การใช้กากลินซีดเป็นแหล่งโปรตีนและพลังงานในอาหารไก่เนื้อ

The Use of Linseed Meal as a Protein and Energy Sources in Broiler Diets

ฐิติมา ทรงคุณ[1], สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์[1] และบุญล้อม ชีวะอิสระกุล[1]

Thitima Songkun[1], Suchon Tangtaweewipat [1] and Boonlom Cheva-Isarakul [1]

บทคัดย่อ

จากการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ (Metabolizable energy, ME) ของกากลินซีดในไก่เนื้อ พบว่ามีวัตถุแห้ง (DM) 93.1% ส่วนโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และ NFE มีค่าเท่ากับ 26.3, 26.7, 10.6, 5.5 และ 31.8% DM ตามลำดับ และ ME ปรากฏ (AME) มีค่าเท่ากับ 4.17 kcal/g DM ในขณะที่ ME แท้จริง (TME) มีค่า 4.61 kcal/g DM เมื่อนำไปใช้เลี้ยงไก่เนื้อแบบคละเพศ อายุ 7 วัน จำนวน 800 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มได้รับอาหารที่มีกากลินซีดระดับ 0, 10, 15 และ 20% เป็นเวลา 49 วัน ผลปรากฏว่า น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราแลกน้ำหนักด้อยลงตามระดับการเพิ่มขึ้นของกากลินซีด แต่ปริมาณอาหารที่กินและอัตราการตายให้ผลไม่ต่างกัน สำหรับผลด้านเปอร์เซนต์ซาก และสัดส่วนของเครื่องในรวม ตับ หัวใจ กึ๋น เนื้อน่อง และเนื้อหน้าอกของทุกกลุ่มให้ผลไม่ต่างกัน ยกเว้น GI tract มีขนาดใหญ่ขึ้น ในขณะที่ไขมันในช่องท้องกับส่วนที่หุ้มอวัยวะภายในมีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเพิ่มระดับใช้กากลินซีดในอาหาร ไก่เพศผู้มีสัดส่วนไขมันในช่องท้องฯ และเนื้อหน้าอกน้อยกว่า แต่มีสัดส่วนของเนื้อน่องมากกว่าไก่เพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้การใช้กากลินซีดยังทำให้มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนชนิดโอเมก้า - 3 ในเนื้อหน้าอกและเนื้อน่องสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญอีกด้วย (3.84 - 8.25 vs. 2.18% และ 6.0 - 9.6 vs. 0.9%, ตามลำดับ)

คำสำคัญ : กากลินซีด, ไก่เนื้อ, กรดไขมันโอเมก้า – 3, คุณค่าทางโภชนะ, พลังงานใช้ประโยชน์, สมรรถภาพการผลิต

ABSTRACT

The nutrient composition of linseed meal used in this experiment contained 93.1% dry matter (DM) while crude protein, ether extract, crude fiber, ash and nitrogen free extract content were 26.3, 26.7, 10.6, 5.5 and 31.8% of DM respectivety. Apparent ME (AME) content was 4.17 kcal/g DM while true ME (TME) content was 4.61 kcal/g DM. A total of 800 heads of 7 days old mixed sex Arbor Acre broilers were allotted into 4 dietary groups. Linseed meal was supplemented to the rations at 0, 10, 15 and 20%. It was found that weight gain and feed conversion ratio decreased significantly with the increasing level of linseed meal in the diets. Feed consumption and mortality rate of all groups expressed no significant difference. Carcass percentage, weight of visceral organs, liver, heart, gizzard, drumstrick and breast meat of all groups had no significant difference except gastrointestinal tract (GI tract) found larger when supplemented with linseed meal. Male broilers had less abdominal plus visceral fat and smaller breast meat but larger drumstick meat than the female. In addition the group fed linseed meal had significantly higher omega – 3 fatty acids in breast and drumstick meat as compared to the control (3.84–8.25 vs. 2.18% and 6.0–9.6 vs. 0.9%, respectively)

---

[1] ภาควิชาสัตวศาตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200. โทร (053) 944069-73 ต่อ 134 หรือ 117

Department of Animal science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai university 50200 Tel. (053) 944069-73 ext 134 or 117

Key word : Linseed meal, Broiler, Omega – 3 fatty acid, nutritive value, Metabolizable energy, Production performance

