจากไก่กลุ่มที่กินน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในสัดส่วน 50:50 และ 25:75 เมื่อพิจารณาน้ำหนักไข่ตลอดการทดลอง 12 สัปดาห์ (ช่วงอายุไก่ 30 ถึง 41 สัปดาห์) ไม่พบความแตกต่างของน้ำหนักไข่ระหว่างกลุ่มการทดลอง ($P$>0.05)

จากรายงานของ Lawlor et al. (2010); Baucells et al. (2000); Gonzalez-Esquerra and Leeson (2000) พบว่าสามารถเสริมน้ำมันปลาทะเลได้ระหว่าง 6.0 ถึง 7.5% ในสูตรอาหารไก่ไข่ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ ทั้งนี้เนื่องจากในทุกสูตรอาหารมีการปรับระดับพลังงาน (ME) ให้

เท่ากัน จึงไม่ส่งผลทำให้ปริมาณการกินได้แตกต่างกัน แต่จากการทดลองในครั้งนี้พบว่าเมื่อเลี้ยงไก่มากกว่า 4 สัปดาห์ขึ้นไป พบว่าการที่ไก่ในกลุ่มที่กินอาหารที่มีน้ำมันปลา 100% มีการกินได้ต่ำกว่ากลุ่มอื่น อาจเนื่องมาจากน้ำมันปลาทูน่าที่ใช้ในการทดลองเป็นแบบ Tuna crude oil ที่มีกลิ่นจำเพาะตัวที่ไก่ไม่ชอบ จึงส่งผลทำให้ไก่กินอาหารได้น้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้ของ Zolisch et al. (1996) และเมื่อไก่กินอาหารได้น้อยลง จึงทำให้ไก่ได้รับโภชนะไม่เพียงพอต่อการให้ผลผลิต ส่งผลให้ผลผลิตไข่ลดลง และส่งผลผลกระทบต่อน้ำหนักไข่ไก่ในช่วงสุดท้ายของการทดลอง โดย Leaf and Weber (1988) รายงานว่ากรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในอาหาร จะไประงับการสังเคราะห์ Triglycerides ทำให้การสังเคราะห์ไขมันลดลง มีผลทำให้ไข่แดงมีขนาดเล็กลง จึงอาจส่งผลให้น้ำหนักไข่ทั้งฟองลดลงตามไปด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในอาหารไก่ไข่ สามารถใช้ได้สูงสุดในอัตราส่วน 25:75 โดยอัตราส่วนนี้จะไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ ผลผลิตไข่ และน้ำหนักไข่

**ผลของสัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในอาหาร ต่อองค์ประกอบของไข่ไก่**

ผลของสัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในสูตรอาหารไก่ไข่ ที่สัดส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 ต่อน้ำหนักไข่แดง (Yolk weight), น้ำหนักไข่ขาว (Albumen weight), ความหนาเปลือกไข่ (Shell thickness) และสีของไข่แดง (Yolk color) แสดงในตารางที่ 4.2

จากตารางพบว่าสัดส่วนที่แตกต่างกันระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในสูตรอาหารไก่ไข่ ไม่มีผลทำให้น้ำหนักไข่ขาว ความหนาเปลือกไข่ และสีของไข่แดง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P$>0.05) เมื่อสิ้นสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12 ของการทดลอง (อายุไก่ 33, 37 และ 41 สัปดาห์ ตามลำดับ) แต่พบว่าเมื่อไก่ได้รับน้ำมันปลาทูน่าในสูตรอาหาร 100% มีผลทำให้น้ำหนักไข่แดงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P$<0.05) เมื่อสิ้นสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ของการทดลอง (อายุไก่ 33 และ 37 สัปดาห์ ตามลำดับ) แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่สัปดาห์ที่ 12 (อายุไก่ 41 สัปดาห์) พบว่าไก่ที่ได้รับอาหารที่มีอัตราส่วนน้ำมันที่ 50:50 มีผลทำให้น้ำหนักไข่แดงลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P$<0.01) เมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น แต่ไม่แตกต่างจากไก่กลุ่มที่ได้รับน้ำมันปลาทูน่าในสูตรอาหาร 100%

