



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลของการเสริมกากงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ที่มีต่อ
การผลิตไข่และคุณภาพของไข่

โดย

นางสาวปิยมาสฐ์ ตัณฑ์เจริญรัตน์

พฤษภาคม 2561

สัญญาเลขที่ MRG5980095

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลของการเสริมกากงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ที่มีต่อ
การผลิตไข่และคุณภาพของไข่

นางสาวปิยมาษฐ์ ตันท์เจริญรัตน์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและต้น
สังกัด

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย
สกว.และต้นสังกัดไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: **MRG5980095**

ชื่อโครงการ: ผลของการเสริมกากงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ที่มีต่อการผลิตไข่และคุณภาพของไข่

ชื่อนักวิจัย :นางสาวปิยมาสฐ์ ตันท์เจริญรัตน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

E-mail Address : **piyamaz@hotmail.com**

ระยะเวลาโครงการ: พฤษภาคม 2559- พฤษภาคม2561

งานวิจัยเรื่องผลของการเสริมกากงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ที่มีต่อการผลิตไข่และคุณภาพของไข่ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาของกากงาขี้ม่อน ศึกษาผลของการเสริมกากงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ที่มีต่อการผลิตไข่และคุณภาพของไข่และเพื่อศึกษาต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไข่ไก่ โดยศึกษาในไก่ไข่สาวอายุ ระหว่าง 33-45 สัปดาห์ และ 48-60 สัปดาห์ โดยให้อาหารไก่ไข่ที่มีกากงาขี้ม่อนผสมในอัตราส่วน 0 5 10 และ 15 % เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ เก็บข้อมูลปริมาณอาหารที่กินและอัตราการเจริญเติบโตของไก่ไข่ นำไข่ที่เก็บได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพการผลิต ต้นทุนการผลิตและวิเคราะห์คุณภาพของไข่ โดยจากการศึกษาพบว่า การให้อาหารผสมกากงาขี้ม่อนไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไก่ไข่ และไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตไข่และคุณภาพของไข่ไก่ แต่การใช้กากงาขี้ม่อนในปริมาณที่เพิ่มขึ้นทำให้ต้นทุนการผลิตไข่ไก่ลดลง ซึ่งจากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่ากากงาขี้ม่อนนั้นสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารไก่ไข่ได้ตั้งแต่อายุ 33 สัปดาห์ถึงอายุ 60 สัปดาห์ โดยไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตไข่ไก่และสามารถลดต้นทุนการผลิตไข่ไก่ได้ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการผลิตให้กับเกษตรกรได้ ทั้งนี้ การศึกษาในครั้งนี้ใช้ปริมาณกากงาขี้ม่อนสูงสุดที่ 15 % ในสูตรอาหาร จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคตเพื่อเพิ่มปริมาณกากงาขี้ม่อนในสูตรอาหาร และหาปริมาณที่กากงาขี้ม่อนสูงสุดที่สามารถใช้ได้เพื่อจะได้ช่วยลดต้นทุนการผลิตให้กับเกษตรกรต่อไป

Keywords : อาหารไก่ไข่ กากงาขี้ม่อน คุณภาพไข่ไก่

Abstract

Project Code : MRG5980095

Project Title : Effect of supplementation of defatted perilla meal (*Perilla frutescens*) as a protein source in layer chickens feed on the egg production and egg quality

Investigator : Miss Piyamas Tanchaoenrat, Rajamangala University of Technology Lanna

E-mail Address : piyamaz@hotmail.com

Project Period : May 2016-May 2018

A study on effect of supplementation of defatted perilla meal (*Perilla frutescens*) as a protein source in layer chickens feed on the egg production and egg quality was conducted. The objectives of the study were to determine the nutritive value of perilla meal, to study the effect of feeding layer chickens with diets supplemented with defatted perilla meal on the on the egg production and egg quality and to evaluate the cost of producing eggs. The experiment was conducted by feeding layer chickens age between 33-45 weeks and 48-60 weeks with diet supplemented with 0, 5, 10 and 15% of defatted perilla meal. Feed intake and body weight were measured and eggs were collected to evaluate the egg production and egg quality. The results showed that feeding layer chickens with diets supplemented with defatted perilla meal has no significant different in body weight gain, egg production and egg quality. Therefore, defatted perilla meal can be used as feed ingredient for layer chickens from 33 to 60 week olds with no negative impact on layer chickens performance. Feeding layer chickens with diets supplemented with perilla meal could reduce the feed cost which could help farmers to reduce egg producing cost. The highest level of perilla meal using in this study was 15%. Therefore, the future study could be done to increase the level of perilla meal in diet and to find the highest level of perilla meal which can be used in layer chicken diet.

Keywords : Layer chicken feed, Defatted perilla meal, egg quality

Executive Summary

งาชี้ม่อน หรือ งาม่อน (*Perilla frutescens*) จัดเป็นพืชสกุลมินต์ (เช่น มินต์ กระเพรา สะระแหน่ แมงลัก) เป็นพืชที่มีคุณสมบัติทางยาและเป็นพืชที่เป็นแหล่งของโปรตีนและไขมันที่ดีสำหรับมนุษย์ งาชี้ม่อนมีประวัติการใช้เป็นอาหารและยาสมุนไพรมานานเป็นศตวรรษ ทั้งในประเทศทางแถบเอเชียตะวันออก ได้แก่ ไทย ลาว เวียดนาม จีน อินเดีย ญี่ปุ่น และเกาหลี ในประเทศไทยนั้นพบว่าชาวบ้านนิยมปลูกงาชี้ม่อนในพื้นที่ดอนเชิงเขาในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน เช่น พะเยา เชียงราย เชียงใหม่ แพร่ น่าน ลำปาง ลำพูน และแม่ฮ่องสอน โดยเกษตรกรส่วนมากเพาะปลูกเพื่อบริโภคในครัวเรือนและจำหน่ายเมล็ดงาชี้ม่อนเพื่อนำมาผสมในข้าว ขนมห และอาหารพื้นเมือง หรือจำหน่ายน้ำมันงาชี้ม่อนที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เนื่องจากมีกรดไขมันโอเมก้า-3 (Omega-3 fatty acid) หรืออีกชื่อหนึ่งคือ กรดแอลฟาไลโนเลนิกสูงมากที่สุดถึงร้อยละ 75 ของไขมันทั้งหมด และ กรดไขมันโอเมก้า-6 (Omega-6 fatty acid) หรือกรดลิโนเลอิกประมาณร้อยละ 15 ซึ่งกรดไขมันทั้งสองชนิดนี้เป็นกรดไขมันที่มีความจำเป็น (essential fatty acid) ต่อร่างกายเพราะต้องใช้ในการทำงานของเซลล์ เนื้อเยื่อและอวัยวะแต่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ จึงจำเป็นต้องได้รับไขมันนี้มาจากพืชบางชนิดและอาหารเท่านั้น

ในการสกัดน้ำมันออกจากเมล็ดงาชี้ม่อนจะเหลือส่วนของกากงาชี้ม่อนซึ่งยังมีปริมาณโปรตีนและไขมันตกค้างอยู่ การนำเอากากงาชี้ม่อนมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์จะเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยในการกำจัดสิ่งที่เหลือจากกระบวนการผลิตน้ำมัน โดยการวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงคุณค่าทางโภชนาการที่ตกค้างอยู่ในกากงาชี้ม่อนทั้งสารอาหาร กรดไขมัน และกรดอะมิโนที่เหลืออยู่ รวมถึงการนำกากงาชี้ม่อนไปเป็นแหล่งโปรตีนเพื่อใช้ในสูตรอาหารไก่ไข่เพื่อลดต้นทุนค่าอาหารวัตถุดิบสัตว์ และศึกษาถึงประสิทธิภาพในการผลิตไข่ คุณภาพของไข่ไก่ สารอาหารในไข่ไก่และปริมาณกรดไขมันที่มีอยู่ในไข่ไก่ ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า กากงาชี้ม่อนสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ในไข่ไก่ได้สูงถึง 15 % ในสูตรอาหารโดยไม่ส่งผลถึงอัตราการเจริญเติบโตของไก่ และประสิทธิภาพการผลิตไข่ไก่ นอกจากนี้กรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 ที่มีอยู่ในกากงาชี้ม่อนยังสามารถส่งผ่านไปยังไข่ไก่ ทำให้ผู้บริโภคได้รับกรดไขมันที่จำเป็นในการบริโภคไข่ไก่ และยังสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าเกษตรได้ด้วย นอกจากนี้เมื่อคิดต้นทุนการผลิตไข่ไก่แล้วพบว่าการใช้กากงาชี้ม่อนเสริมในสูตรอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 15 % จะช่วยลดต้นทุนในการผลิตไข่ไก่และทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น ส่งผลมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นอีกด้วย

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	5
สารบัญตาราง	6
สารบัญภาพ	7
ความสำคัญของปัญหา	8
การตรวจเอกสาร	10
วิธีการวิจัย	19
ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย	24
สรุปผลการทดลอง	35
เอกสารอ้างอิง	36
ภาพผนวก	39

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ส่วนประกอบของอาหารพื้นฐาน (Basal diets) สำหรับไก่ไข่ (กิโลกรัม)	20
3.2	ส่วนประกอบของอาหารทดลองกึ่งบริสุทธิ์ (semi-purified diets) สำหรับไก่ไข่ (กิโลกรัม)	20
3.3	สูตรอาหารไก่ไข่ผสมกากงาขี้ม่อนในปริมาณ 0, 5, 10 และ 15 กิโลกรัม /100 กิโลกรัมอาหาร	21
4.1	ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาของกากงาขี้ม่อนจากแหล่งต่างๆ (ในสภาพสด, As fed)	25
4.2	กรดไขมันที่พบในตัวอย่างกากงาขี้ม่อนจากแหล่งต่างๆ (กรัม/ 100 กรัมกากงาขี้ม่อน)	26
4.3	กรดอะมิโนที่พบในกากงาขี้ม่อนจากแหล่งต่างๆ (มิลลิกรัม/ 100 กรัมกากงาขี้ม่อน)	27
4.4	ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยของโปรตีนได้ในลำไส้ (Ileal digestibility) ในไก่ที่ได้รับกากงาขี้ม่อนจากแหล่งต่างๆ	28
4.5	พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้และการย่อยได้ของโปรตีนในกากงาขี้ม่อน อ.ฝาง จ.เชียงใหม่	29
4.6	ผลของการผสมกากงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถนะการผลิตไข่ไก่ในไก่ไข่อายุ 33-45 สัปดาห์	30
4.7	ผลของการเสริมกากงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ต่อคุณภาพของไข่ไก่ในไก่ไข่อายุ 33-45 สัปดาห์	30
4.8	ผลของการผสมกากงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถนะการผลิตไข่ไก่ในไก่ไข่อายุ 48-60 สัปดาห์	31
4.9	ผลของการเสริมกากงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ต่อคุณภาพของไข่ไก่ในไก่ไข่อายุ 48-60 สัปดาห์	31
4.10	ผลการวิเคราะห์โปรตีน ไขมัน ความชื้นและวัตถุแห้ง	32
4.11	กรดไขมันที่พบในไข่ของกลุ่มทดลองที่ 1 ถึง 4 (กรัม/ 100 กรัมกากงาขี้ม่อน)	33
4.12	วิเคราะห์ต้นทุนค่าอาหารต่อไข่ 1 ฟอง ในสูตรอาหารต่างๆ	34

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ต้นงาขี้ม่อน	10
2.2	ช่อดอกงาขี้ม่อน	11
2.3	เมล็ดงาขี้ม่อน	11
2.4	เครื่องจักรสกัดน้ำมันจากงาขี้ม่อน	13
2.5	เครื่องจักรสกัดน้ำมันจากงาขี้ม่อนในครัวเรือน	13
2.6	การสกัดงาขี้ม่อนในจ.แม่ฮ่องสอน	14
2.7	กากงาขี้ม่อนสกัดน้ำมันด้วยวิธีการสกัดเย็น	15
ภาพผนวกที่		
1	การศึกษาค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้	40
2	ไก่กินอาหาร semi purified diet ผสมกากงาขี้ม่อน	40
3	การเก็บมูลไก่เพื่อไปหาพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้และค่าการย่อยได้	40
4	กรงทดลอง	40
5	การผสมอาหาร	40
6	การเก็บผลการทดลอง	40
7	การเก็บไข่	41
8	การเก็บข้อมูลน้ำหนักไข่	41
9	การวัดคุณภาพของไข่ด้วยเครื่อง egg multi tester	41
10	การวิเคราะห์สีของไข่แดงและคุณภาพของไข่	41

บทที่ 1

ความสำคัญของปัญหา

งาขี้ม่อนเป็นพืชที่มีคุณสมบัติทางยาและเป็นพืชที่เป็นแหล่งของโปรตีนและไขมันที่ดีสำหรับมนุษย์ การบริโภคงาขี้ม่อนนั้นทำได้หลายวิธี เช่น การคั่วและบดผสมกับข้าวเหนียว การนำงาขี้ม่อนมาผสมกับคุกกี้ ขนมปัง รวมถึงการนำมาใช้ในการตกแต่งอาหาร งาขี้ม่อนนั้นมีการดัดไขมันที่มีประโยชน์นั้นคือโอเมก้า 3 ซึ่งได้แก่ กรดไขมันแอลฟา-ลิโนเลนิก เป็นกรดไขมันที่ประกอบด้วยสายคาร์บอน 18 ตัวและมีพันธะคู่ 3 ตำแหน่ง การสกัดน้ำมันงาขี้ม่อนมาบริโภคเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภค งาขี้ม่อนไม่นิยมนำมาทำสูตรอาหารสัตว์เพราะมีราคาที่สูง แต่หลังจากที่สกัดน้ำมันงาออกแล้วเหลือเพียงกากงาขี้ม่อนซึ่งมีราคาถูกสามารถนำมาเป็นส่วนประกอบของสูตรอาหารสัตว์โดยเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ ซึ่งในการเลี้ยงสัตว์นั้นอาหารเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดที่จะทำให้การเลี้ยงสัตว์มีกำไรหรือขาดทุน เนื่องจากต้นทุนในการผลิตประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทุนทั้งหมดเป็นค่าอาหาร 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นค่าพันธุ์สัตว์ ส่วนอีก 10 เปอร์เซ็นต์เป็นค่าการจัดการดูแล

ในปัจจุบันนี้ทางกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้สนับสนุนให้เกษตรกรปลูกงาขี้ม่อนมากขึ้นเพื่อนำมาสกัดน้ำมันดังนั้นกากงาขี้ม่อนที่สกัดน้ำมันแล้วจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นได้ในอนาคต ดังนั้นกากงาขี้ม่อนนี้จะนำมาเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ แต่อย่างไรก็ตามการที่จะนำกากงาขี้ม่อนมาใช้จะต้องมีการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของกากงาขี้ม่อนก่อน รวมถึงการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ กรดอะมิโน และกรดไขมัน ปริมาณเยื่อใยและการใช้ประโยชน์ได้ของกากงาขี้ม่อนในสัตว์

