วารสารเกษตร 8(3) : 295-308 (2535)

Journal of Agriculture 8(3) : 295-308 (1992)

การใช้กากงาทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารสัตว์ปีก 2. ไก่ไข่

สุชน ตั้งทวีวัฒน์ [1] *และ บุญล้อม ชีวะอิสระกุล* [1]

SESAME MEAL AS SOYBEAN MEAL SUBSTITUTE IN POULTRY DIETS 2. LAYING HEN

Suchon Tangtaweewipat [1] *and Boonlom Cheva-Isarakul* [1]

ABSTRACT : The study on the nutritive value and the potential use of two kinds (local vs imported) of sesame meal (SSM) in layer diets as substituted to soybean meal (SBM) at 25, 50, and 75% were carried out. Three hundred and thirty six layers were kept individually on a battery cage and fed isonitrogenous diets, 16% crude protein (CP), for 252 days. The local and the imported SSM contained on air dry basis 35.7 and 36.3% CP, 24.7 and 9.1% ether extract (EE) respectively. Their amino acid contents are all lower than that reported by NRC (1984). The local material contained remarkably lower lysine (0.44 vs 0.94), methionine + cystine (1.06 vs 1.75) and threonine (0.52 vs 1.22) than the imported meal. Imported SSM could be substituted to SBM as high as 50% in layer ration without statistically adverse effect on egg production, feed intake, body weight gain, average egg weight and egg size, while local SSM was inferior to the control in all aspects. However, when production performance of the group fed either kind of SSM was compared, no significant difference was found at the 2 lower substitution levels.

บทคัดย่อ : การศึกษาคุณค่าทางอาหารและการใช้กากงาชนิดที่ผลิตเองในท้องถิ่น และชนิดที่นำเข้าจากต่างประเทศเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนกากถั่วเหลืองระดับ 0, 25, 50 และ 75% ในอาหารไก่ไข่ ได้ทำการศึกษาในไก่พันธุ์โกลเดนฮับ-บาร์ด จำนวน 336 ตัว เลี้ยงบนกรงตับแบบขังเดี่ยวที่มีน้ำและอาหารกินแบบเต็มที่ตลอดระยะเวลาทดลอง 252 วัน อาหารทุกสูตรได้รับการปรับให้มีโปรตีนเท่ากันคือ 16%.

---

[1] ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.
[1] Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002.

กากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นและชนิดนำเข้า มีโปรตีน 35.7 และ 36.3, ไขมัน 24.7 และ 9.1% air dry basis ตามลำดับ มีกรดอะมิโนที่จำเป็นชนิดไลซีน (Lysine) 0.44 และ 0.94%; เมทไธโอนีน (Methionine) + ซีสตีน (Cystine) 1.06 และ 1.75%; และทรีโอนีน (Threonine) 0.52 และ 1.22% ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่าที่อ้างอิงโดย NRC (1984) เมื่อนำไปใช้ในอาหารไก่ไข่ปรากฏว่า กากงาชนิดที่นำเข้าสามารถใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองได้ 50% โดยไม่มีผลเสียต่อผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม น้ำหนักไข่เฉลี่ยและขนาดไข่ในแต่ละเกรด (เบอร์) ในขณะที่กากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นไม่ว่าใช้ที่ระดับใด ทำให้ผลผลิตไข่ด้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกากงาทั้งสองชนิด ไม่พบว่ามีสมรรถภาพการผลิตต่างกัน ยกเว้นเมื่อใช้กากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นระดับสูงสุด (แทนที่กากถั่วเหลือง 75%) ซึ่งให้ผลด้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ.