การที่สัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าไม่มีผลกระทบต่อน้ำหนักไข่ขาว ความหนาเปลือกไข่ และสีของไข่แดง เนื่องมาจากไก่ไข่ได้รับอาหารที่มีข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเป็นองค์ประกอบหลักเหมือนกัน จะแตกต่างกันแค่เพียงอัตราส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในอาหาร ซึ่งอาหารทุกสูตรมีการปรับสมดุลโภชนะให้ครบถ้วนใกล้เคียงกัน และตรงตามความต้องการของไก่ไข่ จึงส่งผลให้คุณภาพไข่ข้างต้นไม่แตกต่างกัน ส่วนในกรณีของน้ำหนักไข่แดงที่ลดลงนั้น อาจจะเนื่องมาจากกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในน้ำมันปลาทูน่าไประงับการสังเคราะห์

Triglycerides ทำให้การสังเคราะห์ไขมันลดลง (Leaf and Weber, 1988) ซึ่งองค์ประกอบของไข่แดงส่วนใหญ่ประกอบไปด้วย Triglycerides จึงทำให้ปริมาณไขมันในไข่แดงลดลง และส่งผลให้ไข่แดงมีน้ำหนักลดลงด้วย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Cherian (2008) ที่พบว่าการเสริมน้ำมันปลาในสูตรอาหารไก่ไข่มีผลทำให้น้ำหนักไข่แดงลดลง แต่อย่างไรก็ตาม Basmacioglu et al. (2003) รายงานว่าสามารถเสริมน้ำมันปลาได้ถึง 3.5% โดยไม่ส่งผลกระทบต่อความหนาเปลือกไข่ น้ำหนักไข่ขาว และน้ำหนักไข่แดง ซึ่งข้อมูลที่มีความขัดแย้งกันนี้ เนื่องมาจากแม้ว่าน้ำมันปลาทะเลมีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 เป็นองค์ประกอบหลัก แต่อาจมีปริมาณและสัดส่วนที่แตกต่างกันไปตามชนิดและแหล่งที่มาของปลาทะเลชนิดนั้นๆ จึงส่งผลให้งานทดลองที่ออกมาไม่สอดคล้องกัน

**ตารางที่ 4.2** ผลของสัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในอาหาร ต่อองค์ประกอบของไข่ไก่

| Parameters | Age | Soybean oil : Tuna oil | | | | | *P*-value | SEM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (weeks) | 100:0 | 75:25 | 50:50 | 25:75 | 0:100 | | |
| **Yolk weight (g)** | 33 | 14.94$^{a}$ | 14.43$^{a}$ | 14.59$^{a}$ | 14.67$^{a}$ | 13.67$^{b}$ | 0.02 | 0.12 |
| | 37 | 15.25$^{A}$ | 15.17$^{A}$ | 14.52$^{A}$ | 15.03$^{A}$ | 9.63$^{B}$ | 0.0001 | 0.14 |
| | 41 | 15.55$^{AB}$ | 16.00$^{A}$ | 14.31$^{C}$ | 15.61$^{AB}$ | 14.75$^{BC}$ | 0.008 | 0.15 |
| **Albumen weight (g)** | 33 | 37.67 | 36.77 | 34.71 | 36.45 | 37.25 | 0.07 | 0.35 |
| | 37 | 38.29 | 38.26 | 36.98 | 36.81 | 34.11 | 0.10 | 0.36 |
| | 41 | 37.99 | 38.33 | 36.90 | 36.70 | 35.93 | 0.29 | 0.41 |
| **Shell thickness (mm.)** | 33 | 0.44 | 0.47 | 0.43 | 0.45 | 0.43 | 0.56 | 0.001 |
| | 37 | 0.42 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.40 | 0.10 | 0.001 |
| | 41 | 0.40 | 0.39 | 0.37 | 0.40 | 0.37 | 0.35 | 0.001 |
| **Yolk color** | 33 | 5.29 | 5.29 | 4.92 | 5.33 | 4.83 | 0.33 | 0.11 |
| **(scale 1-15)** | 37 | 4.79 | 5.00 | 4.52 | 5.00 | 5.00 | 0.42 | 0.10 |
| | 41 | 4.79 | 4.83 | 4.79 | 4.88 | 4.79 | 0.91 | 0.04 |

n = 12 per group

$^{a,b}$Means within rows with different superscript letters are significantly different ($P$<0.05).