E-mail address: thitima_cmu@hotmail.com

คำนำ

แหล่งโปรตีนที่ใช้ในอาหารสัตว์ ปัจจุบันส่วนใหญ่มาจากพืชตระกูลถั่ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งกากถั่วเหลือง ซึ่งประเทศไทยยังผลิตได้ไม่เพียงพอ ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ โดยในปี 2547 มีการนำถึง 42 ตัน รวมเป็นมูลค่า 0.68 ล้านบาท ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากปี 2546 ถึง 12.1% ส่งผลให้ราคาที่จำหน่ายในประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง กล่าวคือ เพิ่มจากกิโลกรัมละ 12-13 บาท เป็น 17 บาท หรือเท่ากับเพิ่มขึ้น 30-40% (กรมปศุสัตว์, 2547) ดังนั้นจึงมีผู้พยายามแสวงหาวัตถุดิบแหล่งโปรตีนชนิดอื่นมาใช้ทดแทนกากถั่วเหลือง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการเกษตรจะช่วยทำให้ลดต้นทุนการผลิตได้อย่างมาก

ต้นลินซีด (linseed) หรือแฟกซ์ (flax) เป็นพืชเขตอบอุ่นชนิดหนึ่งที่มูลนิธิโครงการหลวง จ. เชียงใหม่ ได้นำมาปลูกในประเทศไทย เพื่อใช้ประโยชน์จากเปลือกไปทำผ้าลินิน จึงมีเมล็ดเหลือจากการใช้ประโยชน์ หากนำเมล็ดไปผ่านการสกัดน้ำมันออก จะเหลือกากซึ่งมีโปรตีนค่อนข้างสูงอาจใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ จุดเด่นของน้ำมันลินซีด คือ อุดมไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนประเภท โอเมก้า – 3 ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น เพิ่มภูมิคุ้มกันของร่างกาย ช่วยลดคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในกระแสเลือด (Bruneton, 1995) ส่วนกากมีโปรตีนระหว่าง 26-33% DM มีเยื่อใยประมาณ 10% ในขณะที่มีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2.7 kcal/g นอกจากนี้ยังพบว่ามีค่าการย่อยได้ 60-70% รวมทั้งมีกรดอะมิโนที่จำเป็นสูงพอๆ กับกากถั่วเหลือง ยกเว้น ไลซีนมีเพียงครึ่งหนึ่งของกากถั่วเหลือง (Ellsworth, 2003) แต่กากลินซีดมีสารพิษพวก cyanogenic glycosides ซึ่งมีผลยับยั้งการออกซิเดชันของออกซิเจนในระบบขนถ่ายอิเลคตรอน รวมทั้งยังมีกรดไฟติกซึ่งขัดขวางการดูดซึมแร่ธาตุบางชนิดที่จำเป็นต่อร่างกาย และมี antipyridoxine factor ซึ่งทำให้เกิดภาวะการขาดไพริดอกซิน หรือวิตามินบี 6 (นิธิยาและวิบูลย์, 2543) แต่สามารถลดสารพิษได้โดยนำกากลินซีดมาแช่น้ำ Allen *et al.* (2000) ได้นำกากลินซีดมาทดลองเลี้ยงไก่เนื้อที่ระดับ 0, 2, 5 และ 10% หรือเทียบเท่ากับมีปริมาณโอเมก้า – 3 ในอาหารปริมาณ 0, 0.45, 1.11 และ 2.22 % ตามลำดับ โดยใน 17 วันแรกเลี้ยงไก่ปกติไม่มีการฉีดเชื้อบิด แต่หลังจากนั้น (วันที่ 18 ของการทดลอง) ทำการฉีดเชื้อบิด *(Eimeria tenella)* ให้กับไก่จำนวนครึ่งหนึ่งของทุกกลุ่มโดยให้ปริมาณตัวละ 25,000 sporulated oocysts พบว่าใน 17 วันแรกไก่ทุกกลุ่มมีสมรรถภาพการผลิตไม่แตกต่างกัน และเมื่อไก่มีอายุ 21 วัน ก็ให้ผลไม่แตกต่างกันไม่ว่าจะให้หรือไม่ให้เชื้อบิดก็ตาม ทั้งนี้รวมถึงผลวิการของโรคบิดด้วย Ajuyah *et al.* (1993) ใช้ลินซีดทั้งเมล็ดในอาหารไก่เนื้อ พบว่า การใช้ที่ระดับ 10% มีผลทำให้น้ำหนักมีชีวิตและน้ำหนักซากสูงกว่ากลุ่มควบคุม และเมื่อใช้ที่ระดับ 20% มีปริมาณ linolenic acid , EPA และ total ω - 3 ในเนื้อหน้าอก และสะโพกสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณ DHA มีค่าไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ดีข้อมูลการใช้กากลินซีดเป็นอาหารสัตว์ยังไม่มีรายงานในประเทศไทย งานทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาคุณค่าทางอาหาร ปริมาณพลังงาน รวมทั้งผลการใช้กากลินซีดในอาหารไก่เนื้อที่มีต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซาก

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การหาองค์ประกอบทางเคมีและ ME

นำกากลินซีดมาบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. เพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis ; AOAC. 1995) ส่วน ME ของกากลินซีด ได้ศึกษาในไก่ไข่เพศผู้โตเต็มที่จำนวน 4 ตัวนำมาเลี้ยงใน

metabolic cage ที่มีถาดรองรับมูลใต้กรง ให้ไก่ได้รับกากลินซีดโดยวิธีกรอกปาก (force feeding) ซึ่งดัดแปลงจาก Sibbald (1977a;b) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ช่วงๆละ 9 วัน โดยใน 7 วันแรก ให้ไก่ทุกตัวได้รับอาหารแบบเต็มที่ หลังจากนั้นทำการอดอาหาร 24 ชั่วโมง เพื่อให้ถ่ายมูลเก่าออกให้หมด แบ่งไก่ออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรก ให้ได้รับกากลินซีด ตัวละ 30 ก. ส่วนอีกกลุ่มอดอาหารต่อไปอีก 24 ชั่วโมง ในช่วง 24 ชั่วโมงหลังนี้ทำการเก็บและบันทึกน้ำหนักมูลจากไก่ทุกตัว นำมาอบที่อุณหภูมิ 60°ซ แล้ววิเคราะห์ค่าพลังงานโดยใช้เครื่อง Balistic bomb colorimeter ทำขึ้นเช่นนี้อีก 1 รอบ โดยสลับไก่ตัวที่อดอาหารให้ได้รับกากลินซีด และตัวที่ได้รับกากลินซีดให้อดอาหาร ค่าพลังงานมูลที่ถ่ายออกมาจากไก่พวกที่อดอาหาร ถือว่าเป็นส่วนที่มาจากร่างกาย (endogenous energy) ต้องนำมาหักลบจากค่าพลังงานในมูลทั้งหมดในการคำนวณหาค่า ME แท้จริง (TME) แต่ถ้าไม่หักค่านี้ออกจะได้เป็น ME ปรากฏ (AME) ดังสูตร

$$\text{AME (kcal/g DM)} = \frac{(GE_i \times F_i) - (GE_f \times E_f)}{F_i}$$

$$\text{TME (kcal/g DM)} = \frac{(GE_i \times F_i) - [(GE_f \times E_f) - (GE_r \times E_r)]}{F_i}$$

เมื่อ GE_i = พลังงานรวม (kcal/g DM) ของกากลินซีดที่ให้ไก่กิน

GE_f และ GE_r = พลังงานรวม (kcal/g DM) ของมูลไก่ตัวที่ได้รับกากลินซีดและตัวที่อดอาหารตามลำดับ

F_i = ปริมาณกากลินซีด (g DM) ที่ใช้กรอกปากไก่

E_f และ E_r = ปริมาณมูลไก่ (g DM) ตัวที่ได้รับกากลินซีดและตัวที่อดอาหารตามลำดับ

การใช้เป็นอาหารในไก่เนื้อ

ใช้ไก่เนื้อพันธุ์อาร์เบอร์เอเคอร์ แบบคละเพศ อายุ 1 วัน จำนวน 800 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มๆละ 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำเลี้ยงในคอกแบบปล่อยพื้นขนาด 6.6 ตารางเมตร ให้ไก่ทุกตัวได้กินน้ำและอาหารอย่างเต็มที่ โดยในช่วงสัปดาห์แรกเป็นอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดที่ขายเป็นการค้ามีโปรตีน 21% เหมือนกันหมด จากนั้นให้ได้รับอาหารทดลองผสมเองแบบผง ที่มีส่วนผสมของกากลินซีด 0, 10, 15 และ 20% ของสูตรอาหาร หรือเทียบเท่ากับแทนที่กากถั่วเหลืองระดับ 0, 19, 28 และ 38% ; 0, 24, 38 และ 49% และ 0, 36, 49 และ 61% ในช่วงไก่อายุ 2 - 3, 4 - 6 และ 7 สัปดาห์ ตามลำดับ โดยในแต่ละช่วงอายุดังกล่าวกำหนดให้อาหารทุกสูตรมีโปรตีนเท่ากับ 21, 19 และ 17% และ ME เท่ากับ 3.2 kcal/g เหมือนกันทุกช่วงอายุ ส่วนผสมและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลองทั้ง 3 ระยะ แสดงไว้ในตารางที่ 1

ทำการบันทึกน้ำหนักตัว และปริมาณอาหารที่กินที่อายุ 3, 6 และ 7 สัปดาห์ ส่วนอัตราการตายบันทึกทุกครั้งที่มีไก่ตาย เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (วันที่ 49) สุ่มไก่เพศละ 2 ตัว/ซ้ำ เพื่อฆ่าแบบตัดเส้นเลือดดำที่คอ บันทึกคุณภาพซากและทำการวิเคราะห์ความเข้มข้นของกรดไขมันในเนื้อส่วนน่องและหน้าอก โดยการสกัดด้วย Chloroform:methanol (2:1) ตามวิธีการของ Folch *et al*. (1957) แล้วนำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์หาสัดส่วนของกรดไขมันโดยใช้เครื่อง Gas Chromatography (Shimadzu; GC-14 B)