บทนำ

กากถั่วเหลือง จัดเป็นวัตถุดิบแหล่งโปรตีนจากพืชที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งในอดีตยังขาดแคลนไม่มาก จนกระทั่งธุรกิจการเลี้ยงสัตว์ทั้งสัตว์บกและสัตว์น้ำได้ขยายตัวอย่างรวดเร็ว ประกอบกับมีการนำไปใช้เป็นอาหารสำหรับการบริโภคของคนมากขึ้น ทำให้การผลิตถั่วเหลืองในประเทศไม่พอเพียง ต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก แต่เนื่องจากกากถั่วเหลืองที่นำเข้ามีต้นทุนต่ำกว่า ส่งผลให้ถั่วเหลืองและกากถั่วเหลืองในประเทศมีราคาต่ำ รัฐบาลจึงได้กำหนดนโยบายช่วยเหลือเกษตรกรผู้ปลูกด้วยมาตรการควบคุมการนำเข้าถั่วเหลืองและกากถั่วเหลืองจากต่างประเทศ ส่งผลให้ราคาถั่วเหลืองและกากถั่วเหลืองในประเทศสูงขึ้น มีผลต่อเนื่องไปถึงผู้เลี้ยงสัตว์ที่ต้องใช้อาหารสัตว์ราคาแพง อย่างไรก็ดีเนื่องจากยังมีวัตถุดิบแหล่งโปรตีนจากพืชชนิดอื่นที่ควรจะนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ เช่น กากเมล็ดทานตะวัน กากเรปซีด กากถั่วลิสง กากฝ้าย หรือกากงา เป็นต้น จึงได้มีการศึกษาถึงวัตถุดิบเหล่านี้กันอยู่.

งา (Sesame, *Sesamum indicum*) เป็นพืชในเขตร้อนและกึ่งร้อนที่กำลังได้รับการส่งเสริมให้มีการผลิตเพิ่มขึ้น ปัจจุบันประเทศไทยผลิตได้ประมาณ 3 หมื่นตัน/ปี ประกอบกับมีการนำกากงาที่มีราคาถูกจากประเทศเพื่อนบ้านเข้ามาใช้เป็นอาหารสัตว์มากขึ้น จึงคาดว่างาจะเป็นพืชอีกชนิดที่สามารถนำมาใช้ทดแทนการขาดแคลนถั่วเหลืองได้บ้าง.

กากงา ได้จากเมล็ดงาซึ่งมีหลายสายพันธุ์ทั้งเมล็ดสีดำ สีน้ำตาล หรือสีขาว เป็นต้น มีโปรตีน 21-23 % ไขมัน 50-52 % (ต้นจริญ และคณะ, 2531) การสกัดน้ำมันส่วนใหญ่ขณะนี้ใช้วิธีกล (Mechanical press) มีน้ำมันเหลืออยู่ 8-9 % ส่วนกากงาที่ได้จากโรงงานสกัดน้ำมันงาขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพไม่สู้ดีนัก จะมีน้ำมันเหลือในกากสูงประมาณ 3 เท่าของกากงาโดยทั่วไป (24.7%, ตารางที่ 1) เมื่อเทียบกับกากถั่วเหลือง พบว่า กากงามีปริมาณโปรตีน 3/4 ของกากถั่ว (35-36 vs 44% ตามลำดับ) ในขณะที่มีเยื่อใยสูงกว่าเล็กน้อย เป็นเหตุให้ปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ (Metabolizable energy, ME) ใกล้เคียงกัน ยกเว้น ME ของกากงาชนิดที่มีน้ำมันมากจะมีสูง สำหรับกรดอะมิโนที่จำเป็นเมื่อเทียบกากงาชนิดที่มีโปรตีนใกล้เคียงกับกากถั่วเหลือง พบว่ามีปริมาณใกล้เคียงกัน ยกเว้นเมทไธโอนีน (Methionine) ในกากงามีสูงกว่ากากถั่ว 2 เท่า ส่วนไลซีน (Lysine) มีเพียงครึ่งหนึ่ง (NRC, 1984; ตารางที่ 1) ซึ่ง Canale *et al.* (1975) บ่งว่าการย่อยได้ปรากฏ (Apparent digestibility) ของไลซีนในกาก