$^{A,B,C}$Means within rows with different superscript letters are significantly different ($P$<0.01).

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในอาหารไก่ไข่ สามารถใช้ได้สูงสุดในอัตราส่วน 25:75 โดยอัตราส่วนนี้ไม่ส่งผลกระทบต่อน้ำหนักไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว ความหนาเปลือกไข่ และสีของไข่แดง

**ผลของสัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในอาหาร ต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง**

ผลการวิเคราะห์น้ำมันปลาทูน่าที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 เป็นองค์ประกอบสูงถึง 59.86% โดยแยกเป็น α-linolenic acid (ALA) 0.54%, Eicosapentaenoic acid (EPA) 5.82% และ Docosahexaenoic acid (DHA) 53.32% ซึ่งจะเห็นได้ว่าน้ำมันปลาทูน่ามีกรดไขมัน DHA เป็นองค์ประกอบหลัก ส่วนผลการวิเคราะห์น้ำมันถั่วเหลืองที่ใช้ในงานทดลองครั้งนี้ มีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Linoleic acid (LA) สูงถึง 57.43 % เมื่อใช้น้ำมันทั้งสองชนิดผสมในสูตรอาหารไก่ไข่ในอัตราส่วนที่ต่างกัน จะส่งผลให้สัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ในสูตรอาหารทดลอง รวมถึงอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 เปลี่ยนแปลงไปด้วย โดยพบว่าเมื่อเสริมน้ำมันปลาทูน่าในสัดส่วนที่สูงขึ้นมีผลทำให้สัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 สูงขึ้นตามไปด้วย ในขณะที่อัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 มีค่าต่ำลงตามสัดส่วนของน้ำมันปลาทูน่าที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในสูตรอาหารทดลอง (ตารางที่ 3.1)

ผลของสัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในสูตรอาหารไก่ไข่ ที่สัดส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 ต่อองค์ประกอบของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 ได้แก่ Linoleic acid (LA) และ Arachidonic acid (ARA) องค์ประกอบของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ได้แก่ α-linolenic acid (ALA), Eicosapentaenoic acid (EPA) และDocosahexaenoic acid (DHA) รวมถึงกรดไขมันในกลุ่มโอเมก้า-6 (Total n-6) กรดไขมันในกลุ่มโอเมก้า-3 (Total n-3) และอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันในกลุ่มโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 (n-6/n-3) แสดงในตารางที่ 4.3

จากตารางพบว่าสัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในอาหาร มีผลทำให้สัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P$<0.01) เมื่อสิ้นสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12 (อายุไก่ 33, 37 และ 41 สัปดาห์ ตามลำดับ) โดยพบว่าเมื่อสัดส่วนของน้ำมันปลาทูน่าในสูตรอาหารสูงขึ้น จะส่งผลทำให้ ALA, EPA และ DHA มีสัดส่วนที่สูงขึ้นในไข่แดง ในขณะที่ LA และ ARA มีสัดส่วนที่ลดลง เมื่อคิดเป็นกรดไขมันทั้งหมดในกลุ่มโอเมก้า-6 พบว่ามีสัดส่วนที่ลดลงตามสัดส่วนของน้ำมันปลาทูน่าที่เพิ่มขึ้นในอาหาร ในทางตรงกันข้ามพบว่ากรดไขมันทั้งหมดในกลุ่มโอเมก้า-3 มีสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น จึงส่งผลทำให้อัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 มีค่าลดลงตามสัดส่วนของน้ำมันปลาทูน่าที่เพิ่มขึ้นในอาหาร