ข้อมูลที่บันทึกได้ด้านสมรรถภาพการผลิต นำไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance) ด้วยแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design) ส่วนผลด้านคุณภาพซาก และปริมาณกรดไขมันในเนื้อ วิเคราะห์ด้วยวิธี Randomized complete block design โดยใช้เพศเป็น block ส่วนการหาลำดับความแตกต่างระหว่างกลุ่มใช้วิธี Duncan's new mutiple range test (Steel and Torrie, 1984)

Table 1. Feed formulation and chemical composition of broiler diets for 2-3, 4-6 and 7 weeks of age.

Age of birds (w)	2-3				4-6				7			
LSM in the diet (%)	0	10	15	20	0	10	15	20	0	10	15	20
LSM subst. SBM (%)	0	19	28	38	0	24	38	49	0	36	49	61
Ingredients:												
Yellow corn	52.6	50.4	49.1	48.0	55.9	52.9	52.3	50.5	63.9	61.5	59.3	56.1
Rice bran	4.0	4.0	4.0	4.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
SBM (44% CP)	28.9	23.3	20.6	17.8	21.3	16.2	13.1	10.9	15.2	9.7	7.8	5.9
LSM	-	10.0	15.0	20.0	-	10.0	15.0	20.0	-	10.0	15.0	20.0
Rice bran oil	5.8	3.6	2.5	1.4	4.5	2.6	1.3	0.3	3.0	0.9	-	-
DCP (18%P)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3
DL- Met	0.2	0.2	0.2	0.2	0.10	0.1	0.1	0.1	0.03	0.02	0.02	0.02
L- Lys	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2
Oyster shell	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Others[1/]	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
Total	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*
Calculated chemical composition (% air dry basis)												
CP	21.0	21.0	21.0	21.0	19.0	19.0	19.0	19.0	17.0	17.0	17.0	17.0
ME (kcal/g)	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
CF	3.9	4.4	4.7	4.9	4.2	4.8	5.1	5.4	4.0	4.5	4.8	5.1
EE	9.1	9.1	9.1	9.1	8.5	8.5	8.5	8.5	7.2	7.2	7.2	7.2
Ca	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8
P, available	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Met	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
Lys	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9
Feed price (Bt/kg)[3/]	9.4	9.1	8.9	8.8	8.8	8.6	8.4	8.3	8.2	8.0	8.0	7.7

LSM = Linseed meal, SBM = soybean meal, DCP = dicalcium phosphate

[1/] Others (% in all diets) : fish meal 6.0, salt 0.2, premix 0.3[2/]

[2/] g/kg diet (except as noted): Vitamins; A 1.2 MIU, D_3 0.2 MIU, E 1.2, K_3 0.15, B_1 0.15, B_2 0.4, B_6 0.2, B_{12} 0.0015, Biotin 0.003, Pantothenic 1.0, Folic acid 0.05, Niacin 6.0, Choline-Chloride 15.0 : Minerals; Fe 3.0, Cu 0.6, Mn 6.0, Zn 6.0, I 0.04, Se 0.085 : Preservative 0.625 and feed supplement 2.5.

[3/] Ingredient price (Bt/kg) : Yellow corn= 5.80, Rice bran = 5.90, SBM = 11.70, Fish meal = 27.30, Linseed meal = 8.20, Rice bran oil = 24.30, DCP = 12.50, DL- Met = 101.00 , L-Lys = 74.00, Oyster shell = 1.15, Salt = 3.50, Premix = 85.00

ผลการทดลองและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีและค่าพลังงานใช้ประโยชน์ (ME) ของกากลินซีด

องค์ประกอบทางเคมีของกากลินซีดที่ศึกษาในครั้งนี้ (ตารางที่ 2) มีโปรตีนเป็นครึ่งหนึ่งของกากถั่วเหลือง (26.3 vs. 49.4% DM) ในขณะที่เยื่อใยมีมากกว่าเล็กน้อย ส่วนไขมันมีสูงกว่าหลายเท่าตัว (26.7 vs. 0.9% DM) เพราะเป็นกากที่ได้จากการอัดน้ำมันโดยโรงงานขนาดเล็กด้วยใช้การบีบอัด (screw press) จึงมีน้ำมันเหลืออยู่ในกากมากกว่า