ในการเลี้ยงไก่ไข่นั้นนอกจากจะต้องการอาหารในการดำรงชีพและการเจริญเติบโตแล้ว ยังต้องนำไปใช้ในกระบวนการผลิตไข่ด้วย หากลดต้นทุนค่าอาหารจะสามารถลดต้นทุนการผลิตในการเลี้ยงไก่ไข่ได้ การศึกษาการเสริมกากงาขี้ม่อนเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารไก่ไข่และคุณภาพของไข่จะเป็นอีกทางหนึ่งที่จะแสดงให้เห็นถึงประโยชน์กากงาขี้ม่อนที่สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ ซึ่งการศึกษานี้คาดว่าจะแสดงให้เห็นถึงผลของการเสริมกากงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ ระดับของกากงาขี้ม่อนที่ควรใช้ในอาหารไก่ไข่ที่มีผลต่อการผลิตไข่และคุณภาพของไข่ไก่ นอกจากนี้ยังได้มีสมมติฐานว่าในกากงาขี้ม่อนนั้นอาจมีกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 เหลืออยู่ซึ่งไก่ไข่ที่กินอาหารผสมกากงาขี้ม่อนเข้าไปอาจส่งผลให้ผลิตไข่ที่อาจมีโอเมก้า 3 อยู่ซึ่งน่าจะเกิดผลดีต่อผู้บริโภคไข่ไก่ได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของกากงาขี้ม่อน
2. เพื่อศึกษาผลของการเสริมกากงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ที่มีต่อการผลิตไข่และคุณภาพของไข่
3. เพื่อศึกษาต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไข่ไก่

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

งาช้างมือนเป็นพืชสมุนไพรที่เป็นทั้งอาหารและยาในประเทศทางแถบเอเชีย มานานแล้ว สำหรับประเทศไทยงาช้างมือนเป็นพืชที่ปลูกในพื้นที่ภาคเหนือ มาอย่างยาวนาน มีพื้นที่ปลูกกระจายหลายจังหวัด เช่น เชียงใหม่ เชียงราย น่าน พะเยา แม่ฮ่องสอน เป็นต้น พื้นที่ปลูกทั้งหมดประมาณ 3,400 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 80 กิโลกรัมต่อไร่ การปลูกงาช้างมือนส่วนใหญ่ปลูกในพื้นที่ดอนอาศัยน้ำฝน เกษตรกรที่ปลูกเป็นเกษตรกรรายย่อย งาช้างมือนเป็น พืชพื้นเมือง มีกลิ่นเฉพาะตัว ให้ผลผลิตในช่วงต้นฤดูหนาว (ฐานข้อมูลพันธุ์กรรมพืช, 2557) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Perilla frutescence* (L) Britt. หรือ มีชื่อที่แต่ละท้องถิ่นเรียก เช่น งาเมน (แม่ฮ่องสอน) งาช้างมือน งาบุก (คนเมือง) แง (กาญจนบุรี) นอ (กะเหรี่ยงแม่ฮ่องสอน กะเหรี่ยงเชียงใหม่) นอง (กะเหรี่ยง-กาญจนบุรี) จ้า (ลัวะ) งาเจียง (ลาว) งาช้างมือนที่พบทางภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย จัดอยู่ในวงศ์ Lamiaceae ตระกูลสะระแหน่ (mint family) ลำต้นมีเป็นไม้พุ่มสูง 1-2 เมตร ใบเรียงเดี่ยว ใบมีลักษณะเป็นขอบหยักหรือฟันเลื่อย ดอก ออกเป็นช่อกระจาย ตามง่ามใบและที่ยอด ริวประดับดอกย่อย

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของงาช้างมือน

ต้นงาช้างมือน : ต้นมีความสูงประมาณ 1-2 เมตร ลำต้นตั้งตรง แตกกิ่งก้านสาขา ต้นมีกลิ่นหอม เป็นสันสี่เหลี่ยมมนๆและระหว่างเหลี่ยมเป็นร่องตามยาว มีขนยาว สีขาวขึ้นปกคลุมอยู่หนาแน่น จัดเป็นไม้พุ่มหรือไม้ล้มลุก เมื่อโตเต็มที่โคนต้นจะเกลี้ยง โคนต้นและโคนกิ่งจะแข็ง (ภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 ต้นงาช้างมือน

ที่มา: ภาพโดย ปิยะมาสฐ์ ตัณฑ์เจริญรัตน์, (2561)

ใบงาช้าง : ใบมีความกว้างประมาณ 3-5 เซนติเมตร และยาวประมาณ 6-10 เซนติเมตร ใบเป็นสีเขียวอ่อน ท้องใบมีสีอ่อนกว่าหลังใบ แผ่นใบมีขนนุ่มสีขาวทั้งสองด้าน ตามเส้นใบมีขนอยู่หนาแน่น ท้องใบมีต่อมน้ำมัน ส่วนก้านใบยาวประมาณ 10-45 มิลลิเมตร และมีขนยาวขึ้นหนาแน่น ลักษณะของใบเป็นรูปไข่ถึงรูปไข่กว้างหรือรูปกลม ปลายใบเรียวแหลมหรือแหลมเป็นติ่งยาว โคนใบกลม บ้าง หรือตัด ส่วนขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อย

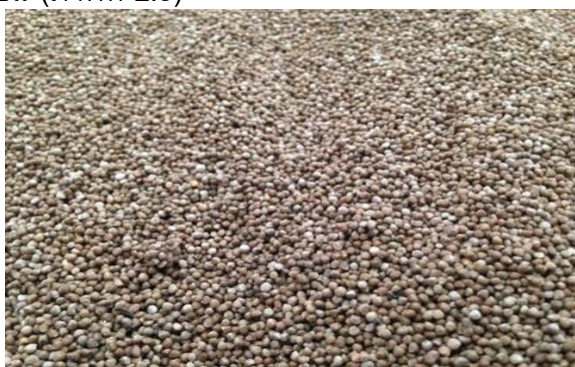
ดอกงาช้าง : ดอกเป็นช่อ แต่ละช่อมีดอกย่อยจำนวนมาก กลีบดอกเป็นสีขาวเชื่อมติดกันเป็นหลอดทรงกระบอก ที่ปลายแยกเป็นปาก ยาวประมาณ 3.5-4 มิลลิเมตร (ภาพที่ 2.2) ด้านนอกกลีบดอกมีขนรีประดับ ดอกย่อยลักษณะเป็นรูปไข่ มีขนาดกว้างประมาณ 2.5-3.2 มิลลิเมตร และยาวประมาณ 3-4 มิลลิเมตร และไม่มีก้าน โคนรีประดับ มีลักษณะกลมกว้าง ขอบเรียบ และมีขน ส่วนปลายเรียวแหลม ส่วนดอกย่อยจะมีความยาวประมาณ 1.5 มิลลิเมตร ด้านนอกมีขนและมีต่อมน้ำมัน ส่วนด้านในมีขนยาวเรียงเป็นวงรอบปากหลอด เมื่อดอกเจริญไปเป็นผลแล้ว กลีบเลี้ยงจะมีขนาดใหญ่ขึ้น



ภาพที่ 2.2 ช่อดอกงาช้าง

ที่มา: ภาพโดย ปิยะมาสฐ์ ตัณฑ์เจริญรัตน์, (2561)

ผลงาช้าง : มีความยาวประมาณ 2 มิลลิเมตร ผลมีลักษณะเป็นรูปไข่ ผลแข็งเป็นสีน้ำตาลหรือสีเทา และมีลายเป็นรูปตาข่าย ผลเป็นผลแห้ง ไม่แตก ภายในผลมีเมล็ดมีลักษณะกลมขนาดเล็กสีดำหรือสีน้ำตาลเข้ม (ภาพที่ 2.3)



ภาพที่ 2.3 เมล็ดงาช้าง

ที่มา: ภาพโดย ปิยะมาสฐ์ ตัณฑ์เจริญรัตน์, (2561)

2.2 ประโยชน์และสรรพคุณของงาขี้ม้อน

ในประเทศแถบโซนเอเชียได้มีการนำงาขี้ม้อน มาใช้ในการปรุงอาหารและเป็นตำรับยาสมุนไพรพื้นบ้านมาช้านาน จากการวิเคราะห์สารอาหารในเมล็ดงาขี้ม้อนพบว่ามีคาร์โบไฮเดรต 38.05 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 33.99 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 16.63 เปอร์เซ็นต์และไฟเบอร์ 17.58 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแร่ธาตุได้แก่แมกนีเซียม โพแทสเซียม แคลเซียม เหล็ก และสังกะสี 108.53, 1.72, 0.15, 0.14 และ 0.03 กรัม/กิโลกรัมตามลำดับ (ไมตรี และคณะ, 2558) งาขี้ม้อนยังเป็นแหล่งสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) สารต้านการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย (anti-bacterial) และสารต้านการก่อมะเร็ง (anti carcinogenic) เป็นต้น (Zekonis et al., 2008) คุณประโยชน์และสรรพคุณของงาขี้ม้อนสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. งาขี้ม้อนอุดมไปด้วยวิตามินบี ธาตุฟอสฟอรัส และธาตุแคลเซียมสูงกว่าพืชผักทั่วไปหลายเท่าตัว โดยมีปริมาณแคลเซียมประมาณ 410-485 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม มีสารเซซามอล (Sesamol) ซึ่งเป็นสารที่ช่วยป้องกันโรคมะเร็งและช่วยให้ร่างกายแก่ช้าลง มีกรดไขมันอิ่มตัวสูง โดยกรดชนิดนี้มีประโยชน์อยู่หลายอย่าง เช่น ช่วยควบคุมระดับคอเลสเตอรอลไม่ให้มีมากเกินไป ป้องกันโรคหัวใจและโรคที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือดบางชนิด และยังช่วยแก้อาการไม่สบายต่างๆ ที่เกิดจากระบบประสาท เช่น เบื่ออาหาร อ่อนเพลียเพลียแรง เป็นเหน็บชา เมื่อยล้า มีอาการปวดเส้นตามตัว อาการนอนไม่หลับ เป็นต้น

2. ใบและยอดอ่อนมีสรรพคุณช่วยแก้อาการไอ แก้หวัด สามารถใช้รับประทานเป็นผักสดได้ หรือใช้รับประทานร่วมกับอาหารประเภทยา ใช้เป็นสารแต่งรสชาติและสารแต่งกลิ่นอาหาร

3. น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากใบสด สามารถใช้เป็นน้ำมันหอมระเหย มีประสิทธิภาพที่สามารถนำมาใช้ทดแทนน้ำมันหอมระเหยจากกุหลาบในอุตสาหกรรมเครื่องหอม สามารถใช้ลดริ้วรอยบนใบหน้า และบำรุงผิวหน้าได้ มีสรรพคุณช่วยแก้อาการคันคันขุดขุดได้

4. เมล็ดหรือน้ำมันสกัด มีรายงานว่า งาขี้ม้อนที่มีแหล่งปลูกในประเทศอินเดียเป็นเมล็ดพืชที่มีปริมาณโปรตีนที่สูงถึง ร้อยละ 17 ในขณะที่น้ำมันมีปริมาณสูงถึงร้อยละ 52 (Longvah and Deosthale, 1991) เมล็ดงาขี้ม้อนมีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญได้แก่ น้ำมันร้อยละ 35-45 ซึ่งเป็นน้ำมันที่มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (polyunsaturated fatty acids; PUFAs) ที่สำคัญโดยเฉพาะกรดไขมันโอเมก้า-3 (Omega-3 fatty acid) หรืออีกชื่อหนึ่งคือ กรดแอลฟาไลโนเลนิก (ALA; α linolenic acid, C 18:3, n-3) ที่มีปริมาณสูงถึงร้อยละ 50-60 (Peiritti, 2011). และยังมีกรดไขมันโอเมก้า-6 (Omega-6 fatty acid) หรือ กรดลิโนเลอิก (LA) ประมาณร้อยละ 15 ในเมล็ด งาขี้ม้อนมีความสมดุลของกรดไขมันโอเมก้า 3 ต่อ โอเมก้า 6 (Omega-3:Omega-6 = 5:1) ที่มีความเหมาะสมต่อสุขภาพ กรดไขมันโอเมก้า 3 นี้มีประโยชน์อยู่หลายอย่าง เช่น ช่วยควบคุมระดับคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ไม่ให้มีมากเกินไป ป้องกันโรคหัวใจและโรคที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือดบางชนิด ลดการอักเสบ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของปอดในสภาวะของโรคหอบหืด โดยการควบคุมการสร้างพอสตาแกรนดินส์ (prostaglandins) และ ลิวโคไตรอิน

(leukotrienes) ที่ชักนำให้เกิดอาการหอบหืด ควบคุมระดับของไลโปโปรตีนและยังช่วยแก้อาการไม่สบายต่างๆ ที่เกิดจากระบบประสาท (ไมตรีและคณะ, 2558)

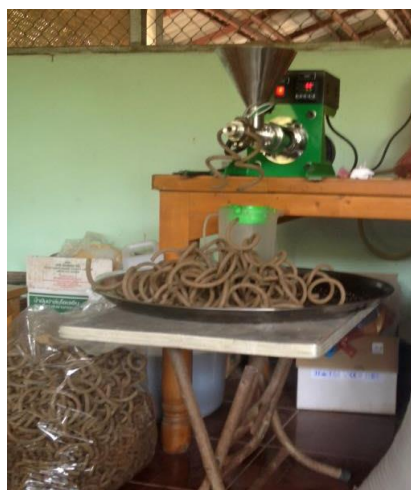
นอกจากนี้ยังมีสินค้าที่แปรรูปมาจากงาช้างม่อน เช่น ขนมงา งาคั่ว งาขี้ม่อนแผ่น ข้าวหลามงาช้างม่อน ลูกก้างขี้ม่อน ช่างาช้างม่อนป่น รวมไปถึงเครื่องสำอางบำรุงผิว เป็นต้น

2.3 การสกัดน้ำมันจากงาช้างม่อน

กากงาช้างม่อนเป็นวัตถุดิบที่เหลือจากการสกัดน้ำมันออก ซึ่งวิธีการสกัดน้ำมันนั้นใช้วิธีการเดียวกันกับการสกัดงาดำ โดยกระบวนการสกัด น้ำมันมีหลายวิธี เช่น ใช้เครื่องจักรกลช่วยบีบอัด-สกัด (ภาพที่ 2.4) โดยอาจใช้เป็นเครื่องแบบไฮดรอลิก (Hydraulic Press) หรือเครื่องแบบเกลียวอัด (Screw Press) โดยเป็นเครื่องจักรที่ใช้สกัดกากงาช้างม่อนในปัจจุบันเป็นเครื่องจักรขนาดกลาง และขนาดเล็กที่สามารถผลิตน้ำมันงาช้างม่อนใช้ในครัวเรือน (ภาพที่ 2.5) การใช้สารเคมี (Solvent Extract) ในการละลายสกัดไขมันออกมา