**ตารางที่ 4.3** ผลของสัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในอาหาร ต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง

| Age | fatty acid | Soybean oil : Tuna oil | | | | | *P*-value | SEM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (weeks) | (% of total fatty acid) | 100:0 | 75:25 | 50:50 | 25:75 | 0:100 | | |
| **33** | LA | 27.09[a] | 22.43[b] | 21.72[b] | 18.66[c] | 14.69[d] | 0.0001 | 0.13 |
| | ARA | 2.84[a] | 2.06[b] | 1.68[c] | 1.40[d] | 1.14[e] | 0.0001 | 0.02 |
| | ALA | 0.84[ab] | 0.91[a] | 0.93[a] | 0.62[cb] | 0.50[c] | 0.0029 | 0.03 |
| | EPA | nd[e] | 0.19[d] | 0.33[c] | 0.54[b] | 0.70[a] | 0.0001 | 0.001 |
| | DHA | 3.73[e] | 8.67[d] | 10.46[c] | 13.19[b] | 15.39[a] | 0.0001 | 0.12 |
| | **Total n-6** | **30.53[a]** | **24.99[b]** | **23.87[c]** | **20.46[d]** | **16.24[e]** | **0.0001** | **0.14** |
| | **Total n-3** | **4.57[e]** | **9.77[d]** | **11.72[c]** | **14.35[b]** | **16.59[a]** | **0.0001** | **0.12** |
| | **n-6/n-3** | **6.69[a]** | **2.56[b]** | **2.04[c]** | **1.43[a]** | **0.98[e]** | **0.0001** | **0.03** |
| **37** | LA | 26.68[a] | 23.90[b] | 22.28[c] | 17.97[d] | 14.85[e] | 0.0001 | 0.11 |
| | ARA | 2.88[a] | 2.01[b] | 1.60[c] | 1.26[d] | 1.20[d] | 0.0001 | 0.02 |
| | ALA | 0.92[a] | 0.86[b] | 0.82[b] | 0.63[c] | 0.49[d] | 0.0001 | 0.006 |
| | EPA | nd[e] | 0.12[d] | 0.39[c] | 0.55[b] | 0.80[a] | 0.0001 | 0.006 |
| | DHA | 4.24[e] | 8.68[d] | 10.26[c] | 12.79[b] | 14.68[a] | 0.0001 | 0.11 |
| | **Total n-6** | **30.13[a]** | **26.17[b]** | **24.34[c]** | **19.64[d]** | **16.45[e]** | **0.0001** | **0.11** |
| | **Total n-3** | **5.16[e]** | **9.61[d]** | **11.47[c]** | **13.97[b]** | **15.96[a]** | **0.0001** | **0.11** |
| | **n-6/n-3** | **5.84[a]** | **2.72[b]** | **2.12[c]** | **1.41[d]** | **1.03[e]** | **0.0001** | **0.02** |
| **41** | LA | 26.48[a] | 24.61[b] | 22.05[c] | 19.60[d] | 15.65[e] | 0.0001 | 0.16 |
| | ARA | 2.65[a] | 2.17[b] | 1.63[c] | 1.49[c] | 1.29[d] | 0.0001 | 0.02 |
| | ALA | 0.97[a] | 0.87[b] | 0.79[c] | 0.66[d] | 0.49[e] | 0.0001 | 0.007 |
| | EPA | nd[e] | 0.12[d] | 0.32[c] | 0.47[b] | 0.74[a] | 0.0001 | 0.007 |
| | DHA | 6.24[e] | 8.80[d] | 10.89[c] | 12.19[b] | 15.48[a] | 0.0001 | 0.14 |
| | **Total n-6** | **29.63[a]** | **27.34[b]** | **24.08[c]** | **21.40[d]** | **17.23[e]** | **0.0001** | **0.19** |
| | **Total n-3** | **7.21[e]** | **9.72[d]** | **11.99[c]** | **13.31[b]** | **16.70[a]** | **0.0001** | **0.14** |
| | **n-6/n-3** | **4.11[a]** | **2.81[b]** | **2.01[c]** | **1.61[d]** | **1.03[e]** | **0.0001** | **0.04** |

n = 8 per group

nd = not detected

[a,b,c,d,e]Means within rows with different superscript letters are significantly different ($P<0.01$).