Table 2. Chemical composition and ME of linseed meal compared with soybean meal

	Linseed meal	Soybean meal[1/]		Linseed meal	Soybean meal[1/]
Chemical composition (% DM)			*ME*		
DM	100.0	89.0	- AME (kcal/g AD)	3.91	2.23
CP	26.3	49.4	(kcal/g DM)	4.17	2.50
EE	26.7	0.9	- TME (kcal/g AD)	4.33	n.a.
CF	10.6	7.9	(kcal/g DM)	4.61	n.a.
Ash	5.5	n.a.			
NFE	31.8				

n.a = no data available, AD = air dry, DM = dry matter. [1/] NRC (1994)

ค่า ME แท้จริงที่ได้จากการให้ไก่ได้รับกากลินซีดล้วนๆ (30 ก.) ด้วยวิธีกรอกทางปาก ปรากฏว่า มีค่าสูงกว่าค่า ME ปรากฏ (4.61 vs. 4.17 kcal/g DM) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานอื่นๆ เพราะ ME แท้จริงได้หักส่วนของพลังงานในมูลที่ไม่ได้มาจากอาหาร (endogenous energy) ออกแล้ว อย่างไรก็ดีพบว่า ค่า ME ของกากลินซีดที่ใช้ศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่ากากถั่วเหลืองถึง 1.67 kcal/g DM (4.61 vs. 2.50 kcal/g DM, ตามลำดับ) เนื่องจากมีไขมันซึ่งเป็นแหล่งพลังงานเหลืออยู่ในระดับสูงดังได้กล่าวมาแล้ว

สมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ

น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราแลกน้ำหนักของไก่เนื้อด้อยลงอย่างมีนัยสำคัญตามระดับการเพิ่มขึ้นของกากลินซีดในอาหาร (ตารางที่3) ทั้งนี้อาจมีสาเหตุเนื่องจากกากลินซีดมีสารพิษพวก cyanogenic glycosides ซึ่งมีผลยับยั้งการออกซิเดชันของออกซิเจนในระบบขนถ่ายอิเลคตรอน รวมทั้งยังมี phytic acid ไปลดการดูดซึมของแร่ธาตุบางชนิดที่จำเป็นต่อร่างกาย รวมทั้งมี antipyridoxine factor ซึ่งทำให้เกิดภาวะการขาดไพริดอกซิน (นิธิยาและวิบูลย์, 2543) ส่วนอัตราการตาย พบว่า แนวโน้มลดลงเมื่อใช้กากลินซีดในสูตรอาหาร โดยการใช้ที่ระดับ 20% มีอัตราการตายน้อยที่สุด โดยอัตราการตายนี้ให้ผลไม่แตกต่างกัน และยังไม่พบความผิดปกติใดๆ สันนิษฐานว่าไก่ตายเนื่องจากอากาศร้อน และภาวะเครียดจากความชื้น เพราะเป็นช่วงปลายฤดูร้อน – ต้นฤดูฝน (พฤษภาคม – กรกฎาคม) ซึ่งมีอุณหภูมิค่อนข้างผันแปรมาก โดยเฉพาะในช่วงท้ายของการทดลอง จึงเป็นเหตุให้ไก่ในกลุ่มควบคุมซึ่งมีขนาดตัวโตจึงมีอัตราการตายมากกว่ากลุ่มอื่น สำหรับปริมาณอาหารที่กิน พบว่า ทุกกลุ่มไม่ต่างกัน แต่ละกลุ่มที่ได้รับกากลินซีดมีแนวโน้มกินอาหารมากกว่าในขณะที่มีการเจริญเติบโตต่ำกว่าจึงมีอัตราแลกน้ำหนักเลวกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อพิจารณาต้นทุนค่าอาหาร โดยกำหนดให้กากลินซีดมีราคาเป็น 70% ของกากถั่วเหลือง (8.20 vs. 11.70 บาท/กก, ตารางที่1) ปรากฏว่าการเสริมกากลินซีดช่วยลดต้นทุนค่าอาหารลงได้ เนื่องจากสูตรอาหารที่ใช้กากลินซีดมีราคาต่ำกว่ากลุ่มควบคุม อย่างไรก็ดีกลุ่มที่ใช้กากลินซีดระดับ 15% มีราคาสูงกว่าทั้งนี้เพราะ ไก่กินอาหารมากกว่าแต่มีการเพิ่มน้ำหนักน้อยกว่านั่นเอง (ตารางที่ 3)

Table 3. production performance of broilers fed diets containing linseed meal during 2-7 week of age.[1/]

Linseed meal in diet (%)	0	10	15	20	S.E.M.
BW gain (kg)	2.02[a]	1.88[b]	1.82[bc]	1.73[c]	0.04
Feed intake (kg)	4.48	4.57	4.83	4.63	0.13
FCR	2.21[a]	2.43[b]	2.65[c]	2.68[c]	0.08
Mortality rate (%)	11.38	9.48	8.00	6.50	3.43
Cost of production (Baht/kg)	39.57	39.12	40.67	38.32	-

[abc] Values within a row with no common superscript are significant different (P<0.05).