ภาพที่ 2.4 เครื่องจักรสกัดน้ำมันจากงาช้างม่อน
ที่มา: งาช้างม่อน น้ำมันงาช้างม่อน เวียงฝาง (2561)



ภาพที่ 2.5 เครื่องจักรสกัดน้ำมันจากงาช้างม่อนในครัวเรือน
ที่มา: นิรนาม (2559)

วิธีการสกัดน้ำมันนั้นยังสามารถสกัดได้ด้วยการใช้สารเคมี (Solvent Extract) ละลายสกัดไขมันออกมา รวมถึงอาจมีกระบวนการให้ความร้อนแบบขึ้นด้วยวิธีการนึ่งหรือต้ม (Boiled) หรือแบบแห้งโดยวิธีอบหรือคั่ว (Roasted, Toasted) แก่เมล็ดงาซีม่อนก่อนสกัด หรือใช้หลายๆ กระบวนการร่วมกัน เพื่อให้ไขมันที่สกัดได้ มีคุณภาพและปริมาณตามที่ต้องการจึงทำให้กากงาซีม่อนที่ได้ มีคุณภาพแตกต่างกันตามวิธีการที่ใช้สกัด (กาญจนาและธีระพล, 2557) อย่างไรก็ตามวิธีการสกัดงาซีม่อนนั้นสามารถสรุปได้ 3 วิธีการ คือ

2.3.1. วิธีการดั้งเดิมในสมัยโบราณ

การบีบน้ำมันงาในสมัยโบราณของชาวแอฟริกันและชาวอินเดียเขาจะทำโดยนำเมล็ดงาไปตำในครกไม้ เมื่อเมล็ดงาแตกดีแล้วก็จะใช้น้ำร้อนลงไปล้าง แล้วเอาใส่ภาชนะ ทิ้งไว้ให้น้ำมันลอยตัวขึ้น จึงค่อยแยกเอาน้ำมันมาใช้ซึ่งคล้ายคลึงกับวิธีการอัดงาของชาวไทยใหญ่ที่ใช้ครกขนาดใหญ่บีบสกัดน้ำมันงา ซึ่งอาจพบวิธีการสกัดนี้ได้ใน จ. แม่ฮ่องสอน (ภาพที่ 2.6)



ภาพที่ 2.6 การสกัดงาซีม่อนในจ.แม่ฮ่องสอน
ที่มา: ดัดแปลงจาก บ้านมะยม งามสุขภาพ (2559)

2.3.2. วิธีการสกัดเย็น (Cold pressed process)

น้ำมันงาที่ผ่านกระบวนการบีบเย็น คือการนำน้ำมันงามาบีบคั้นที่อุณหภูมิต่ำกว่า 45 องศาเซลเซียส ทำให้ได้น้ำมันงาบริสุทธิ์ที่มีกลิ่นอ่อนสีเหลืองใสตามธรรมชาติ เพราะไม่ผ่านกระบวนการฟอกสีหรือการต้มกลั่น จึงคงคุณค่าของสารอาหารไว้ครบถ้วนโดยใช้วิธีบีบอัดโดยเครื่องสกรูเพรส (Screw Press) เหมือนพืชน้ำมันเปลือกแข็ง เช่น เมล็ดงา เมล็ดทานตะวัน มาทำการบีบอัดด้วยเครื่องสกัดแบบ Screw-press จะได้น้ำมันคุณภาพดี มีสี กลิ่น รส ตามธรรมชาติ

เพราะแทบจะไม่ผ่านความร้อนเลย นอกจากความร้อนที่เกิดขึ้น จากแรงเสียดสีระหว่างการบีบ เท่านั้น

2.3.3. วิธีการสกัดร้อน

น้ำมันที่ผ่านกระบวนการหีบร้อน คือ การนำเมล็ดไปคั่วให้ได้ จากนั้นนำไปบด หรือหีบเพื่อให้ได้น้ำมันงาออกมา ซึ่งน้ำมันงาชนิดนี้จะมีกลิ่นหอมกว่าน้ำมันที่ผ่านกระบวนการ บีบเย็นแต่ก็เสียคุณค่าสารอาหารบางชนิดไปวิธีการบีบอัดด้วย เครื่องไฮดรอลิก (Hydraulic Press) เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับพืชน้ำมันที่มีเปลือกนิ่มไม่แข็งเกินไป จะทำการตากหรืออบแห้งเพื่อไล่ ความชื้นออกจากเนื้อวัตถุดิบ กระตุ้นน้ำมันบีบออกง่าย แล้วจึงนำมาบีบด้วยเครื่องแบบไฮดรอลิก น้ำมันที่ได้จะมีคุณภาพดี (คมสันและกำพล, 2554)

หลังจากสกัดน้ำมันออกจากงาขี้ม้อนแล้วจะได้กากงาขี้ม้อนซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะ ที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับกระบวนการและเครื่องมือที่ใช้สกัดน้ำมันงาขี้ม้อน ดังแสดงในภาพที่ 2.7 ซึ่งกากงาที่ได้นี้อาจมีคุณค่าทางโภชนาการที่แตกต่างกันด้วย



ภาพที่ 2.7 กากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันด้วยวิธีการสกัดเย็น
ที่มา: ภาพโดย ปิยะมาสฐ์ ดัชนีเจริญรัตน์, (2561)

2.4 การเลี้ยงไก่ไข่

ไข่ไก่เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีโปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุ เป็น ส่วนประกอบและที่สำคัญคือไข่ไก่เป็นอาหารโปรตีนที่มีราคาถูก ทำให้ไข่ไก่จึงเป็นที่นิยมของ ผู้บริโภค การเลี้ยงไข่ไก่ในประเทศไทยได้เริ่มต้นตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 5 แต่มาประสบความสำเร็จ ในการเลี้ยงแบบเป็นอาชีพในช่วงปี 2500-2502 (อรรณ, 2547) ปัจจุบันนี้การเลี้ยงไข่ไก่เป็นไป

อย่างแพร่หลาย โดยอุตสาหกรรมการผลิตไข่ไก่ยังอยู่ภายใต้บริษัทอาหารสัตว์ขนาดใหญ่ แต่ก็ยังมีเกษตรกรรายย่อยเป็นผู้เลี้ยงไก่ไข่อยู่

สายพันธุ์ไก่ไข่ที่นิยมเลี้ยงในปัจจุบันนั้นมักเป็นสายพันธุ์ทางการค้าที่ถูกพัฒนาสายพันธุ์ขึ้นมาจากสายพันธุ์แท้ดั้งเดิมเช่น โรดไอแลนด์แดง (Rhode Island Red) บาร์พลีมัทร็อค (Barred Plymouth Rock) โดยไก่ไข่ที่เลี้ยงในทางการค้ามักเป็นไก่ไฮบริด เป็นไก่ที่ถูกผสมพันธุ์ขึ้นมาเป็นพิเศษ เพื่อให้ผลผลิตไข่สูง และมีคุณภาพ ตามความต้องการของตลาดคือ ไข่ดก เปลือกไข่สีน้ำตาล ไข่มีขนาดฟองใหญ่ และให้ไข่เป็นเวลานาน โดยส่วนใหญ่จะเป็นไก่ที่ทางบริษัทผสมพันธุ์ขึ้นมาจึงมีชื่อเรียกที่ทางบริษัทตั้งขึ้น เช่นไก่ไข่สายพันธุ์ อีซาบราวน์ (Isa brown) ซีพีบราวน์ (CP Brown) ไก่ไข่ประเภทนี้จะมีลักษณะเด่นประจำพันธุ์และมีข้อมูลประจำพันธุ์อย่างละเอียด เช่นอัตราการเจริญเติบโต เปอร์เซ็นต์การไข่ ระยะเวลาการให้ไข่ แต่อย่างไรก็ตามไก่สายพันธุ์ทางการค้าพวกนี้ต้องเลี้ยงด้วยอาหารที่มีคุณภาพสูง มีการจัดการที่ถูกต้อง ตลอดทั้งมีการสุขาภิบาลโรคที่ดี ซึ่งการที่ไก่ออกไข่ได้มากขึ้นนั้นจำเป็นจะต้องได้รับอาหารที่ดีมีคุณภาพสูง ซึ่งจากจากเดิมกรมปศุสัตว์เคยมีสูตรอาหารไก่ไข่ที่แนะนำเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ไข่ระยะให้ไข่โดยมีปริมาณโปรตีนสำหรับไก่ออกไข่ที่ 16 % โปรตีน (กรมปศุสัตว์, 2544) แต่ในปัจจุบันนี้สายพันธุ์ทางการค้าได้มีการแนะนำว่าไก่ในระยะออกไข่สัปดาห์ที่ 1-33 ควรให้อาหารที่มีปริมาณโปรตีนประมาณ 18 % (Anonymous, 2018)

2.5 อาหารและวัตถุดิบอาหารสัตว์ปีก

2.5.1 อาหารไก่ไข่

ในการเลี้ยงไก่ไข่นั้น นอกจากไก่จะต้องการอาหารเพื่อการดำรงชีพ การเจริญเติบโตแล้วยังต้องนำไปใช้ ในการผลิตไข่อีกด้วย อาหารไก่ไข่จึงมีความสำคัญมาก ต้นทุนการผลิตประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทุนทั้งหมดเป็นค่าอาหาร การเลี้ยงไก่ไข่มีกำไรหรือขาดทุนอยู่ที่ผู้เลี้ยงไก่จะสามารถลดต้นทุนการผลิตในส่วนของค่าอาหารลงได้หรือไม่ ซึ่งการลดต้นทุนค่าอาหารนั้นสามารถทำได้โดยการประกอบสูตรอาหารที่มีราคาถูก แต่คุณภาพดี เลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีราคาถูกตามฤดูกาลและให้อาหารแก่ไก่กินอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้ไข่ที่มีคุณภาพและต้นทุนต่ำ

การที่ไก่จะเจริญเติบโตได้ดี มีความแข็งแรงและให้ไข่มาก จำเป็นจะต้องได้กินอาหารที่เพียงพอและกินอาหารได้ดีสม่ำเสมอทุกวัน โดยทั่วไปแล้วอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่ไข่จะประกอบด้วยสารอาหาร 6 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. โปรตีน ประกอบด้วยกรดอะมิโนชนิดต่างๆ เป็นสารอาหารที่ช่วยในการสร้างเนื้อเยื่อที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย และเป็นส่วนประกอบของผลผลิต เช่นไข่ สำหรับอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงไก่ไข่จะมีปริมาณโปรตีนประมาณ 13-19 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับอายุของไก่

2. คาร์โบไฮเดรต เป็นสารอาหารจำพวกแป้งและน้ำตาล และเป็นแหล่งในการให้พลังงานแก่ร่างกาย คาร์โบไฮเดรตถือเป็นอาหารหลัก เพราะเป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารไก่ไข่ประมาณ 38-61 เปอร์เซ็นต์

3. ไขมัน เป็นแหล่งให้พลังงานแก่ร่างกายเช่นเดียวกับคาร์โบไฮเดรต แต่ให้พลังงานมากกว่า 2.5 เท่า และยังให้กรดไขมันบางชนิดที่จำเป็นสำหรับร่างกาย ให้ความอบอุ่น ทำให้อ้วนและช่วยเพิ่มความน่ากินของอาหาร

4. วิตามิน ปกติร่างกายจะต้องการในปริมาณน้อย แต่ขาดไม่ได้ เพื่อให้ปฏิกิริยาต่างๆ ในร่างกายดำเนินไปตามปกติ วิตามินจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของไก่ไข่ โดยจะช่วยสร้างความแข็งแรง สร้างความต้านทานโรค และบำรุงระบบประสาท

5. แร่ธาตุ หน้าที่สำคัญของแร่ธาตุคือช่วยในการสร้างโครงกระดูก การเจริญเติบโต สร้างเลือด สร้างเปลือกไข่และอื่นๆ ในร่างกายสัตว์มีแร่ธาตุเป็นส่วนประกอบอยู่ประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว แร่ธาตุที่สำคัญได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม โซเดียม คลอรีน เหล็ก กำมะถัน ไอโอดีน ทองแดง โคบอลต์ แมงกานีส และสังกะสี

6. น้ำ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของร่างกาย ร่างกายไก่มีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์ น้ำมีหน้าที่สำคัญต่อร่างกาย เช่น ช่วยในการย่อย การดูดซึม การรักษาระดับความร้อนปกติในร่างกาย และช่วยในการขับถ่ายของเสียออกจากร่างกาย (พันทิพา, 2538)

2.5.2 วัตถุดิบอาหารสัตว์ปีกประเภทแหล่งโปรตีนหรือเสริมโปรตีน

อาหารหลักของสัตว์ปีกโดยปกติจะได้จากการผสมวัตถุดิบอาหารสัตว์หลายชนิดเข้าด้วยกันเพื่อให้มีคุณค่าทางโภชนาตรงตามความต้องการ ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์ปีกนั้น โดยส่วนใหญ่แล้วมักจะเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่มีปริมาณมากภายในประเทศ เช่น ปลายข้าว ข้าวโพด รำละเอียด ปลาป่นและกากถั่วเหลือง เป็นต้น การเลือกใช้วัตถุดิบอาจเกี่ยวข้องกับสภาพท้องถิ่นที่มีการผลิตพืชผลตลอดจนวัสดุการเกษตรที่เหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม (by-product) มาเป็นส่วนประกอบในการตัดสินใจเลือกใช้ เนื่องจากวัตถุดิบในท้องถิ่นและผลพลอยได้มักมีราคาไม่สูงจนเกินไป

วัตถุดิบอาหารประเภทแหล่งโปรตีนหรือเสริมโปรตีนสามารถแบ่งตามแหล่งผลิตได้ 2 ประเภท คือแหล่งโปรตีนจากพืชและแหล่งโปรตีนจากสัตว์ ซึ่งโปรตีนจากแหล่งโปรตีนจากพืช มักจะมีราคาถูกกว่าแหล่งโปรตีนจากสัตว์ โดยส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์จากเมล็ดพืชชนิดต่าง ๆ ซึ่งผ่านการสกัดหรืออัดน้ำมันออกแล้วรวมทั้งส่วนของใบของพืชบางชนิด วัตถุดิบอาหารสัตว์ประเภทโปรตีนสูงจากพืชที่นิยมใช้ในการประกอบสูตรอาหารสัตว์ปีกได้แก่ กากถั่วเหลือง กากถั่วลิสง กากงาดำดิบ และกากงาดำหมัก เป็นต้น (กาญจนาและธีระพล, 2557)