LA = Linoleic acid; ARA = Arachidonic acid; ALA = α-linolenic acid; EPA = Eicosapentaenoic acid; DHA = Docosahexaenoic acid

การสะสมกรดไขมันในร่างกายสัตว์เป็นผลเนื่องมาจากชนิดของกรดไขมันที่สัตว์ได้รับจากอาหารที่กินเข้าไป (Du et al., 2000) โดยในการทดลองครั้งนี้ ไก่ไข่ทุกกลุ่มการทดลองได้รับอาหารที่มีโภชนะต่างๆ เท่ากันตลอดการทดลอง ดังนั้นความแตกต่างของการสะสมไขมันที่เกิดขึ้นจึงสามารถอธิบายได้จากการที่ไก่ได้รับสัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าที่แตกต่างกันในแต่ละสูตรอาหาร โดยพบว่าเมื่อมีการเพิ่มสัดส่วนของน้ำมันปลาทูน่าในสูตรอาหารให้สูงขึ้นจะทำให้มีสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในไข่แดงสะสมเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานของ Lawlor et al. (2010); Basmacioglu et al. (2003); Baucells et al. (2000); Gonzalez-Esquerra and Leeson (2000) ที่พบว่าการเสริมแหล่งของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในสูตรอาหาร มีผลทำให้การสะสมกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในไข่แดงสูงขึ้นตามไปด้วย และเป็นที่ทราบกันดีว่ากรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 เป็นกรดไขมันที่มีประโยชน์ต่อร่างกายของมนุษย์ ในขณะเดียวกันอัตราส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 มีความสำคัญต่อสุขภาพเช่นกัน โดยสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 ที่เหมาะสม คือ ไม่เกิน 5:1 (Wijendran and Hayes, 2004; Hoz et al., 2004) ซึ่งเป็นสัดส่วนที่ช่วยลดความเสี่ยงจากการเกิดโรคหัวใจ และโรคต่างๆ แต่อย่างไรก็ตาม Simopoulos et al. (2006) รายงานว่าอัตราส่วนที่ดีที่สุดของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 ต่อโอเมก้า-3 คือ 1:1 ซึ่งมีการศึกษาว่าพบอัตราส่วนนี้ในมนุษย์สมัยโบราณและในสัตว์ป่า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่ 5
# บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในสูตรอาหารไก่ไข่ที่ใช้ข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลัก คือสัดส่วนน้ำมันถั่วเหลือง 25% ต่อน้ำมันปลาทูน่า 75% โดยสัดส่วนนี้มีผลทำให้ไข่แดงมีสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 สูงขึ้น โดยเฉพาะ Docoxahexaenoic acid (DHA) และมีอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ต่ำกว่า 5:1 และใกล้เคียงกับอัตราส่วน 1:1 โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการผลิตของไก่ไข่ทั้งทางด้านปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ องค์ประกอบของไข่ไก่ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าน้ำมันปลาทูน่าที่ใช้ในการทดลองนี้สามารถเพิ่มสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในไข่แดง ส่งผลให้อัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ลดลง ซึ่งส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการปรับสัดส่วนน้ำมันในสูตรอาหารไก่ไข่ที่ใช้ข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลัก โดยการเพิ่มแหล่งของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 (น้ำมันปลาทูน่า) เป็นอีกหนึ่งช่องทางสำหรับการผลิตอาหารที่มีคุณภาพดีสำหรับผู้บริโภค ซึ่งผลการทดลองที่ได้ในครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับผู้ผลิตไข่ไก่คุณภาพดีป้อนตลาดจำเพาะ ซึ่งเป็นสินค้าที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค และเป็นการเพิ่มมูลค่าของไข่ไก่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# เอกสารอ้างอิง


Alvarez, C., Cachaldora, P., Mendez, J., Garca-Rebollar, P. and De Blas, J. C. 2004. Effects of dietary conjugated linoleic acid and fish oil supplementation on performance and egg quality in laying hens. Br. Poult. Sci. 45: 524–529.