งามีเพียง 67% ส่วนของกรดอะมิโนตัวอื่นๆ มีค่าเฉลี่ย 81% ซึ่งต่ำกว่าใน Mustard oilcake และ Linseed (Hossain and Jauncey, 1989) จึงสรุปว่ากากงาขาดไลซีน (Limiting amino acid; Aboul *et al.*, 1986) นอกจากนี้ Yamazaki and Kamata (1986) ยังรายงานว่ากากงามี True amino acid availability value 35% ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับพืชที่ให้น้ำมันด้วยกัน ในขณะที่กากถั่วเหลืองมีค่า 92% ใกล้เคียงกับแหล่งโปรตีนจากสัตว์ชั้นดี (94%) แต่อย่างไรก็ดีถึงแม้ว่าจะมีหลายรายงานที่ปงว่ากากงามีแร่ธาตุจำพวกแคลเซี่ยมและฟอสฟอรัสสูงกว่ากากถั่วเหลืองมาก แต่ก็อยู่ในรูปที่ไม่สามารถนำไปใช้ได้ เพราะกากงามีกรดไฟติกซึ่งเมื่อรวมตัวกับแคลเซี่ยมทำให้ใช้ไม่ได้ จำเป็นต้องเพิ่มแคลเซี่ยมในสูตรอาหารที่มีกากงาให้สูงขึ้น (Caldwell, 1952; อ้างอิงโดย Gohl, 1981) Lease and Williams (1967) ได้ทดลองใช้กากงาที่มีกรดไฟติก 3.6% ไปผ่านความร้อนภายใต้ความดัน 15 psi เป็นเวลา 2 และ 4 ชม. พบว่ากรดไฟติกไม่ลดลงเมื่อใช้เวลา 2 ชม. แต่ลดลงเล็กน้อยคือเหลือ 2.8% เมื่อใช้เวลา 4 ชม.

ผลการใช้กากงาเป็นอาหารสัตว์ปีกในต่างประเทศมีหลายรายงานที่ปงว่าใช้ได้ผลดี อาทิ เช่น Baghel and Netke (1987) ใช้ในอาหารไก่เนื้อที่มีไลซีน เมทไธโอนีนและซีสตีนอย่างพอเพียง ปรากฏว่าสูตรที่ใช้กากงา 28.2% ร่วมกับกากถั่วเหลือง 23.5% (จากสูตรปกติที่ใช้กากถั่ว 45%) ให้สมรรถภาพการผลิตดีที่สุด ส่วน Bell *et al.* (1990) กลับพบว่า กากงาสามารถใช้แทนที่กากถั่วเหลืองได้เพียง 25% เท่านั้น หากใช้ในสูตรอาหารสูงกว่านี้จะส่งผลให้น้ำหนักตัวและประสิทธิภาพการใช้อาหารด้อยลงตามระดับการใช้กากงา นอกจากนี้ยังทำให้ไขมันในช่องท้องและไขมันทั้งตัวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่สัดส่วนของน้ำและโปรตีนของตัวไก่ลดลง (Heo *et al.*, 1990) ส่วนในไก่ไข่ Hassan (1974) รายงานว่าการใช้กากงาในระดับ 5% ให้ผลผลิตไข่ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้กากงา แต่เมื่อเสริมด้วยไลซีน 0.27% กับเมทไธโอนีน 0.07% หรือ เสริมด้วย Sodium glutamate 1% เพื่อปรับให้มีกรดอะมิโนและโปรตีนเท่ากับกลุ่มควบคุมแล้วไม่ทำให้ผลผลิตไข่ที่ได้และประสิทธิภาพการใช้อาหารต่างกัน.

สำหรับการใช้กากงาชนิดที่ผลิตในท้องถิ่นเพื่อเป็นอาหารสัตว์ปีก ตั้งทวีวิพัฒน์ และชีวะอิสระกุล (2535) รายงานว่าไก่ไข่รุ่นช่วงอายุ 6-20 สัปดาห์ ใช้ได้ในระดับ 5% ส่วนนกกระทาไข่ใช้ได้ในระดับ 10% นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ในระดับสูง (15% ในไก่รุ่น หรือ 20% ในนกกระทาไข่) ไม่มีผลทำให้อัตราการตายเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่ากากงาสามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ปีกได้ แม้จะมีหลายรายงานปงว่า กากงามีคุณสมบัติไม่เหมาะต่อการนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ เช่น มีรสขม (Lennerts, 1989) มีธาตุซิลิเนียมสูง (Brito and Nunez, 1982) มีกรดไฟติกสูง (Lease and Williams, 1967) ทำให้สัตว์ต้องการสังกะสีเพิ่มขึ้น เนื่องจากสังกะสีอยู่ในรูปของ Zinc phytate complex ซึ่งใช้ประโยชน์ได้น้อย (Lease, 1972) และยังมีสารออกซาเลท (Oxalate) เมื่อรวมตัวกับแคลเซี่ยมจะอยู่ในรูปที่ใช้แคลเซี่ยมไม่ได้ (Abrams, 1966) ก็ตามด้วยเหตุนี้ เนื่องจากในปัจจุบันมีการนำเข้ากากงาเพื่อใช้ทดแทนกากถั่วเหลือง ซึ่งฟาร์มเลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่นิยมใช้ เพราะทำให้ต้นทุนค่าอาหารถูกลง แต่ปริมาณที่เหมาะสมที่ควรนำมาใช้ในสูตร