2.5.3 การนำกากงาขี้ม่อนไปใช้ในอาหารสัตว์

โดยปกติแล้ววัตถุดิบอาหารสัตว์ที่นิยมนำมาใช้ในการประกอบสูตรอาหารสัตว์จะเป็นวัตถุดิบที่เหลือใช้จากการนำไปผลิตผลิตภัณฑ์อื่นๆแล้ว เช่น กากถั่วเหลือง กากงาดำสกัดน้ำมัน เป็นต้น การนำกากงาขี้ม่อนไปใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์นั้นพบว่ามี การนำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์บ้าง

นภัสสร และคณะ (2560) รายงานว่า กากงาขี้ม่อนนั้นสามารถนำมาใช้เป็นทางเลือกในการเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์เนื่องจากในเมล็ดงาขี้ม่อนมีกรดไขมันที่เป็นประโยชน์อยู่ ได้แก่กรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 ซึ่งจะช่วยในด้านการลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจได้เป็นอย่างดี โดยปกติกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 นี้เป็นกรดไขมันที่มักพบในปลาทะเล แต่พบว่ากากงาขี้ม่อนสามารถเป็นแหล่งกรดไขมันโอเมก้า 3 มีศักยภาพสูงเช่นกัน เพราะมีองค์ประกอบของ กรดไขมันชนิดนี้อยู่สูงจากการศึกษาพบว่าเมื่อใช้เมล็ดงาขี้ม่อนและกากงาขี้ม่อนเป็นวัตถุดิบอาหารสุกร และไก่ พบว่าสามารถเพิ่มปริมาณกรดไขมันโอเมก้า 3 ในเนื้อสุกร ไก่เนื้อ และไข่ไก่ได้

Saito et al (2002) ศึกษาผลของการใช้น้ำมันงาขี้ม่อน กากงาขี้ม่อน และใบงาขี้ม่อนผสมในอาหารไก่ที่ ระดับ 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 % ที่มีต่อปริมาณกรดไขมันในไข่แดง โดยจากการศึกษาพบว่าพบว่าการเสริมน้ำมันงาขี้ม่อน กากงาขี้ม่อน และใบงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ ส่งผลให้ปริมาณกรดไขมันในไข่แดงเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่เสริมวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด โดยการเสริมน้ำมันงาขี้ม่อน กากงาขี้ม่อน และใบงาขี้ม่อน ทำให้ปริมาณกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน และพบว่าไข่ไก่ที่เสริมน้ำมันงาขี้ม่อนในอาหารมีผลต่อการเพิ่มปริมาณกรดไขมันโอเมก้า 3 ในไข่แดงดีที่สุดเมื่อเทียบกับไข่ไก่ที่เสริมกากงาขี้ม่อนและใบงาขี้ม่อน

มนัสนันท์และคณะ(2561) รายงานผลการเสริมเมล็ดงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ (ระยะท้าย) ที่ระดับ 0, 10, 30 และ 50 กรัมต่อกิโลกรัม โดยพบว่าการเสริมเมล็ดงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ไม่ส่งผลต่อการย่อยได้ของโภชนะ การเสริมเมล็ดงาขี้ม่อนยังช่วยในการเพิ่มผลผลิตไข่ต่อวัน เพิ่มน้ำหนักไข่เฉลี่ย มวลไข่ ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม และน้ำหนักไข่แดง การเสริมเมล็ดงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ยังส่งผลให้ปริมาณคอเลสเตอรอลรวม และ ปริมาณ HDL ในเลือดของไก่ไข่สูงขึ้น($P < 0.01$) และมีการสะสมของกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 กรดไขมันโอเมก้า6 กรดไขมันโอเมก้า 9 ในไข่ไก่อีกด้วย

นภัสสร และคณะ (2561) รายงานว่าเนื่องจากกากงาขี้ม่อนมีปริมาณโปรตีนสูง เหมาะแก่การนำมาเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ แต่พบว่ามีปริมาณเยื่อใยค่อนข้างสูงจึงได้ศึกษาถึงผลของระดับกากงาขี้ม่อนในอาหารสุกรระยะขุนต่อค่าการย่อยได้ปรากฏในสุกรขุนโดยให้อาหารผสมกากงาขี้ม่อนที่ระดับ 0 10 และ 20% พบว่าการนำกากงาขี้ม่อนมาใช้ในการเลี้ยงสุกรขุนส่งผลให้ค่าการย่อยได้ปรากฏของโภชนะในสุกรระยะขุนมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีการใช้เพิ่มปริมาณกากงาขี้ม่อนในสูตรอาหารเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ในส่วนของการย่อยโปรตีนพบว่าสุกรกลุ่มที่กินอาหารผสมกากงาขี้ม่อน10% มีค่าการย่อยได้ของโปรตีนสูงกว่ากลุ่มควบคุม และพบว่ค่าชีวภาพและค่าการใช้ประโยชน์สุทธิของโปรตีนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่กินอาหารร่วมกับกากงาขี้ม่อน 10% ไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นปริมาณการใช้กากงาขี้ม่อนเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสุกรระยะขุนจึงไม่ควรเกิน 10 %

บทที่ 3 วิธีการวิจัย

3.1 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาของกากงาขี้ม่อนรวมถึงกรดอะมิโน และกรดไขมันในกากงาขี้ม่อน

3.1.1 วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาจากตัวอย่างกากงาขี้ม่อน

1) วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาของกากงาขี้ม่อน (โปรตีน ไขมัน วัตถุแห้ง พลังงาน เยื่อใย แคลเซียมและฟอสฟอรัส) โดยห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่

2) วิเคราะห์ของกรดอะมิโนในกากงาขี้ม่อนด้วยเครื่อง High-performance liquid chromatography (HPLC) และกรดไขมันในกากงาขี้ม่อนด้วยเครื่อง gas chromatography โดยบริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่

3.2. การศึกษาค่าพลังงานพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้และค่าการย่อยได้ของโปรตีนของกากงาขี้ม่อนในไก่ไข่

ในการศึกษาการย่อยได้ของโปรตีนนั้นต้องทำการศึกษาในไก่ที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทำการทดลองหาค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยแบ่งออกเป็น 2 วิธี ดังนี้

3.2.1 การหาค่าการย่อยได้ของโปรตีนในลำไส้ส่วนปลาย หรือ Ileal digestibility

ไก่ไข่พันธุ์โลห์มันน์ บราวน์ที่เจริญเติบโตเต็มที่จำนวน 30 ตัว แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 2 ตัว เลี้ยงในโรงเรือนเลี้ยงไก่โดยให้อยู่ในกรง (Metabolic cage) ทำการศึกษาค่าการย่อยได้ตามวิธีของ Nalle et al. (2012) โดยมีวิธีการดังนี้ ผสมอาหารพื้นฐาน (Basal diet) ดังแสดงในตารางที่ 3.1 นำกากงาขี้ม่อนจาก 4 แหล่งจำนวน 250 กรัม และ ไทเทเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide) ปริมาณ 3 กรัม มาผสมกับอาหารพื้นฐานให้ได้ปริมาณรวมเท่ากับ 1000 กรัม ให้ไก่กินอาหารพื้นฐาน และอาหารที่มีกากงาขี้ม่อนจากทั้ง 4 แหล่งเป็นเวลา 3 วัน วันที่ 4 ทำการชั่งอาหารและวางถาดเก็บมูลไก่โดยเก็บมูลไก่และชั่งน้ำหนักมูลไก่ที่เก็บเป็นเวลา 3 วัน ติดต่อกันในวันที่ 7 ชั่งน้ำหนักอาหารที่เหลือทั้งหมด ทำการเก็บมูลไก่และชั่งน้ำหนักให้เรียบร้อย มูลไก่จะถูกนำไปชั่งน้ำหนักรวมทั้งหมดและใส่ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 วันจนแห้งและนำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้งก่อนบดละเอียดเพื่อนำไปวิเคราะห์หาวัตถุแห้ง พลังงานและเถ้า เพื่อนำมาคำนวณหาพลังงานการย่อยได้อีกครั้ง

ไก่ไข่จะถูกนำมาเก็บอาหารที่ย่อยได้ในลำไส้ส่วนล่างของอีเลียม (Ileum) โดยการใช้น้ำกลั่นฉีดไล่อาหารออกจากลำไส้ และนำตัวอย่างที่เก็บได้ไปแช่แข็งและนำมาทำให้แห้งโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze dryer) ตัวอย่างที่แห้งแล้วถูกนำมาบดและหาวัตถุแห้ง ไนโตรเจน และไทเทเนียมไดออกไซด์ ตามวิธีของ Short et al. (1996) หลังจากนั้นนำมาคำนวณหาค่าการย่อยได้ของโปรตีนในลำไส้ส่วนปลาย

ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบของอาหารพื้นฐาน (Basal diets) สำหรับไก่ไข่ (กิโลกรัม)

วัตถุดิบอาหารสัตว์	อาหารชนิดที่ 1	อาหารชนิดที่ 2
แป้งมัน	94.7	62.35
กากงาขี้ม่อน	0.00	32.35
ไคแคลเซียมฟอสเฟต	3.00	3.00
น้ำมันพืช	1.00	1.00
ไททาเนียม ไดออกไซด์	0.30	0.30
เกลือ	0.50	0.50
พรีมิกซ์ ¹	0.50	0.50
รวม	100.00	100.00

¹Provided per kilogram of diet: cholecalciferol, 1,000 ICU; DL- α -tocopherol acetate 4.5 IU; retinyl acetate, 3,500 IU; menadione sodium bisulfate complex, 2.8 mg; riboflavin, 2.5 mg; pantothenic acid, 4.0 mg; vitamin B12, 5.0 mg; ethoxyquin, 56.7 mg; choline, 172 mg; niacin, 15.0 mg; folic acid, 230 mg; choline, 172 mg; iodine, 1 mg; manganese, 65 mg;

3.2.2 การศึกษาค่าพลังงานพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ และค่าการย่อยได้ของโปรตีน ทั้งในมูลไก่และในลำไส้ไก่

ไก่ไข่พันธุ์โลห์มันน์ บราวน์ที่เจริญเติบโตเต็มที่จำนวน 18 ตัว แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มกลุ่มละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ตัว เลี้ยงในโรงเรือนเลี้ยงไก่โดยให้อยู่ในกรง (Metabolic cage) ทำการศึกษาตามวิธีการของ ฌีนิมา และคณะ (2557) โดยการผสมอาหารทดลองกึ่งบริสุทธิ์ (semi-purified diets) โดยมีสูตรอาหารดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ส่วนประกอบของอาหารทดลองกึ่งบริสุทธิ์ (semi-purified diets) สำหรับไก่ไข่ (กิโลกรัม)

วัตถุดิบอาหารสัตว์	อาหารชนิดที่ 1	อาหารชนิดที่ 2
แป้งมัน	94.7	62.35
กากงาขี้ม่อน	0.00	32.35
ไคแคลเซียมฟอสเฟต	3.00	3.00
น้ำมันพืช	1.00	1.00
ไททาเนียม ไดออกไซด์	0.30	0.30
เกลือ	0.50	0.50
พรีมิกซ์ ¹	0.50	0.50
รวม	100.00	100.00

¹Provided per kilogram of diet: cholecalciferol, 1,000 ICU; DL- α -tocopherol acetate 4.5 IU; retinyl acetate, 3,500 IU; menadione sodium bisulfate complex, 2.8 mg; riboflavin, 2.5 mg; pantothenic acid, 4.0 mg; vitamin B12, 5.0 mg; ethoxyquin, 56.7 mg; choline, 172 mg; niacin, 15.0 mg; folic acid, 230 mg; choline, 172 mg; iodine, 1 mg; manganese, 65 mg; selenium, 0.3 mg; copper, 6 mg; zinc, 55 mg; iron, 54.8 mg

ให้อาหารไก่เพื่อเป็นการปรับสภาพร่างกายของไก่ก่อนเริ่มทดลอง 3 วัน และวันที่ 4 ก่อนเริ่มทดลอง ชั่งน้ำหนักอาหารที่ให้ และวางถาดสำหรับเก็บมูลไก่ เก็บมูลไก่ติดต่อกันเป็นเวลา 3 วัน

คือเช้าวันที่ 5 6 และ 7 มูลไก่ที่เก็บได้ นำมาชั่งน้ำหนัก ในวันที่ 7 จะทำการชั่งน้ำหนักอาหารและคำนวณปริมาณอาหารที่ไก่กินทั้งหมด มูลไก่ที่เก็บได้จะนำไปอบแห้งและบดละเอียดเพื่อวิเคราะห์ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้และ ค่าการย่อยได้ของโปรตีน

3.3 ศึกษาผลของการใช้นางขี้ม่อนมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารไก่ไข่

หลังจากที่ได้ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้แล้ว จึงได้ทำการประกอบสูตรอาหารของไก่ไข่สายพันธุ์โลห์มันน์บราวน์ตามความต้องการโภชนะ (Nutrient requirement) ของไก่สายพันธุ์นี้ โดยสูตรอาหารทดลองจะมีส่วนประกอบของกากงาขี้ม่อนอยู่ในระดับ 0 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สูตรอาหารที่ได้ทำการปรับโภชนะเรียบร้อยแล้ว มีดังนี้ (ตารางที่ 3.3)

ตารางที่ 3.3 สูตรอาหารไก่ไข่ผสมกากงาขี้ม่อนในปริมาณ 0, 5, 10 และ 15 กิโลกรัม/100 กิโลกรัมอาหาร

วัตถุดิบอาหาร (กก.)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
ข้าวโพด	43.39	42.70	41.71	40.73
รำละเอียด	10.00	10.00	10.00	10.00
กากถั่วเหลือง	26.85	23.46	20.12	16.79
ปลาป่น	5.00	5.00	5.00	5.00
กากงาขี้ม่อน	0.00	5.00	10.00	15.00
ไคแคลเซียมฟอสเฟต	1.18	0.91	0.8	0.66
เปลือกหอยป่น	8.90	8.93	8.94	8.97
ดี แอล เมทไธโอนีน	0.07	0.07	0.07	0.07
น้ำมัน	3.85	3.17	2.6	2.02
เกลือ	0.50	0.50	0.50	0.50
พรีมิกซ์ ¹	0.26	0.26	0.26	0.26
รวม (กก.)	100.00	100.00	100.00	100.00
โปรตีน (%)	18.70	18.70	18.70	18.70
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Kcal/kg)	2850	2850	2850	2850
แคลเซียม (%)	4.13	4.12	4.13	4.14
ฟอสฟอรัส (%)	0.54	0.54	0.55	0.57
เยื่อใย (%)	3.98	5.24	6.49	7.75
ไลซีน (%)	1.09	1.23	1.36	1.49
เมทไธโอนีน (%)	0.75	0.75	0.75	0.75
ทริปโตเฟน (%)	0.24	0.22	0.21	0.20
ทรีโอนีน (%)	0.74	0.70	0.65	0.61
ราคา/กก.	15.89	15.56	15.26	14.97