[1/] In the first week, BW gain and feed intake were 153 and 189 g/bird, respectively.

ผลด้านคุณภาพซาก (ตารางที่4) ปรากฏว่า เปอร์เซนต์ซาก ตับ หัวใจ กึ๋น เนื้อน่อง และเนื้อหน้าอกให้ผลไม่ต่างกันทั้งที่ใช้และไม่ใช้กากลินซีด ในขณะที่ทางเดินอาหารมีขนาดใหญ่ขึ้น (8.20 – 9.11 vs. 7.06% BW) แต่ไขมันในช่องท้องฯ กลับมีสัดส่วนน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (1.45 – 16.9 vs. 2.30% BW) นอกจากนี้ยังพบว่า ไก่เพศผู้มีสัดส่วนไขมันช่องท้องน้อยกว่าแต่มีสัดส่วนของเนื้อน่องมากกว่าไก่เพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ ผลนี้สอดคล้องกับรายงานของนิคมและคณะ (2546) ที่ศึกษาในไก่เนื้อ โดยระบุว่าเป็นอิทธิพลจากฮอร์โมนเพศเมียและลักษณะทางสรีรวิทยาของไก่เพศผู้ที่มีอัตราการเจริญเติบโตและขนาดตัวใหญ่กว่า จึงมีสัดส่วนเนื้อน่องติดกระดูกมากกว่านั่นเอง

Table 4. Carcass quality of 7- week old broilers fed diets containing linseed meal during 2-7 weeks of age.

Linseed meal in diet (%)	0	10	15	20	Male	Female
Dressing percentage	81.37	80.58	80.79	79.87	80.63	80.67
Visceral organ (% BW)						
- Liver	2.24	2.35	2.27	2.09	2.22	2.25
- Heart	0.38	0.38	0.41	0.44	0.41	0.40
- Gastrointestinal tract	7.06^{a}	8.75^{bc}	8.20^{c}	9.11^{bd}	8.40	8.16
- Gizzard	1.27^{a}	1.27^{a}	1.25^{a}	1.49^{b}	1.32^{y}	1.31^{x}
- Abdominal plus visceral fat	2.30^{a}	1.69^{b}	1.67^{b}	1.45^{b}	1.46^{x}	2.09^{y}
Breast meat (% BW)	14.92	14.68	14.20	14.34	14.25	14.82
Drumstick meat (% BW)	10.78	10.72	11.21	10.83	11.18^{y}	10.59^{x}

$^{xy, abc}$ Values within a row with no common superscript are significant different (P<0.05).

Table 5 Fatty acid profiles in breast meat of 7- week old broilers fed diets containing linseed meal during 2-7 weeks.

Level of linseed meal in diet (%)	0	10	15	20	S.E.M
	← *(% total fat)* →				
C16:0	30.88	33.46	29.07	32.75	0.60
C16:1	2.85	2.49	2.79	2.12	0.21
C18:0	9.63^{b}	12.44^{a}	9.44^{b}	11.59^{ab}	0.38
C18:1 (n - 9)	31.77	28.88	31.00	27.12	0.58
C18:2 (n - 6)	19.95	16.86	18.56	17.50	0.49
C18:3 (n - 3)	2.14^{b}	3.87^{b}	7.56^{a}	8.25^{a}	0.36
C20:4 (n - 6)	2.78	1.87	1.57	2.78	0.18
SFA	40.51^{bc}	45.90^{a}	38.51^{c}	44.34^{ab}	0.82
UFA	59.49^{ab}	54.10^{c}	61.48^{a}	55.66^{bc}	0.82
MUFA	34.63	31.49	33.79	29.24	0.68
PUFA	24.86	22.61	27.69	26.42	0.69
UFA/SFA	1.49^{ab}	1.20^{c}	1.61^{a}	1.27^{bc}	0.01
Total n - 6	22.73	18.73	20.13	20.27	0.55
Total n - 3	2.14^{b}	3.87^{b}	7.56^{a}	8.25^{a}	0.36
n – 6/ n - 3	17.64	4.90	2.70	3.42	1.96
	← *(mg/100g meat)* →				
C16:0	139.87	111.67	137.88	168.60	12.19
C16:1	17.16	9.55	16.90	12.64	1.99
C18:0	49.66^{ab}	50.42^{ab}	37.12^{b}	70.48^{a}	4.03
C18:1 (n - 9)	114.53	74.98	115.32	108.26	9.95
C18:2 (n - 6)	58.14	36.09	56.97	48.53	4.09
C18:3 (n - 3)	18.08^{b}	18.12^{b}	51.95^{a}	45.83^{a}	4.43
C20:4 (n - 6)	48.07^{a}	20.91^{c}	25.58^{bc}	36.9^{b}	2.36
SFA	189.53	162.09	175.00	239.09	15.34
UFA	244.87	159.66	266.72	273.33	19.21
MUFA	131.69	84.53	132.22	120.90	10.89
PUFA	113.18^{ab}	75.13^{b}	134.50^{a}	152.43^{a}	9.19
UFA/SFA	1.28^{ab}	1.02^{c}	1.51^{a}	1.18^{bc}	0.04
Total n - 6	95.10^{a}	57.01^{b}	82.55^{ab}	106.60^{a}	5.59
Total n - 3	18.08^{b}	18.12^{b}	51.95^{a}	45.83^{a}	4.43
n – 6/ n - 3	12.34^{a}	3.19^{b}	1.64^{b}	2.50^{b}	1.36