อาหารโดยไม่ก่อให้เกิดผลเสียแก่สัตว์ ยังไม่เป็นที่ทราบแน่นอน จึงเห็นควรทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้กากงาจากทั้งสองแหล่ง คือผลิตเองภายในประเทศ และนำเข้าจากต่างประเทศ เป็นอาหารไก่ไข่ต่อไป.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

กากงาที่ใช้ในการทดลองนี้ได้จาก 2 แหล่ง คือ กากงาที่ผลิตในท้องถิ่นโดยโรงงานสกัดน้ำมันงาขนาดเล็กที่ จ.เชียงใหม่ ซึ่งสกัดน้ำมันออกด้วยวิธีกล และกากงาชนิดนำเข้าจากต่างประเทศที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป โดยกากงาทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวมีคุณค่าทางโภชนาการดังแสดงไว้ในตารางที่ 1.

Table 1. Chemical composition (% w/w air dry basis) of local and imported sesame meal compared to the reference and to soybean meal.

	Sesame meal			Soybean meal
	Local[1]	Import[2]	NRC (1984)	(NRC, 1984)
Dry matter	93.8	92.0	93.0	89.0
Crude protein	35.7	36.3	43.8	44.0
Ether extract	24.7	9.1	8.6	0.8
Crude fiber	12.1	8.8	9.7	7.3
Ash	9.4	12.7	NA	7.8
Metabolizable energy (kcal/g)	2.86	NA	2.21	2.23
Essential amino acids				
Lysine	NA	NA	1.30	2.93
Methionine	NA	NA	1.20	0.65
Cystine	NA	NA	0.59	0.69
Threonine	NA	NA	1.65	1.81
Tryptophan	NA	NA	0.80	0.62
Isoleucine	NA	NA	2.12	2.39
Leucine	NA	NA	3.33	3.52
Histidine	NA	NA	1.09	1.15
Phenylalanine	NA	NA	2.22	2.27
Tyrosine	NA	NA	2.00	1.28
Valine	NA	NA	2.41	2.34

NA = Data not available
1 produced by a small plant in Chiang Mai
2 Imported from Myanmar

การวิเคราะห์กรดอะมิโน

วิเคราะห์หาปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็น ด้วยการใช้ Autoanalyser, Hitachi model 835-30 โดยบริษัทอาย์โนะโมะโต๊ะ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นผู้วิเคราะห์ ตามวิธีการที่อ้างอิงโดย Spindler *et al.* (1984).

การศึกษาในไก่ไข่

ใช้ไก่ไข่พันธุ์โกลเดนฮับบาร์ด (Golden Hubbard) จำนวน 336 ตัว อายุเริ่มทดลอง 36 สัปดาห์ (ไข่ได้ประมาณ 80% ของฝูง) ไก่ทุกตัวได้ผ่านการทำวัคซีนตามโปรแกรมของภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตั้งแต่ช่วงเล็กจนถึงไก่สาวก่อนไข่ จากนั้นแบ่งไก่ออกตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design) เป็น 7 กลุ่ม (Treatments) กลุ่มละ 4 ซ้ำ รวม 48 ตัว/กลุ่ม เลี้ยงบนกรงตับช่องละตัว มีรางอาหารอยู่ด้านหน้า รางน้ำอยู่ด้านบนของกรง ซึ่งใช้ร่วมกันสองแถว ในแต่ละซ้ำรางอาหารถูกกั้นแยกออกจากกันด้วยไม้กระดานเพื่อกันมิให้ไก่ข้ามไปกินอาหารของกลุ่มอื่น ส่วนรางน้ำยาวติดต่อกันตลอด ไก่มีน้ำและอาหารกินตลอดเวลา และได้รับแสงสว่าง 17 ชั่วโมง/วัน อาหารทดลองที่ไก่ได้รับเป็นอาหารที่มีส่วนผสมของกากงาชนิดผลิตในท้องถิ่น และชนิดนำเข้าจากต่างประเทศ โดยใช้แทนที่กากถั่วเหลืองระดับ 25, 50 และ 75% หรือเทียบเท่ากับใช้ในสูตรอาหารระดับ 4, 8 และ 12% ตามลำดับ ส่วนอีกกลุ่มเป็นสูตรอาหารควบคุมซึ่งไม่มีการใช้กากงา อาหารทุกสูตรมีโปรตีนระดับ 16% และ ME 2800 kcal/kg โดยคำนวณค่า ME ของกากงาที่ 2,210 kcal/kg (NRC, 1984) เช่นเดียวกับกรดอะมิโนที่จำเป็นใช้ค่าที่รายงานโดย NRC (1984) จึงทำให้เมทไธโอนีนในสูตรอาหารที่ใช้กากงามีปริมาณสูงขึ้น ดังปรากฏในตารางที่ 2.