¹Provided per kilogram of diet: cholecalciferol, 1,000 ICU; DL- α -tocopherol acetate 4.5 IU; retinyl acetate, 3,500 IU; menadione sodium bisulfate complex, 2.8 mg; riboflavin, 2.5 mg; pantothenic acid, 4.0 mg; vitamin B12, 5.0 mg; ethoxyquin, 56.7 mg; choline, 172 mg; niacin, 15.0 mg; folic acid, 230 mg; choline, 172 mg; iodine, 1 mg; manganese, 65 mg; selenium, 0.3 mg; copper, 6 mg; zinc, 55 mg; iron, 54.8 mg

3.3.1 การศึกษาผลของการใช้กากงาขี้ม่อนเป็นวัตถุดิบอาหารไก่ไข่ที่มีต่อประสิทธิภาพการผลิตไข่ไก่ ในไก่ไข่อายุ 33-45 สัปดาห์ และอายุ 48-60 สัปดาห์

ไก่ไข่สายพันธุ์โลห์มันน์ บราวน์ จำนวน 180 ตัว อายุ 17 สัปดาห์ นำมาเลี้ยงรวมกันในกรงแบบปล่อย หลังจากนั้นได้ทำการคัดเลือกไก่ไข่ที่มีน้ำหนักตัวใกล้เคียงกันขึ้นมาเลี้ยงในกรงตัวโดยใส่ไก่ไข่จำนวน 2 ตัวใน 1 กรง และได้เลี้ยงไก่อยู่ในกรงตัวจนไก่เริ่มออกไข่เมื่ออายุ 20 สัปดาห์ หลังจากนั้นได้รอให้ไก่ออกไข่อย่างสม่ำเสมอจึงเริ่มงานวิจัย โดยเริ่มวิจัยเมื่อไก่อายุได้ 33 สัปดาห์ ไก่ไข่ที่อยู่ในกรงจะถูกแบ่งกลุ่มทดลองตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่มทดลอง กลุ่มละ 4 ซ้ำ มีซ้ำละ 10 ตัว ดังนี้

กลุ่มที่ 1 อาหารผสมกากงาขี้ม่อน 0 %

กลุ่มที่ 2 อาหารผสมกากงาขี้ม่อน 5 %

กลุ่มที่ 3 อาหารผสมกากงาขี้ม่อน 10 %

กลุ่มที่ 4 อาหารผสมกากงาขี้ม่อน 15 %

เลี้ยงไก่ไข่เป็นเวลาทั้งหมด 12 สัปดาห์ โดยเลี้ยงไก่ในช่วงอายุ 33-45 สัปดาห์ ทำการเก็บข้อมูลสมรรถนะการผลิตไข่และเก็บไข่ไปวิเคราะห์คุณภาพไข่ไก่ ให้ไก่ไข่พักเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ ทำการสุ่มไก่ไข่ที่มีน้ำหนักตัวใกล้เคียงกันมาใส่กรงตัว และเริ่มต้นเลี้ยงไก่อีกครั้งเมื่ออายุ 48-60 สัปดาห์ โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่มการทดลองและให้อาหารผสมกากงาขี้ม่อนในปริมาณ 0, 5 10 และ 15 % ตามสูตรอาหารที่ได้แสดงในตารางที่ 3.3 ทำการเก็บข้อมูลสมรรถนะการผลิตไข่และเก็บไข่ไปวิเคราะห์คุณภาพไข่ไก่อีกครั้ง

3.3.2 การศึกษาผลของการใช้กากงาขี้ม่อนเป็นวัตถุดิบอาหารไก่ไข่ที่มีต่อคุณภาพไข่ไก่ คุณค่าทางโภชนาการของไข่ไก่

เก็บไข่ไปวิเคราะห์คุณภาพไข่ไก่ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างไข่ทุกกลุ่มทดลองทุก 2 สัปดาห์ โดยเก็บไข่เป็นเวลา 3 วันติดต่อกัน กลุ่มละ 8 ฟอง รวมเป็น 24 ฟองต่อการเก็บตัวอย่าง 1 ครั้ง รวมจำนวนไข่ที่เก็บทั้งหมด 144 ฟอง ต่อ 1 กลุ่มทดลอง บันทึกลักษณะของฟองไข่เพื่อนำไปศึกษาหาคุณภาพของไข่ไก่ในแต่ละกลุ่มดังนี้ น้ำหนักไข่ทั้งฟอง น้ำหนักไข่ขาวไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักเปลือกไข่ ค่าความสดใหม่ สีของไข่แดง ความสูงของไข่ขาว ความหนาของเปลือกไข่ ไข่ไก่

3.3.3 การศึกษาผลของการใช้กากงาขี้ม่อนเป็นวัตถุดิบอาหารไก่ไข่ที่มีต่อคุณค่าทางโภชนาการของไข่ไก่

ในการทำงานวิจัยในระหว่างที่ไก่ไข่มีอายุ 33-45 สัปดาห์ได้มีการทำการเก็บไข่ไก่ที่ให้อาหารเสริมด้วยกากงาขี้ม่อนในสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12 ของการเลี้ยงโดยเก็บไข่กลุ่มละ 12 ฟอง และนำไข่ไก่ที่ได้มาเข้าห้องปฏิบัติการ เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้นและวัตถุแห้ง ในไข่ไก่ ตามวิธีมาตรฐาน AOAC วิธีการที่ 978.04, 930.09 และ 930.15 ตามลำดับ (AOAC, 2005)

3.3.4 การศึกษาผลของการใช้กากงาขี้ม่อนเป็นวัตถุดิบอาหารไก่ไข่ที่มีต่อปริมาณกรดไขมันอิสระในไข่ไก่

ในการทำงานวิจัยในระหว่างที่ไก่ไข่มีอายุ 48-60 สัปดาห์ได้ทำการเก็บไข่ไก่ในสัปดาห์ที่ 12 กลุ่มละ 12 ฟอง และนำไข่ไก่ที่ได้มาส่งเข้าบริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันอิสระในฟองไข่ โดยใช้วิธีการทดสอบจาก AOAC (2012) ดังนี้

1) Fatty acid composition, Saturated fat, Monounsaturated fatty acid, Polyunsaturated fatty acid, Unsaturated fat, Tran fat วิธีทดสอบอ้างอิง In house method TE-CH-208 based on AOAC(2012) 8996.06

2) Omega-3, Omega-6, Omega-9 วิธีทดสอบอ้างอิง In house method TE-CH-208 based on AOAC (2012) 996.06

3.4 การวิเคราะห์ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไข่ไก่

นำต้นทุนค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบสูตรอาหารในการเลี้ยงไก่ไข่ระหว่างอายุ 48-60 สัปดาห์ และปริมาณผลผลิตไข่ที่ได้มาคำนวณหาต้นทุนค่าอาหารที่ใช้และต้นทุนการผลิตไข่ 1 ฟอง

3.5 สถานที่ ระยะเวลา และงบประมาณที่ใช้ในการศึกษา

ดำเนินการศึกษาวิจัย ภายใต้การควบคุมดูแลของแผนกสัตว์ปีก สาขาวิชาสัตวศาสตร์และประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์โดยวิธี Analysis of variance และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's multiple range test (SAS, 1990)

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

4.1. การสำรวจแหล่งผลิตกาขงาขี้ม้อน

กาขี้ม้อนส่วนใหญ่มีการปลูกในภาคเหนือโดยพบมาในจ.แม่ฮ่องสอน และเชียงใหม่ ส่วนมากการปลูกกาขี้ม้อนจะนำส่วนของเมล็ดที่เก็บได้ไปบริโภคในรูปของเมล็ดงาคั่ว จึงต้องมีการสำรวจว่ามีพื้นที่ใดบ้างที่ทำการบีบสกัดน้ำมันกาขี้ม้อน และหลังจากได้ข้อมูลแล้วจึงได้ไปสำรวจพื้นที่โดยพื้นที่ที่ไปสำรวจ ได้แก่

- 1) โครงการหลวงหนองเขี้ยว ต.เมืองนะ อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่
- 2) ผู้ผลิตน้ำมันกาขี้ม้อน บ้านมะยม งามสุภาพ อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน
- 3) ผู้ผลิตน้ำมันกาขี้ม้อน บ้านปางหมู อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน
- 4) ผู้ผลิตน้ำมันกาขี้ม้อน เวียงฝาง อ.ฝาง จ.เชียงใหม่
- 5) ผู้ผลิตน้ำมันกาขี้ม้อน อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่

จากการสำรวจแหล่งผลิตกาขี้ม้อนทั้ง 5 พื้นที่ พบว่าส่วนใหญ่แล้วเกษตรกรจะปลูกกาขี้ม้อนในฤดูฝนคือประมาณเดือนมิถุนายน กาขี้ม้อนเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ที่จะเริ่มให้ผลผลิตหลังจากปลูกประมาณ 5 เดือน และเริ่มเข้าสู่ฤดูเก็บเกี่ยวโดยเกษตรกรและจะเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงปลายเดือนตุลาคมหรือหากมีการปลูกกาขี้ม้อนในช่วงเดือนกรกฎาคมจะทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในช่วงเดือนพฤศจิกายน หรือต้นเดือนธันวาคม ในปี 2559 นี้ฤดูแล้งยาวนานกว่าปกติและฤดูฝนล่าช้า ทำให้การปลูกกาขี้ม้อนต้องยืดระยะเวลาออกมาเกษตรกรจึงเริ่มเก็บเกี่ยวกาขี้ม้อนได้ช้า โดยเริ่มต้นเก็บผลผลิตเมื่อปลายเดือนตุลาคมและต้นเดือนพฤศจิกายน ในการเก็บเมล็ดกาขี้ม้อนนั้นต้องมีการตัดต้นกาและตากให้แห้ง มีขั้นตอนหลายขั้นตอน ได้แก่ การล้างเมล็ดกาขี้ม้อน ตากให้แห้ง และเอาฝุ่นออกจากเมล็ดกาขี้ม้อน จากนั้นจึงจะนำมาคั่วเพื่อการบริโภคหรือนำมาสกัดน้ำมัน ซึ่งจากผลการสำรวจแหล่งผลิตกาขี้ม้อนที่ผ่านการสกัดน้ำมันแล้วนั้นทำให้ได้ตัวอย่างกาขี้มามาจาก 4 แหล่งผลิตคือ

- 1) ผู้ผลิตน้ำมันกาขี้ม้อน บ้านมะยม งามสุภาพ อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน
- 2) ผู้ผลิตน้ำมันกาขี้ม้อน บ้านปางหมู อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน
- 3) ผู้ผลิตน้ำมันกาขี้ม้อน เวียงฝาง อ.ฝาง จ.เชียงใหม่
- 4) ผู้ผลิตน้ำมันกาขี้ม้อน อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ กรดอะมิโนและกรดไขมันในกาขี้ม้อน

หลังจากได้ตัวอย่างกาขี้ม้อนทั้ง 4 ตัวอย่างจากแหล่งผลิตทั้ง 4 แห่ง ได้มีการนำตัวอย่างที่ได้มาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการอันได้แก่ โปรตีน ไขมัน วัตถุแห้ง พลังงาน เยื่อใย แคลเซียมและฟอสฟอรัส รวมถึงได้มีการวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมัน และกรดอะมิโนในตัวอย่างดังกล่าว ซึ่งผลจากการวิเคราะห์โปรตีน ไขมัน เยื่อใย ความชื้น แคลเซียม ฟอสฟอรัส และพลังงาน มีดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาของกากงาขี้ม่อนจากแหล่งต่างๆ (ในสภาพสด, As fed)

ตัวอย่างกากงาขี้ม่อน	% โปรตีน	% ไขมัน	% ความชื้น	เยื่อใย	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส	พลังงาน (kcal/kg)
อ.ฝาง จ.เชียงใหม่	29.61	7.7	5.07	30.1	0.94	0.94	4,710
อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่	31.10	18.1	6.63	11.01	2.37	1.03	4,665
อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน 1	26.37	11.40	7.97	28.92	0.87	0.83	4,597
อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน 2	26.10	12.90	7.13	31.62	0.71	0.81	4,722

จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่าง จะเห็นได้ว่าปริมาณโปรตีนของกากงาขี้ม่อนจาก อ.แม่แตง จะมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด และมีปริมาณไขมันสูงที่สุดเช่นกัน แต่มีพลังงานมากเป็นลำดับที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบกับจากทั้ง 4 ตัวอย่าง พบว่าตัวอย่างกากงาขี้ม่อนที่ได้จาก อ.ฝาง นั้นมีปริมาณโปรตีนมากเป็นลำดับที่ 2 คือ 29.61% แต่มีปริมาณไขมันและปริมาณความชื้นต่ำที่สุด ในขณะที่มีพลังงานมากเป็นลำดับที่ 2 ตัวอย่างจากจังหวัดแม่ฮ่องสอนนั้นพบว่ามีปริมาณโปรตีนที่ไม่แตกต่างกันนัก แต่ปริมาณไขมันและพลังงานของตัวอย่างจากแม่ฮ่องสอนหมายเลข 2 มีค่าสูงกว่าแม่ฮ่องสอนหมายเลข 1 ในส่วนของปริมาณเยื่อใยนั้นพบว่ากากงาขี้ม่อนจากอ.แม่แตงมีปริมาณเยื่อใยต่ำสุด ในขณะที่กากงาขี้ม่อนจากอีก 3 แหล่งมีปริมาณใกล้เคียงกัน

Longvah and Deosthale (1991) รายงานว่าเมล็ดงาขี้ม่อนที่ปลูกที่อินเดียพบว่ามีปริมาณโปรตีนประมาณ 17 % และมีปริมาณน้ำมันสูงถึงร้อยละ 52 ในประเทศไทยได้มีการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของเมล็ดงาขี้ม่อนโดย ไมตรี และ คณะ (2015) รายงานว่าในเมล็ดงาขี้ม่อนประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 38.05 ไขมันร้อยละ 33.99 โปรตีนร้อยละ 16.63 และไฟเบอร์ร้อยละ 17.58 พบแมกนีเซียม โพแทสเซียม แคลเซียม เหล็ก และสังกะสี ร้อยละ 108.53, 1.72, 0.15, 0.14 และ 0.03 ตามลำดับ ศิริวรรณ (2550) รายงานว่าในเมล็ดงาขี้ม่อน 100 กรัม ประกอบด้วย โปรตีน 15.7 กรัม ไขมัน 26.3 กรัม คาร์โบไฮเดรต 37 กรัม แคลเซียม 350 มิลลิกรัม และฟอสฟอรัส 33 มิลลิกรัม และมีวิตามินอีกหลายชนิด แต่เมื่อนำเมล็ดงาขี้ม่อนมาสกัดน้ำมันออกแล้วนั้น โชษณ และคณะ (2560) รายงานว่า กากงาขี้ม่อนสกัดน้ำแล้วจะมีที่ประมาณร้อยละ 55-65 โดยในสัดส่วนที่สูงนี้ยังประกอบไปด้วยสารที่มีคุณค่าทางอาหารสูงอย่างเช่นโปรตีนอยู่ที่ประมาณร้อยละ 17-25 ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าคุณค่าทางโภชนาของกากงาขี้ม่อนจากทั้ง 4 แหล่งแสดงให้เห็นว่าปกากงาขี้ม่อนที่สกัดน้ำมันออกแล้วนั้นมีปริมาณโปรตีนอยู่ที่ร้อยละ 26-31 ซึ่งสูงกว่าการรายงานของโชษณและคณะ (2560) ปริมาณสารอาหารที่แตกต่างกันในกากงาขี้ม่อนนั้นอาจเกิดจากพื้นที่ที่ปลูกงาขี้ม่อนแตกต่างกันซึ่งอาจส่งผลต่อปริมาณสารอาหารในเมล็ดงาขี้ม่อน รวมถึงวิธีการสกัดน้ำมันออกจากงาขี้ม่อนที่แตกต่างกันก็อาจส่งผลให้ปริมาณสารอาหาร และความชื้นในกากงาขี้ม่อนอีกด้วย ผลการวิเคราะห์กรดไขมันในกากงาขี้ม่อนดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่ากากงาขี้ม่อนจาก อ. แม่แตง และจากแม่ฮ่องสอนหมายเลข 2 มีปริมาณกรดไขมัน