^{abc} Values within a row with no common superscript are significant different (P<0.05).

SFA = saturated fatty acid, UFA = unsaturated fatty acid, MUFA = monounsaturated fatty acid, PUFA = polyunsaturated fatty acid, C16:0 = palmitic acid, C16:1 = palmitoleic acid, C18:0 = steric acid, C18:1 = oleic acid, C18:2 = linoleic acid, C18:3 = linolenic acid, C20:4 = arachidonic acid, omega – 3 = C18:3, omega – 6 = C18:2 and C20:4.

กรดไขมันในเนื้อไก่

กากลินซีดซึ่งยังคงเหลือน้ำมันค่อนข้างสูง (~ 26%) เมื่อนำไปใช้ในอาหารไก่เนื้อเป็นเวลา 6 สัปดาห์ มีผลทำให้กรดไขมันชนิดโอเมก้า - 3 (n – 3) ในเนื้อหน้าอกและเนื้อน่องมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (3.9-8.3 vs. 2.1% และ 6.0-9.6 vs. 1.0%, ตามลำดับ) สอดคล้องกับ Tangtaweewipat *et al*. (2004) ที่รายงานว่า การเสริมน้ำมันลินซีดระดับ 6% ในสูตรอาหาร ทำให้มีโอเมก้า - 3 ในเนื้ออกและเนื้อน่องสูงถึง 19.5 และ 27.6% ซึ่งมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ใช้น้ำมันปาล์มอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังทำให้มีสัดส่วนของ n – 6/n – 3 ในเนื้ออกและน่องน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นผลดีเนื่องจากโอเมก้า - 3 ช่วยลดการสร้างไลโพโปรตีนชนิดที่ขนย้ายคอเลสเตอรอลจากตับไปสู่เนื้อเยื่อต่างๆ (low density lipoprotein; LDL cholesterol) และเพิ่มปริมาณสร้างไลโพโปรตีนชนิดที่ขนย้ายคอเลสเตอรอลจากเนื้อเยื่อไปสู่ตับ (high density lipoprotein; HDL cholesterol) มากขึ้น จึงช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดไขมันอุดตันในเส้นเลือดรวมทั้งหลอดเลือดแดงแข็งและตีบได้ (ตารางที่ 5-6)

Table 6 Fatty acid profiles in drumstick meat of 7- week old broilers fed diets containing linseed meal during 2-7 weeks. [1/]

Level of linseed meal in diet (%)	0	10	15	20	S.E.M
	◄ *(% total fat)* ►				
C16:0	31.10	26.93	27.04	27.31	0.92
C16:1	3.95	2.74	3.49	2.87	0.21
C18:0	8.29	8.50	9.21	9.46	0.35
C18:1 (n - 9)	33.93^{a}	33.39^{a}	32.65^{a}	25.45^{b}	0.54
C18:2 (n - 6)	19.84	20.40	19.05	20.60	0.66
C18:3 (n - 3)	0.99^{c}	6.01^{b}	7.21^{ab}	9.56^{a}	0.42
C20:4 (n - 6)	1.91	2.04	1.36	1.49	0.13
SFA	39.39	35.43	36.25	36.76	1.17
UFA	60.62	64.58	63.75	63.24	1.17
MUFA	37.87^{a}	36.13^{a}	36.14^{a}	31.59^{b}	0.53
PUFA	22.74^{b}	28.45^{a}	27.61^{a}	31.66^{a}	0.91
UFA/SFA	1.56	1.84	1.79	1.84	0.08
Total n - 6	21.74	22.44	20.41	22.09	0.74
Total n - 3	0.99^{c}	6.01^{b}	7.21^{ab}	9.56^{a}	0.42
n – 6/ n - 3	24.82^{a}	3.82^{b}	3.36^{b}	2.41^{b}	1.14
	◄ *(mg/100g meat)* ►				
C16:0	249.34	152.92	255.31	155.78	20.41
C16:1	33.65	19.40	40.33	38.30	5.03
C18:0	71.82	57.72	88.96	102.36	10.02
C18:1 (n - 9)	193.97	140.09	249.34	154.63	22.01
C18:2 (n - 6)	94.24	73.95	128.09	97.29	13.02
C18:3 (n - 3)	10.70^{b}	46.37^{ab}	115.14^{a}	103.34^{a}	14.57
C20:4 (n - 6)	55.26	37.66	42.27	41.62	5.87
SFA	321.17	210.64	344.26	258.15	26.73
UFA	387.82	317.46	575.15	435.18	54.99
MUFA	227.62	159.48	289.66	192.93	25.33
PUFA	160.21	157.98	285.49	242.25	30.96
UFA/SFA	1.17	1.59	1.63	1.65	0.09
Total n - 6	149.50	111.61	170.35	138.91	18.05
Total n - 3	10.70^{b}	46.37^{ab}	115.14^{a}	103.34^{a}	14.57
n – 6/ n - 3	15.37^{a}	2.44^{b}	2.05^{b}	1.49^{b}	0.64