งานทดลองกระทำที่ฟาร์มสัตว์ปีก ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ใช้เวลา 9 ช่วงการทดลอง (Periods) ช่วงการทดลองละ 28 วัน เริ่มจาก 25 กรกฎาคม 2534 ถึง 2 เมษายน 2535 รวมเป็นเวลาทั้งสิ้น 252 วัน การเก็บข้อมูลด้านผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กิน ใช้ค่าเฉลี่ยจากแต่ละช่วงการทดลอง น้ำหนักไข่และจำนวนไข่ในแต่ละขนาดน้ำหนัก (เกรด) บันทึกจากจำนวนไข่ทุกฟองที่มีใน 3 วันสุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลอง น้ำหนักตัวไก่ชั่งแบบรายตัวทุกๆ 3 ช่วงการทดลอง ตั้งแต่เริ่มจนสิ้นสุดการทดลอง ส่วนอัตราการตายบันทึกทุกครั้งที่มีการตายเกิดขึ้น แล้วคำนวณเป็นร้อยละของแต่ละกลุ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลอง.

ข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน และหาลำดับความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's new multiple range test (จันทลักขณา, 2523).

Table 2. Composition and nutrient contents of the experimental rations.

Ingredients	In ration Substitute SBM	Level of sesame meal (%) 0 0	 4 25	 8 50	 12 75
Sesame meal		-	4.10	8.19	12.75
Soybean meal, SBM (44.0% CP)		12.68	9.51	6.34	3.17
Yellow corn (8.9% CP)		61.97	61.01	60.06	59.13
Rice bran (12.0% CP)		10.00	10.00	10.00	10.00
Fish meal (55.0% CP)		7.00	7.00	7.00	7.00
Dicalcium phosphate		0.20	0.20	0.20	0.20
Oyster shell		7.50	7.50	7.50	7.50
DL-Methionine		0.06	0.06	0.06	0.06
L-Lysine		0.09	0.12	0.15	0.17
Salt		0.25	0.25	0.25	0.25
Vitamin-Mineral premix[1]		0.25	0.25	0.25	0.25
Total		100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated chemical composition, (% air dry basis):					
Crude protein		16.14	16.14	16.13	16.13
ME (kcal/kg)		2850	2840	2830	2820
Crude fiber		4.46	4.45	4.43	4.41
Ether extract		4.09	4.32	4.55	4.78
Calcium		3.48	3.55	3.63	3.70
Phosphorus (avai)		0.39	0.40	0.41	0.42
Methionine[2]		0.35	0.38	0.41	0.44
Lysine[2]		0.80	0.80	0.80	0.80

[1] Vitamin and mineral premix provided in milligrams per kilogram of diet (except as noted): Vit. A 12,000 IU; Vit. D3 = 3,000 IU; Vit. E50 = 12; Vit K3 = 2 ; Vit B1 = 1.5 ; Vit B2 = 5.5; Vit B6 = 1.5; Vit B12 = 12.5 µg; Nicotinic acid = 30; Pantothenic acid = 11; Folic acid = 0.6; Choline chloride = 400; Iron = 45; Copper = 7.5; Manganese = 75; Zinc = 65; Cobalt = 0.2; Iodine = 1.1; Selenium = 0.1 and Antioxidant = 50.

[2] Essential amino acid content of SSM calculated from NRC (1984).