หลากหลายชนิด และมีปริมาณไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fat) สูง ในขณะที่ปริมาณไขมันและกรดไขมันในกากงาซีมอนจาก อ.ฝาง และแม่ฮ่องสอน 1 มีปริมาณน้อยกว่า

ตารางที่ 4.2 กรดไขมันที่พบในตัวอย่างกากงาซีมอนจากแหล่งต่างๆ (กรัม/ 100 กรัมกากงาซีมอน)

กรดไขมัน	แหล่งของกากงาซีมอน			
	อ.ฝาง จ.เชียงใหม่	อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่	อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน 1	อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน 2
Palmitic acid (C16:0)	0.12	1.21	0.29	0.91
Stearic acid (C18:0)	0.05	0.85	0.12	0.40
Arachidic acid (C20:0)	-	0.12	-	0.03
Behenic acid (C22:0)	-	0.02	-	-
Lignoceric acid (C24:0)	-	0.01	-	-
Palmotoleic acid (C16:1 n7)	-	0.01	-	0.02
Oleic acid (C18:1 n9)	0.18	5.87	0.43	1.29
Linoleic acid (C18:2 n6)	0.30	7.70	0.63	1.69
α Linolenic acid (C18:3 n3)	0.96	0.06	2.04	5.29
γ Linolenic acid (C18:3 n3)	-	-	-	0.02
Eicocenoic acid (C20:1 n11)	-	0.03	-	0.03
Monounsaturated fatty acid	0.19	5.91	0.45	1.35
Polyunsaturated fatty acid	1.27	7.77	2.68	7.02
Saturated fat	0.18	2.22	0.43	1.36
Unsaturated fat	1.45	13.68	3.12	8.37
Omega 3 (มิลลิกรัม/100กรัมกากงาซีมอน)	963.27	57.78	2036.91	5295.31
Omega 6 (มิลลิกรัม/100กรัมกากงาซีมอน)	301.35	7701.83	639.43	1716.39
Omega 9 (มิลลิกรัม/100กรัมกากงาซีมอน)	179.45	5871.49	429.32	1295.16

Longvah and Deosthale (1991) รายงานว่าปริมาณกรดไขมันในเมล็ดงาซีมอนที่ปลูกที่อินเดียพบว่ามีปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่มาก (polyunsaturated fatty acids) ได้แก่กรดไขมันชนิดลิโนเลนิก 56.8% และลิโนเลอิก 17.6% ในประเทศไทยได้การศึกษาถึงปริมาณกรดไขมันในเมล็ดงาซีมอนและพบว่าเมล็ดงาซีมอนที่ปลูกอยู่ในทางภาคเหนือของประเทศไทยนั้นพบว่ากรดไขมันที่มีอยู่ในเมล็ดงาซีมอนนั้นมีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 (Omega-3 fatty acid) หรือกรดแอลฟาไลโนเลนิก (ALA) สูงมากที่สุด ถึงร้อยละ 75 ของไขมันทั้งหมด และ ยังมีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 (Omega-6 fatty acid) หรือกรดลิโนเลอิก (LA) เป็นองค์ประกอบอีกประมาณร้อยละ 15 ซึ่งกรดไขมันทั้งสองชนิด นี้เป็นกรดไขมันที่มีความจำเป็นต่อร่างกาย (essential fatty acid) (ธิดาเดียน, 2560) นอกจากนี้ยังมีรายงานถึงปริมาณกรดไขมันที่พบในเมล็ดงาซีมอนจากภาคเหนือ

ตอนบนของประเทศไทยโดย สิริภัทร และคณะ (2558) รายงานว่างานวิจัยน้ำมันพื้นเมืองพบกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้าทั้ง 3 ชนิด คือ กรดไลโนเลนิก (โอเมก้า 3) กรดไลโนเลอิก (โอเมก้า 6) และกรดโอเลอิก (โอเมก้า 9) โดยพบว่ากรดไลโนเลนิก มีปริมาณค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 61.5% กรดไลโนเลอิก มีค่าเฉลี่ยที่ 31.2% และกรดโอเลอิก มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 13.5%

จากรายงานการวิจัยจะเห็นได้ว่าในเมล็ดงาขี้ม่อนจะกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 ค่อนข้างสูงกว่ากรดไขมันชนิดอื่น และในการศึกษาครั้งนี้พบว่าเมื่อนำมาเมล็ดงาขี้ม่อนมาสกัดน้ำมันแล้วนั้นจะเห็นได้ว่ายังคงมีปริมาณกรดไขมันชนิดต่างเหลืออยู่และจะเห็นได้ว่าปริมาณกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 นั้นพบในตัวอย่างของกากงาขี้ม่อนสกัดน้ำมันจาก อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ และจาก อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน 2 นอกจากนี้ยังพบว่าตัวอย่างจาก จ.แม่ฮ่องสอน 2 มีปริมาณกรดไขมันโอเมก้า 3 6 และ 9 ค่อนข้างสูงกว่าแหล่งอื่นๆ การที่มีปริมาณกรดไขมันแตกต่างกันในกากงาขี้ม่อนนั้น อาจเนื่องจากการกระบวนการสกัดไขมันที่แตกต่างกันจึงทำให้ปริมาณไขมันในตัวอย่างที่ได้จาก 4 แหล่งนี้มีปริมาณไม่เท่ากัน

ตารางที่ 4.3 กรดอะมิโนที่พบในกากงาขี้ม่อนจากแหล่งต่างๆ (มิลลิกรัม/ 100 กรัมกากงาขี้ม่อน)

กรดอะมิโน	แหล่งของกากงาขี้ม่อน			
	อ.ฝาง จ.เชียงใหม่	อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่	อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน 1	อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน 2
Alanine	599	623	566	523
Aspartic acid	1120	1085	985	968
Cystine	901	1780	648	784
Glutamic acid	3871	4354	2647	3835
Glycine	466	537	437	402
Histidine	2399	2411	2158	2080
Hydroxylysine	<5.00	< 5.00	<5.00	<5.00
Hydroxyproline	47	21	28	44
Isoleucine	1153	1294	1153	1057
Leucine	2320	2418	2269	2193
Lysine	4506	3327	3457	3510
Methionine	155	543	185	96
Phenylalanine	2569	2469	2541	2369
Proline	502	548	503	424
Serine	422	376	339	374
Threonine	303	325	231	256
Tryptophan	203	348	228	173
Tyrosine	1922	2501	1735	1746
Valine	989	1072	941	859

จากการวิเคราะห์กรดอะมิโนในตัวอย่างกากงาขี้ม่อน (ตารางที่ 4.3) พบว่าปริมาณกรดอะมิโนที่มีอยู่ในกากงาขี้ม่อน จากแหล่งต่างๆมีปริมาณค่อนข้างใกล้เคียงกัน แต่กากงาขี้ม่อนที่ได้จากแม่ฮ่องสอน 2 พบว่ามีปริมาณเมทไธโอนีนค่อนข้างต่ำกว่ากากงาขี้ม่อนจากอีก 3 แหล่งที่เหลือการมีปริมาณเมทไธโอนีนต่ำนั้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ Longvah and Deosthale (1991) ที่รายงานว่ามีเมธิลดงขี้ม่อนในประเทศอินเดียพบว่ามีกรดอะมิโนที่จำเป็นเป็นองค์ประกอบร้อยละ 39 ของปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมด และพบว่ากรดอะมิโนที่จำเป็นในเมธิลดงขี้ม่อนนั้นมีปริมาณของเมทไธโอนีน (133.50 mg/100 g) และ ทรีโอนีนค่อนข้างต่ำ (175.50 mg/100 g) สารโวจิน และ คณะ (2561) รายงานว่ากากงาขี้ม่อนสกัดน้ำมันมีปริมาณ ของกรดอะมิโนที่จำเป็นสูง โดยเฉพาะไลซีน ฟีนอลานีน ลิวซีน และฮิสทีดิน ในส่วนของกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นนั้น พบว่ากากงาขี้ม่อนสกัดน้ำมันกรดกลูตามิก และไทโรซีนสูง ในขณะที่อาร์จินีน และไฮดรอกซีโพรลีนมีปริมาณต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับกรดอะมิโนชนิดอื่น ๆ

4.3 การศึกษาค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้และค่าการย่อยได้ของโปรตีนของกากงาขี้ม่อนในไก่ไข่

4.3.1 การศึกษาการย่อยได้โดยเก็บตัวอย่างจากลำไส้ไก่เพื่อจะคำนวณค่าการย่อยได้ในลำไส้ส่วนปลาย หรือ Ileal digestibility

ผลการศึกษาการย่อยได้โดยเก็บตัวอย่างจากลำไส้ไก่ส่วนปลายเพื่อจะคำนวณหาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในลำไส้ส่วนปลาย หรือ Ileal digestibility นั้น แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยของโปรตีนได้ในลำไส้ (Ileal digestibility) ในไก่ที่ได้รับกากงาขี้ม่อนจากแหล่งต่างๆ

แหล่งของกากงาขี้ม่อน	ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยของโปรตีนได้ในลำไส้
อ.ฝาง จ.เชียงใหม่	0.768
อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่	0.753
อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน 1	0.774
อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน 2	0.724

จากการศึกษาการย่อยได้ของโปรตีนในกากงาขี้ม่อนที่ได้มาจากแหล่งต่างๆพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนไม่มีความแตกต่างกัน ดูจากผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารพบว่ากากงาขี้ม่อนจาก อ.ฝาง จังหวัดเชียงใหม่ มีปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูง ปริมาณไขมันไม่สูงจนเกินไป ซึ่งจะส่งผลดีต่อคุณภาพของอาหารที่ผสมแล้วเพราะหากมีปริมาณไขมันในอาหารมากอาจส่งผลให้อาหารที่ผสมทิ้งไว้เกิดการหืน ทำให้ไก่ไม่กินอาหารและส่งผลต่อผลผลิตไข่ได้นอกจากนั้นกากงาขี้ม่อนจาก อ.ฝาง จังหวัดเชียงใหม่ มีปริมาณความชื้นน้อย ทำให้เชื้อราไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดีและทำให้สามารถเก็บกากงาขี้ม่อนได้เป็นระยะเวลาช้านาน และกากงาขี้ม่อนจากอ.ฝางยังมีปริมาณพลังงานค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างกากงาขี้ม่อนอื่นๆ และมีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ที่ไม่แตกต่างจากกลุ่มอื่น ดังนั้นจึงได้เลือกกากงาขี้ม่อนจาก อ.ฝาง จ.เชียงใหม่มาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารไก่ไข่ได้ โดยได้นำมาศึกษาค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ต่อไป

4.3.2 การศึกษาค่าพลังงานพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้

จากการศึกษาพบว่ากากงาขี้ม่อนจาก อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ มีพลังงาน 4,710 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม และเมื่อนำมาให้ไก่ไข่กินพบว่ากากงาขี้ม่อนมีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,233 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ซึ่งหมายความว่าไก่สามารถนำพลังงานจากงาขี้ม่อนไปใช้ประโยชน์ได้ถึง 68.6 % ส่วนค่าการย่อยได้ของโปรตีนนั้น หลังจากนำมาวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในมูลไก่และคำนวณค่าการย่อยได้พบว่าไก่สามารถย่อยโปรตีนจากกากงาขี้ม่อนได้ถึง 73.3 % ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้และการย่อยได้ของโปรตีนในกากงาขี้ม่อน อ.ฝาง จ.เชียงใหม่

คุณค่าทางโภชนา	ค่าที่ได้
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Kcal/kg)	3,233
การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีน (%)	73.3

มนัสนันท์ และ คณะ (2561) ได้ศึกษาถึงการเสริมกากงาขี้ม่อนสกัดน้ำมันในอาหารไก่ไข่ที่ปริมาณ 0, 1, 3 และ 5 % ที่มีต่อการย่อยได้ของโภชนาของไก่ไข่และพบว่าไม่มีความแตกต่างของการย่อยได้ของกากงาขี้ม่อนในโภชนาต่างๆ ในการศึกษาหาการย่อยได้ของโปรตีนในกากงาขี้ม่อนที่ได้มาจากแหล่งต่างๆ ในครั้งนี้ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอาจเนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษาคือกากงาขี้ม่อนเหมือนกัน และให้ในปริมาณเท่ากัน โดยประสิทธิภาพการย่อยได้ของไก่นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างของระบบย่อยอาหาร แต่เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ใช้ไก่ไข่สายพันธุ์เดียวกัน และอายุเท่ากัน รวมถึงการจัดการสภาพแวดล้อมในการทดลองเหมือนกัน จึงทำให้ประสิทธิภาพการย่อยได้ไม่แตกต่างกัน (วิมลและคณะ, 2556)

4.4 ผลการนำกากงาขี้ม่อนไปประกอบสูตรอาหารเพื่อนำมาเลี้ยงไก่ไข่

4.4.1 ผลของการเสริมกากงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถนะการผลิตไข่ไก่ในไก่ไข่อายุ 33-45 สัปดาห์

จากการศึกษาผลของการเสริมกากงาขี้ม่อนในปริมาณ 0 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ลงในอาหารไก่ไข่นั้นพบว่า อาหารเสริมกากงาขี้ม่อนในระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวของไก่ไข่ ($P>0.05$) ปริมาณการกินอาหารของไก่ไข่ ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่เฉลี่ย และมวลไข่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ พบว่าไก่ที่ได้รับอาหารผสมกากงาขี้ม่อนที่ 5 % มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่สูงสุด ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลของการผสมกากงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถนะการผลิตไข่ไก่ในไก่ไข่อายุ 33-45 สัปดาห์