^{abc} Values within a row with no common superscript are significant different (P<0.05).

$^{1/}$ see Table 5.

สรุป

กากลินซีดที่ได้จากการนำเมล็ดที่ปลูกในภาคเหนือของประเทศไทยโดยมูลนิธิโครงการหลวง จ. เชียงใหม่ ไปสกัดน้ำมันออกด้วยโรงงานขนาดเล็กโดยวิธีบีบอัด (screw press) มีค่าวัตถุแห้ง (DM) 93.1% ส่วนคุณค่าทางโภชนะอื่นๆ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และ NFE มีค่าเท่ากับ 26.3, 26.7, 10.6, 5.5 และ 31.8% DM ตามลำดับ และมีค่า ME ปรากฏ เท่ากับ 4.17 kcal/g DM ส่วน ME แท้จริง เท่ากับ 4.61 kcal/g DM

เมื่อนำกากลินซีดไปใช้เป็นแหล่งโปรตีนและพลังงานเพื่อทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 0 – 20% มีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราแลกน้ำหนักด้อยลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ทำให้กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า - 3 ในเนื้อหน้าอกและเนื้อน่องเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะเป็นผลดีต่อผู้บริโภค และอาจช่วยเพิ่มมูลค่าของเนื้อไก่ให้สูงขึ้นได้

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2547. ตารางสรุปสถานการณ์การนำเข้าและส่งออกสินค้าปศุสัตว์ปี 47. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล http://www.dld.go.th. (1 มกราคม 2548)

นิคม ชนะหาญ, สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์ และบุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2546. การใช้พัมมิซเป็นสารดูดซับแอมโมเนียในการผลิตไก่เนื้อ. รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 41 สาขาสัตว์. หน้า 178-185. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และวิบูลย์ รัตนาปนนท์. 2543. สารพิษในอาหาร. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 284 หน้า.

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Maryland.

Ajuyah, A.a., K.h. Lee, R.T. Hardin, and J.S. Sim. 1993. Effect of dietary full fat flaxseed with and without antioxidant on the fatty acid composition of major lipid classes of chicken meats. *Poultry Science*, 72 : 125-136.

Allen, P. C., H. Danforth, and P. A. Stitt. 2000. Effects of nutritionally balanced and stabilized flaxmeal-based diets on *Eimeria tenella* infections in chickens. *Poultry Science*, 79 : 489-492.

Bruneton, J. 1995. Pharmacognosy, phytochemistry, medicinal plants. Lavoisier Publishing. Paris.

Ellsworth, R. 2003. Linseed meal. [online]. available http://www.sunshow.com/index.htm. [2003, March 3].

Folch, J., M. Lee and G. H. S. Stanlty. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *Biological Chemistry*, 226 : 497 – 509.

NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry, 9th ed., National Academy Press. Washington, D.C. 155 p.

Sibbald, I.R. 1977 (a). The true metabolizable energy system. Part I : Advantages of T.M.E. in poultry feed formulation. *Feedstuffs*, 49 (42) : 21-22.

_____. 1977 (b). The true metabolizable energy system. Part II : Value and convention data. *Feedstuffs*, 49 (43) : 23-24.

Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1984. Principles and Procedures of Statistics, 2nd ed., McGrow - Hill Book Co. Inc., New York.

Tangtaweewipat, S. B. Cheva-Isarakul and T. Mahuemaung. 2004. Production of low fat and low cholesterol broiler meat by supplementing organic minerals or polyunsaturated oil. *In* : Proceeding 11th AAAP congress. Vol II. Kuala Lumpur, Malaysia. pp. 248-251.