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: 433-441.

Basmacioglu, H., Cabuk, M., Unal, K., Ozkan, K., Akkan, S. and Yalcın, H. 2003. Effects of dietary fish oil and flax seed on cholesterol and fatty acid composition of egg yolk and blood parameters of laying hens. South Afri. J. Anim. Sci. 33: 266-273.

Baucells, M. D., Crespo, N., Barroeta, A. C., Lopez-Ferrer, S. and Grashorn, M. A. 2000. Incorporation of different polyunsaturated fatty acids into eggs. Poult. Sci. 79: 51–59.

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.

Burdge, G. C. and Calder, P. C. 2005. Conversion of α-linolenic acid to longer-chain polyunsaturated fatty acids in human adults. Reprod. Nutr. Dev. 45: 581-597.

Cachaldora, P., Garca-Rebollar, P., Alvarez, C., De Blas, J. C. and Mendez, 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. Br. Poult. Sci. 47: 43–49.

Calder, P. C. 2006. Polyunsaturated fatty acids and inflammation. Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids. 75: 197–202.

Cherian, G. 2008. Egg quality and yolk polyunsaturated fatty acid status in relation to broiler breeder hen age and dietary n-3 oils. Poult. Sci. 87: 1131-1137.

Du, M., Ahn, D. U. and Sell, J. L. 2000. Effects of dietary conjugated linoleic and linoleic:linolenic acid ratio on polyunsaturated fatty acid status in laying hens. Poult. Sci. 79: 1749-1756.

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

Garcia-Rebollar, P., Cachaldora, P., Alvarez, C., De Blas, C. and Mendez, J. 2008. Effect of the combined supplementation of diets with increasing levels of fish and linseed oils on yolk fat

composition and sensorial quality of eggs in laying hens. Anim. Feed Sci. Technol. 140: 337–348.

Glasser, F., Ferlay, A. and Chilliard, Y. 2008. Oilseed lipid supplements and fatty acid composition of cow milk: a meta-analysis. J. Dairy Sci. 91: 4687-4703.

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. Poult. Sci. 79: 1597-1602.

Harper, C. R. and Jacobson, T. A. 2005. Usefulness of omega-3 fatty acids and the prevention of coronary heart disease. Am. J. Cardiol. 96: 1521–1529.

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

Kassis, N. M., Beamer, S. K., Matak, K. E., Tou, J. C. and Jaczynski, J. 2010. Nutritional composition of novel nutraceutical egg products developed with omega-3-rich oils. LWT-Food. Sci. Technol. 43: 1204-1212.

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.

Lawlor, J. B., Gaudette, N., Dickson, T. and House, J. D. 2010. Fatty acid profile and sensory characteristics of table eggs from laying hens fed diets containing microencapsulated fish oil. Anim. Feed Sci. Technol. 156: 97-103.

Leaf, A. and Weber, P. C. 1988. Cardiovascular effects of n-3 fatty acids. N. Engl. J. Med. 318: 549-557.

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

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

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.

Simopoulos, A. P. 2006. Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. Biomed. Pharmaco. 60: 502-507.

Simopoulos A. P. 2008. The Importance of the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio in Cardiovascular Disease and Other Chronic Diseases. Exper. Biol. Med. 233: 674-687.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

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

Wijendran, V. and Hayes, K. C. 2004. Dietary n-6 and n-3 fatty acid balance and cardiovascular health. Annu. Rev. Nutr. 24: 597-615.

Zolisch, 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.

# 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:** 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.

**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.