ข้อมูล	ระดับกากงาขี้ม่อนในอาหาร (เปอร์เซ็นต์)				SEM	P-value
	0	5	10	15		
น้ำหนักตัวไก่ไข่เมื่อเริ่มต้น (กก.)	1.58	1.62	1.61	1.55	0.01	0.32
น้ำหนักตัวไก่ไข่เมื่อสิ้นสุด (กก.)	1.55	1.61	1.58	1.57	0.01	0.75
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/วัน)	82.53	86.61	87.55	88.98	0.78	0.06
ผลผลิตไข่ (เปอร์เซ็นต์)	54.61	56.34	52.56	61.43	2.53	0.65
อัตราการเปลี่ยนอาหาร	2.247 ^b	2.524 ^a	2.583 ^a	2.386 ^{ab}	0.03	0.01
น้ำหนักไข่เฉลี่ย (กรัม)	56.85	57.86	57.37	58.02	0.42	0.76
มวลไข่ (กรัม/วัน)	31.25	32.50	30.21	35.62	1.48	0.61

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษ a,b,ab คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

4.4.2 ผลของการเสริมกากงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ต่อคุณภาพของไข่ไก่ อายุ 33-45 สัปดาห์

ผลจากการศึกษาคุณภาพของไข่ไก่ที่ได้รับอาหารผสมกากงาขี้ม่อนในปริมาณ 0 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ แสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลของการเสริมกากงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ต่อคุณภาพของไข่ไก่ ในไก่ไข่อายุ 33-45 สัปดาห์

ข้อมูล	ระดับกากงาขี้ม่อนในอาหาร (เปอร์เซ็นต์)				SEM	P-value
	0	5	10	15		
น้ำหนักไข่ทั้งฟอง (กรัม)	60.30	59.33	59.16	60.25	0.4395	0.71
น้ำหนักไข่ขาวไข่แดง (กรัม)	51.05	50.19	49.92	51.19	0.3750	0.57
น้ำหนักไข่ขาว (กรัม)	15.20	15.00	14.60	15.01	0.0875	0.15
น้ำหนักไข่แดง (กรัม)	35.85	35.19	35.32	36.17	0.3086	0.65
น้ำหนักเปลือกไข่ (กรัม)	5.67	6.07	5.62	5.77	0.0657	0.12
ความหนาเปลือกไข่ (มิลลิเมตร)	0.396 ^c	0.38 ^a	0.374 ^{ab}	0.375 ^b	0.0008	0.002
ความสูงไข่ขาว (มิลลิเมตร)	9.22	9.50	9.03	8.98	0.1847	0.75
สีไข่แดง	5.63	5.85	5.46	5.03	0.0972	0.06
ความสดใหม่	95.44	94.32	94.71	94.75	0.3428	0.71

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษ a,b,ab คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากการศึกษาพบว่า การให้อาหารผสมกากงาขี้ม่อนในระดับต่างๆ ในไก่ไข่นั้นทำให้น้ำหนักไข่ทั้งฟอง น้ำหนักไข่ขาวและไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักเปลือกไข่ ความหนาเปลือกไข่ ความสูงไข่ขาว ความสดใหม่ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าสีของไข่แดงของไก่ที่กินอาหารผสมกากงาขี้ม่อน 15 เปอร์เซ็นต์มีสีอ่อนกว่ากลุ่มทดลองอื่น

4.4.3 ผลของการผสมกากงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถนะการผลิตไข่ไก่ในไก่ไข่อายุ 48-60 สัปดาห์

จากการทดลองพบว่าการเสริมกากงาขี้ม่อนลงในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวของไก่ไข่ และพบว่าปริมาณการกินอาหารของไก่ไข่ ผลผลิตไข่ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่น้ำหนักไข่เฉลี่ย และมวลไข่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลของการผสมกากงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถนะการผลิตไข่ไก่ในไก่ไข่อายุ 48-60 สัปดาห์

ข้อมูล	ระดับกากงาขี้ม่อนในอาหาร (เปอร์เซ็นต์)				SEM	P-value
	0	5	10	15		
น้ำหนักตัวไก่ไข่เมื่อเริ่มต้น (กก.)	1.74	1.75	1.75	1.69	0.01	0.28
น้ำหนักตัวไก่ไข่เมื่อสิ้นสุด (กก.)	1.91	1.85	1.89	1.84	0.02	0.60
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/วัน)	119.2	121.4	120.1	119.7	1.36	0.94
ผลผลิตไข่ (เปอร์เซ็นต์)	88.7	88.5	87.8	86.5	0.56	0.53
อัตราการเปลี่ยนอาหาร	2.14	2.17	2.18	2.17	0.03	0.98
น้ำหนักไข่เฉลี่ย (กรัม)	64.19	63.85	62.99	63.40	0.32	0.59
มวลไข่ (กรัม/วัน)	56.93	56.04	55.31	53.88	0.48	0.20

4.4.4 ผลของการเสริมกากงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ต่อคุณภาพของไข่ไก่ อายุ 48-60 สัปดาห์

ผลจากการศึกษาคุณภาพของไข่ไก่ที่ได้รับอาหารผสมกากงาขี้ม่อนในปริมาณ 0 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ แสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลของการเสริมกากงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ต่อคุณภาพของไข่ไก่ ในไก่ไข่อายุ 48-60 สัปดาห์

ข้อมูล	ระดับกากงาขี้ม่อนในอาหาร (เปอร์เซ็นต์)				SEM	P-value
	0	5	10	15		
น้ำหนักไข่ทั้งฟอง (กรัม)	59.51	60.37	60.77	61.19	0.3948	0.5024
น้ำหนักไข่ขาวไข่แดง (กรัม)	55.07	55.63	56.03	56.48	0.3890	0.6345
น้ำหนักไข่ขาว (กรัม)	17.09	16.86	17.04	16.56	0.1691	0.6930
น้ำหนักไข่แดง (กรัม)	38.19	38.70	39.06	39.91	0.3054	0.2881
น้ำหนักเปลือกไข่ (กรัม)	4.43	4.77	4.74	4.72	0.0681	0.3157
ความหนาเปลือกไข่ (มิลลิเมตร)	0.37	0.37	0.37	0.37	0.0006	0.1607
ความสูงไข่ขาว (มิลลิเมตร)	9.06	9.21	9.29	9.23	0.0824	0.7939
สีไข่แดง	6.95	6.83	6.98	6.86	0.0967	0.9353
ความสดใหม่	95.24	95.84	96.00	95.99	0.4544	0.9222

จากการศึกษาพบว่าการให้อาหารผสมกากงาขี้ม่อนในระดับต่าง ๆ ในไก่ไข่นั้นทำให้น้ำหนักไข่ทั้งฟอง น้ำหนักไข่ขาวและไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักเปลือกไข่ ความหนาเปลือกไข่ ความสูงไข่ขาว ความสดใหม่ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$)

ผลของการเสริมกากงาขี้ม่อนในระดับ 0 5 10 และ 15 % ลงในอาหารไข่ไก่พบว่าไม่มีความแตกต่างในด้านการเจริญเติบโต สมรรถนะการผลิตไข่ และคุณภาพไข่ในไก่ที่มีอายุ 33-45 สัปดาห์และ 48-60 สัปดาห์ สอดคล้องกับงานทดลองของ ปฏิพัทธ์และคณะ (2560) ที่ได้รายงานว่า ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ในสมรรถภาพการผลิตของไข่ไก่เล็กฮอร์นที่เสริมกากงาขี้ม่อนที่ระดับ 0 5 และ 10 % และในส่วนของคุณภาพไข่นั้น พบว่าไข่ไก่เล็กฮอร์นที่ได้รับการเสริมกากงาขี้ม่อนที่ ระดับ 0, 5 และ 10% ในสูตรอาหารส่งผลให้น้ำหนักไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ สัตส่วนเปลือกไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ และดัชนีรูปร่างไข่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่การทดลองของปฏิพัทธ์และคณะ (2560) พบว่าน้ำหนักของไข่แดงในไก่ที่ได้รับการกากงาขี้ม่อน 10 % มีน้ำหนักมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการกากงาขี้ม่อน 0 และ 5 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งจากการทดลองในครั้งนี้พบว่าน้ำหนักไข่แดงในไก่ที่ได้รับการกากงาขี้ม่อนที่ 15 % มีน้ำหนักมากที่สุด และไก่ที่ได้รับการกากงาขี้ม่อนในระดับ 10 % มีน้ำหนักรองลงมา แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตามการที่น้ำหนักไข่แดงเพิ่มขึ้นนั้น สอดคล้องกับการศึกษาของมนัสนันท์และคณะ(2561) ที่รายงาน ว่าการเสริมเมล็ดงาขี้ม่อนในระดับ 10-50 กรัม/กิโลกรัมในอาหารไข่ไก่ ส่งผลให้น้ำหนักไข่แดงเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับไข่แดงในไก่กลุ่มที่ไม่เสริมเมล็ดงาขี้ม่อนซึ่งการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักไข่แดงนั้นเป็นผลมาจากการสังเคราะห์การเพิ่มขึ้นลิปิดและโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในไข่แดง (ณฐมล, 2550)

4.4.5 ผลของการเสริมกากงาขี้ม่อนในอาหารไข่ไก่ต่อปริมาณโภชนะของไข่ไก่ ในไข่ไก่อายุ 33-45 สัปดาห์

ผลของการเสริมกากงาขี้ม่อนในอาหารไข่ไก่ต่อปริมาณโภชนะของไข่ไก่ในอายุ 33-45 สัปดาห์ แสดงในตารางที่ 4.10 จากการวิเคราะห์ปริมาณโภชนะในไข่ไก่พบว่าปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ความชื้น และวัตถุแห้งในไข่แดงและไข่ขาวของไก่ที่ได้รับการกากงาขี้ม่อนในระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์โปรตีน ไขมัน ความชื้นและวัตถุแห้ง

ข้อมูล (เปอร์เซ็นต์)	ระดับกากงาขี้ม่อนในอาหาร (เปอร์เซ็นต์)				SEM	P-value
	0	5	10	15		
โปรตีนในไข่ขาว	72.27	72.73	72.87	73.08	0.17	0.15
โปรตีนในไข่แดง	32.88	32.34	32.09	32.08	0.19	0.37
ไขมันในไข่ขาว	1.07	1.27	1.37	1.25	0.06	0.55
ไขมันในไข่แดง	50.63	50.06	50.80	50.61	0.16	0.65
ความชื้นในไข่ขาว	7.34	7.26	7.24	7.35	0.03	0.99
ความชื้นในไข่แดง	3.26	3.36	3.33	3.32	0.02	0.99
วัตถุแห้งในไข่ขาว	92.08	92.15	92.31	92.02	0.06	0.97
วัตถุแห้งในไข่แดง	96.73	96.63	96.66	96.67	0.02	0.99

ผลของการเสริมกากงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่ที่มีต่อปริมาณกรดไขมันในไข่ไก่แสดงในตารางที่ 4.11 จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่า ไข่ไก่ที่ให้อาหารผสมกากงาขี้ม่อนจะมีปริมาณโอเมก้า 3 โอเมก้า 6 และโอเมก้า 9 อยู่มาก เมื่อเทียบกับไข่ไก่ที่ไม่ได้เสริมกากงาขี้ม่อนลงในอาหาร โดยปริมาณโอเมก้า 3 ในไข่ไก่ที่เสริมกากงาขี้ม่อน 15 % จะมีปริมาณโอเมก้า 3 สูงสุด รองลงมาได้แก่ไข่ไก่ของไก่กินอาหารเสริมกากงาขี้ม่อนในปริมาณ 10 และ 5% ตามลำดับ

ตารางที่ 4.11 กรดไขมันที่พบในไข่ของกลุ่มทดลองที่ 1 ถึง 4 (กรัม/ 100 กรัมกากงาขี้ม่อน)

กรดไขมัน	ระดับกากงาขี้ม่อนในอาหาร (เปอร์เซ็นต์)			
	0%	5%	10%	15%
Palmitic acid (C16:0)	3.01	3.08	2.56	2.58
Stearic acid (C18:0)	1.01	1.11	0.87	0.87
Palmitoleic acid (C16:1 n7)	0.19	0.20	0.22	0.22
Alpha- Eicocenoic acid (C20:3n3)	Not Detected	0.02	0.03	0.04
Tran-9-Eladic acid (C18:1n9t)	0.02	0.02	0.02	0.02
Cis-9-Oleic acid (C18:1n9c)	3.63	3.88	3.56	3.57
Cis-9,12-Linoleic acid (C18:1n9c)	0.55	0.60	0.73	0.73
Cis-11-Eicosadienoic acid (C20:1n11)	Not Detected	Not Detected	0.01	0.01
Cis-11,14-Eicosadienoic acid (C20:2)	0.04	0.05	0.02	0.02
Omega 3 (มิลลิกรัม/100กรัมกากงาขี้ม่อน)	9.11	15.72	34.85	35.56
Omega 6 (มิลลิกรัม/100กรัมกากงาขี้ม่อน)	552.83	601.45	741.26	733.73
Omega 9 (มิลลิกรัม/100กรัมกากงาขี้ม่อน)	3627.84	3884.22	3562.39	3574.45
Monounsaturated fatty acid	3.84	4.11	3.82	3.83
Polyunsaturated fatty acid	0.60	0.66	0.80	0.79
Saturated fat	4.02	4.19	3.43	3.46
Unsaturated fat	4.45	4.77	4.61	4.61
Tran fat	0.02	0.02	0.02	0.02

การเสริมเมล็ดงาขี้ม่อนในอาหารไก่ไข่พบว่าทำให้มีการสะสมของกรดไขมันโอเมก้า 3 และกรดไขมันโอเมก้า 6 ในไข่เพิ่มขึ้นตามปริมาณของเมล็ดงาขี้ม่อนที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร (มนัสนันท์ และคณะ, 2561ข) การเพิ่มขึ้นของกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 ในไข่ไก่ในการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Saito et al., (2002) ที่รายงานว่า การเพิ่มปริมาณของกากงาขี้ม่อนในสูตรอาหารส่งผลให้ระดับของกรดไขมันโอเมก้า 3 ในไข่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) การเสริม

กากงาที่ระดับ 5 และ 10 % มีผลให้กรดไขมันโอเมก้า-3 เพิ่มขึ้นจาก 0.17 ในกลุ่มที่ไม่เสริมกากงาเป็น 0.28 และ 0.39 มิลลิกรัม/ไข่แดง 100 มิลลิกรัม ตามลำดับ ปฏิพัทธ์ และ คณะ (2560) รายงานว่าการเสริมกากงาที่มีไขมันในอาหารไก่ไข่ ที่ระดับ 0 5 และ 10 % มีส่วนช่วยในการเพิ่มปริมาณการสะสมของกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 6 และ 9 ในไข่ไก่ ซึ่งการสะสมของกรดไขมันในไข่ไก่นี้มาจากชนิดของวัตถุดิบอาหารที่ใช้เสริมอาหารไก่ไข่ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อชนิดของกรดไขมันที่สะสม ในไข่แดง โดยกากงาที่มีไขมันนั้นเป็นวัตถุดิบที่มีกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 เมื่อนำมาให่ไก่กินจึงส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่มีชื่อว่า linolenic acid (ALA) ในไข่ไก่ได้

4.5 การวิเคราะห์ต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงไก่ไข่อายุ 48-60 สัปดาห์

จากการทดลองทั้ง 12 สัปดาห์ (84 วัน) พบว่า ไก่ไข่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมกากงาที่มีไขมัน 10 % กินอาหารมากที่สุด ส่งผลให้มีต้นทุนค่าอาหารสูงสุด แต่ไก่ออกไข่เป็นจำนวนมากสุดเช่นกัน ในขณะที่ไก่ที่กินอาหารเสริมกากงาที่มีไขมันที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินอาหารรองลงมา แต่เนื่องจากในสูตรอาหารนี้ใช้กากงาที่มีไขมันผสมในสูตรอาหาร 15 % จึงทำให้ให้มีต้นทุนค่าอาหารถูกที่สุด และเมื่อคำนวณต้นทุนการผลิตต่อไข่ 1 ฟองแล้วพบว่าไก่ที่ได้รับอาหารเสริมกากงาที่มีไขมันที่ 15 % มีต้นทุนในการผลิตไข่ถูกที่สุด

ตารางที่ 4.12 วิเคราะห์ต้นทุนค่าอาหารต่อไข่ 1 ฟอง ในสูตรอาหารต่างๆ

ข้อมูล	ระดับงาที่มีไขมันในอาหาร(เปอร์เซ็นต์)			
	0	5	10	15
ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กิโลกรัม)	383.21	385.69	403.8	390.9
ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (บาท)	5,765.20	5,679.90	5,834.10	5,516.18
จำนวนไข่ทั้งหมด (ฟอง)	2,851	2,724	2,885	2,753
ต้นทุนค่าอาหารต่อไข่ 1 ฟอง (บาทต่อฟอง)	2.02	2.08	2.02	2.00
ปริมาณอาหารที่กิน (กิโลกรัมต่อตัวต่อ 84 วัน)	9.58	9.64	10.09	9.77

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาพบว่ากากงาขี้ม่อนเป็นวัตถุดิบที่เหลือใช้จากการผลิตน้ำมันงาขี้ม่อนซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการพบว่าปริมาณโปรตีนอยู่ 26-29 % และมีค่าพลังงานอยู่ที่ 4600-4900 Kcal ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารไก่ไข่ได้ ซึ่งเมื่อได้นำมาใช้ในการประกอบสูตรอาหารไก่ไข่ในระดับ 0 5 10 และ 15 % แล้ว พบว่าไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพในการผลิตไข่ คุณภาพของไข่ไก่ และสารอาหารอื่นๆในฟองไข่ แต่พบว่าการนำกากงาขี้ม่อนมาผสมในอาหารไก่ไข่ยังช่วยเพิ่มปริมาณกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 ในไข่ไก่อีกด้วย ซึ่งจะเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผู้บริโภคไข่ไก่ต่อไป นอกจากนี้การใช้กากงาขี้ม่อนมาเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์นั้นยังสามารถช่วยในการลดต้นทุนการผลิตไข่ไก่ต่อฟองลงอีกด้วย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ไข่ต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

กากงาขี้ม่อนสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งของวัตถุดิบอาหารสัตว์ประเภทโปรตีนทดแทนการใช้กากถั่วเหลืองซึ่งมีราคาแพง โดยจากการทดลองนี้พบว่ากากงาขี้ม่อนสามารถนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของสูตรอาหารไก่ไข่ได้ถึง 15 % โดยไม่ส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการผลิตไข่ รวมถึงสามารถผลิตไข่ไก่ที่มีกรดไขมันโอเมก้า 3 ที่เป็นประโยชน์แก่ผู้บริโภค โดยไข่โอเมก้า 3 นี้ อาจเป็นการเพิ่มมูลค่าของสินค้าเกษตรให้แก่เกษตรกรได้อีกด้วย ทั้งนี้ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการหาปริมาณสูงสุดของกากงาขี้ม่อนที่จะนำมาเสริมในอาหารไก่ไข่เพื่อลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ลง นอกจากนี้ยังไม่พบการนำกากงาขี้ม่อนไปใช้ในสูตรอาหารสัตว์ปีกชนิดอื่น จึงควรมีการศึกษาถึงการนำกากงาขี้ม่อนไปใช้ในอาหารไก่เนื้อ และอาหารเป็ดไข่ เพื่อจะได้ช่วยในการลดต้นทุนการผลิตให้แก่เกษตรกร และผลิตไข่เป็ดที่มีกรดไขมันที่ดีจำเป็นให้แก่ผู้บริโภคต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กาญจนา บันสิทธิ์และธีระพล บันสิทธิ์. 2557. คุณค่าของกากงาดำดิบ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี: 49-50.
- คมสัน หุตะแพทย์และกำพล กาหลง. 2554. การบีบน้ำมันงาไว้ใช้เองในครัวเรือน. ออนไลน์ เข้าถึงได้จาก <https://www.facebook.com/FoodandHealthforyou/posts/862082027174144>.
- 5 มิถุนายน 2560
- งาชี้ม่อน น้ำมันงาชี้ม่อน เวียงฝาง. 2561. เครื่องจักรสกัดน้ำมัน. ออนไลน์ เข้าถึงได้จาก <https://www.facebook.com/photo/?fbid=957526914392972&set=a.940427272769603>.
- 10 มกราคม 2561
- ไชยชน ศรีเกตุ, สาโรจน์ รอดคื่น และ ธนิษฐ์นันท์ บุญศรีชนะ. 2560. ผลของกากงาชี้ม่อนผงต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและความคงตัวต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันของหมุยอระหวางการเก็บรักษา. วารสารเกษตรพระวรุณ. 14 (2): 178-193.
- ฐานข้อมูลพันธุกรรมพืชสวน. 2557. งาชี้ม่อน. แหล่งที่มา: <http://hort.ezathai.org/?p=3983>, 5 มิถุนายน 2560
- ณัฐมล จินดาพรรณ. 2550. องค์ประกอบและสมบัติในการทำหน้าที่ของไข่แดง. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 3(1): 14-21
- ณัฐมา เณลิสมแสน, บุญชู นาวานุเคราะห์, ธวัชรัตน์ จาริ, สมเพชร สุริยวงษ์, สุชาดา พูลเกตุ และ สุทธมาศ ผล. 2557. การประมาณคุณค่าทางโภชนาการของใบมะรุ้มเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสำหรับไก่กระทุง. วารสารวิชาการและวิจัยมทร.พระนคร(ฉบับพิเศษ): 42-47
- ธิดาเดือน อุตยานะ, บรรณารักร. 2560. งาชี้ม่อนพืชจักรยะแห่งล้านนา. ฎากามยาวนิวส์. ปีที่ 13 ฉบับเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน 2560.
- นิรนาม. 2559. เครื่องจักรสกัดน้ำมันจากงาชี้ม่อนในครัวเรือน. ออนไลน์ เข้าถึงได้จาก https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=42328194006473&id=102201
- 10 กันยายน 2559
- นภัสสร มนทา, วินัย โยธินศิริกุล, กิตติพงษ์ ทิพยะ, ครรชิต ชมพูพันธ์, Christian Lambert และ สัญชัย จตุรสิทธา. 2560. งาชี้ม่อน: ทางเลือกอาหารสัตว์เพื่อเพิ่มปริมาณกรดไขมันโอเมกาสามในเนื้อสัตว์และไข่สำหรับเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ. วารสารเกษตร 33(3) : 463-473
- นภัสสร มนทา, วินัย โยธินศิริกุล, กิตติพงษ์ ทิพยะ, และสัญชัย จตุรสิทธา. 2018. ผลของระดับกากงาชี้ม่อนในอาหารสุกรระยะขุนต่อค่าการย่อยได้ปรากฏในสุกรขุน. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. 35 (พิเศษ 2): 89-97.
- บ้านมะยมงาสุขภาพ. 2559. การสกัดงาชี้ม่อนในจ.แม่ฮ่องสอน. ออนไลน์ เข้าถึงได้จาก https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=727338194006473&id=100001908975333. 10 กันยายน 2559

- ปฏิพัทธ์ อุดมสมุทรหิรัญ, มณฑกานต์ กันแก้ว และ อิศรา มหาวงศ์. 2560. เอกสารวิชาการเรื่องที่ 1 ผลการเสริมกากงาหม่อนในอาหารไก่เล็กฮอร์นต่อคุณค่าทางโภชนาและสมรรถภาพการผลิตไข่. ออนไลน์ เข้าถึงเมื่อ 20 มกราคม 2561. เว็บไซต์กองงานพระราชดำริและกิจการพิเศษ <http://royal.dld.go.th/webnew/images/Suppachai3372/patipat-dansai1.pdf>.
- พันทิพา (ชุดิมา) พงษ์เพียจันทร์. 2538. หลักการอาหารสัตว์: หลักโภชนศาสตร์และการประยุกต์. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพมหานคร.
- มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี, อดิญา ปานทอง, จารุวรรณ ฐปัทม์, ธนิษฐา โมราชวงศ์, ทับทิมทิพย์ อินกอง, ชลธิชา ดวงดี, อิศรพงษ์ เผือกเงิน, และ วรางคณา กิจพิพิธ. 2561 ก. ผลของการเสริมเมล็ดงาหม่อนในอาหารของไก่ไข่ (ระยะท้าย) ต่อการย่อยได้ของโภชนา สมรรถนะการผลิต คุณภาพไข่ คอเลสเตอรอลและการสะสมของกรดไขมันโอเมก้าในไข่ไก่. *Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University*. 5 (2): 46-64.
- มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี, อดิญา ปานทอง, มารีษา นาวา, สิทธิชัย บรรลือ, ศิลป์ชัย วชิรอมรเลิศ. วีรชัย ชุมแสงโชติสกุล, สาโรจน์ เจียวยี่, และ วรางคณา กิจพิพิธ. 2561ข. ผลการเสริมกากงาหม่อน (*Perilla frutescens*) สกัดน้ำมันในอาหารไก่ไข่ (ระยะท้าย) ต่อสมรรถภาพการผลิตคุณภาพของไข่ไก่ และการสะสมกรดไขมันในไข่แดง. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*. 20 (3): 50-63.
- ไมตรี สุทธจิตต์, จักรกฤษณ์ คณารีย์, พยุงศักดิ์ ตันติไพบูลย์วงศ์, คมศักดิ์ พิริยะ. 2558. กรดไขมันโอเมก้า-3, โอเมก้า-6 และสารอาหารของเมล็ดงาหม่อนในภาคเหนือของประเทศไทย. *วารสารนเรศวรพะเยา*. 8 (2): 80-85.
- วิมล แสนท้าว, กมลพร ชมภูพันธ์, ภรณีภา โพธิ์ศิริ และ ดาวรุ่ง ศิลาอ่อน. 2556. ผลของการใช้กากถั่วเหลืองหมักในสูตรอาหารต่อประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนาในไก่เนื้อ. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*. 44 : 1 (พิเศษ) : 287-290.
- สาโรจน์ รอดคีน, โชนัน ศรีเกตุ และ ชูทวีป ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา. 2561. สมบัติทางเคมีและชีวเคมีของกากงาหม่อนสกัดน้ำมัน. *วารสารเกษตรพระวรุณ*. 15 (1) : 178-193.
- สิรภัทร บุญปิ่น, ต่อณา ผุสดี, นริศ ยิ้มแย้ม, กรวรรณ ศรีงาม, เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม และ ศันสนีย์ จำจด. 2558. การประเมินลักษณะประชากรงาหม่อนพื้นเมืองจากภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย. *แก่นเกษตร* 43 (2): 285-296.
- อรรณ ชินราศรี. 2547. เทคโนโลยีการผลิตสัตว์ปีก. หจก. อภิชิตการพิมพ์, มหาสารคาม.
- Anonymous, 2018. Nutrient requirements of egg laying chickens. Poultry Hup. <http://www.poultryhub.org/nutrition/nutrient-requirements/nutrient-requirements-of-egg-laying-chickens/> Available Online : 20 April 2018.
- AOAC. (2005) Official Methods of Analysis. 18th edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.

- Longvah, T. and Deosthale, Y.G. 1991. Chemical and nutritional studies on hanshi (*Perilla frutescens*), a traditional oilseed from northeast india. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 68: 781-784.
- Nallea, C. L., V. Ravindran and G. Ravindran. 2012. Nutritional value of white lupins (*Lupinus albus*) for broilers: apparent metabolisable energy, apparent ileal amino acid digestibility and production performance. *Animal*. 6 (4): 579–585
- Peiretti, P.G. 2011. Fatty Acid Content and Chemical Composition of Vegetative Parts of *Perilla* (*Perilla frutescens* L.) after Different Growth Lengths. *Research Journal of Medicinal Plant*. 5(1). 72-78.
- Saito, K., M. Nomura and J. Kimura. 2002. Effect of Feeding *Perilla* Oil, Meal and Leaves on Fatty Acid Contents in Egg Yolk. *Nikon Chikusan Gakkaiho*. 73(1) : 39-48
- SAS (1990) SAS User's Guide: Statistics. Version 5 Edition, SAS Institute Inc., Cary.
- Short, F. J., Gorton, P., Wiseman, J. and Boorman, K. N. (1996). Determination of titanium dioxide added as an inert marker in chicken digestibility studies. *Animal feed science and technology*, **59**: 215-221.
- Siriamornpun, S., D. Li, L. Yang, S. Suttajit and M. Suttajit. 2006. Variation of Lipid and Fatty Acid Compositions in Thai *Perilla* Seeds Grown at Difference Location . Songklanakharin J. Science and Technology. 28 (Suppl.1): 17-21
- Zekonis, G., J. Zekonis, R. Sadzeviciene, G. Simoniene, E. Kevelaitis. 2008. Effect of *Perilla frutescens* aqueous extract on free radical production by human neutrophil leukocytes. *Medicina (Kaunas)*, 44(9): 699-705

ภาคผนวก



ภาพผนวกที่ 1 การศึกษาค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้



ภาพผนวกที่ 2 ไม้กินอาหาร semi purified diet ผสมกากงาขี้ม่อน



ภาพผนวกที่ 3 การเก็บมูลไก่เพื่อไปหาพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้และค่าการย่อยได้



ภาพผนวกที่ 4 กรงทดลอง



ภาพผนวกที่ 5 การผสมอาหาร



ภาพผนวกที่ 6 การเก็บผลการทดลอง



ภาพผนวกที่ 7 การเก็บไข่



ภาพผนวกที่ 8 การเก็บข้อมูลน้ำหนักไข่



ภาพผนวกที่ 9 การวัดคุณภาพของไข่ด้วย
เครื่อง egg multi tester



ภาพผนวกที่ 10 การวิเคราะห์สีของไข่แดง
และคุณภาพของไข่