ผลการทดลอง

กรดอะมิโนที่จำเป็น

ส่วนประกอบของกรดอะมิโนที่จำเป็นที่มีในกากงาชนิดผลิตในท้องถิ่น และชนิดนำเข้า แสดงไว้ในตารางที่ 3 ปรากฏว่า กรดอะมิโนที่จำเป็นทุกตัวมีปริมาณต่ำกว่ากากงาชนิดที่อ้างอิงโดย NRC (1984) ทั้งนี้อาจเนื่องจากกากงาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีโปรตีนต่ำกว่า แต่อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบเฉพาะกากงาจากชนิดที่ผลิตในท้องถิ่น พบว่า มีปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นต่ำกว่ากากงาชนิดนำเข้า โดยเฉพาะกรดอะมิโนชนิด ไลซีน ทรีโอนีน และ เมทไธโอนีน + ซีสตีน มีเพียงครึ่งหนึ่งของกากงาชนิดนำเข้า (0.44, 0.52 และ 1.06 vs 0.94, 1.22 และ 1.75% ตามลำดับ) ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับขบวนการผลิตที่ใช้ความร้อนสูงเกินไป จนสารอาหารถูกทำลายให้ลดน้อยลง.

Table 3. Crude protein and essential amino acid (EAA) content (% w/w air dry basis) of local and imported sesame meal used in the experiment compared with the reference.

Component	Local[1]	Import[1]	NRC (1984)
Crude protein	35.7	36.3	43.8
EAA : Lysine	0.44	0.94	1.30
Methionine	0.94	0.99	1.20
Cystine	0.12	0.76	0.59
Threonine	0.52	1.22	1.65
Tryptophan	NA	NA	0.80
Isoleucine	0.95	1.10	2.12
Leucine	2.09	2.29	3.33
Histidine	NA	NA	1.09
Phenylalanine	1.30	1.19	2.22
Tyrosine	NA	NA	2.00
Valine	1.33	1.49	2.41

NA = Data not available.
[1] Analyzed by Ajinomoto Co. (Thailand) Ltd Laboratory.

สมรรถภาพการผลิตไข่

การใช้กากงาท้องถิ่นและชนิดนำเข้า เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนกากถั่วเหลืองระดับต่างๆ (0-75%) ในอาหารไก่ไข่เป็นเวลา 9 เดือน ผลแสดงในตารางที่ 4 ปรากฏว่า ผลผลิตไข่ของกลุ่มที่ใช้กากงาชนิดนำเข้าให้ผลไม่ต่างจากกลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มที่ใช้ชนิดผลิตในท้องถิ่นทุกระดับให้ผลผลิตไข่ด้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (71.4, 70.6 และ 62.2 vs 75.6% ตามลำดับ) อย่างไรก็ดีไม่พบความแตกต่างเมื่อเทียบระหว่างการใช้กากงาด้วยกัน ยกเว้นกลุ่มที่ใช้กากงาชนิดท้องถิ่นในระดับสูงสุด (แทนที่กากถั่วเหลือง 75%) ให้สมรรถภาพการผลิตด้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ ผลทางด้านน้ำหนักไข่และขนาดไข่ในแต่ละเกรด ปรากฏว่า กลุ่มที่ได้รับกากงาชนิดนำเข้าระดับ 8% (แทนที่กากถั่วเหลือง 50%) มีจำนวนไข่เกรด A (น้ำหนักต่อฟองมากกว่า 65 กรัม) มากที่สุด ในขณะที่กลุ่มที่ใช้กากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นระดับสูงสุด (12% ในสูตรอาหาร) ให้ไข่เกรด A น้อยที่สุด ซึ่งแตกต่างจากการใช้กากงาชนิดนำเข้าระดับ 8% อย่างมีนัยสำคัญ (10.8 vs 26.3% ตามลำดับ) ส่วนจำนวนไข่ในเกรดต่ำลงมาและน้ำหนักไข่เฉลี่ยของทุกกลุ่มไม่พบความแตกต่างกัน (ตารางที่ 5).

Table 4. Production performance of laying hens fed either kind of sesame meal (SSM) diets over 252 days.[1]

Level of SSM (%)		Source of SSM	Egg production (%)	Feed per doz. eggs (kg)	Feed intake (g/bird/day)	Liveweight gain (g)
In diets	Substitute soybean meal					
0	0	-	75.65^{a}	1.80^{c}	113.5^{ab}	250^{a}
4	25	Local	71.38^{b}	1.87^{bc}	111.0^{ab}	216^{ab}
4	25	Import	73.23^{ab}	1.87^{bc}	114.0^{ab}	251^{a}
8	50	Local	70.63^{b}	1.93^{b}	113.5^{ab}	226^{ab}
8	50	Import	73.08^{ab}	1.87^{bc}	113.7^{ab}	278^{a}
12	75	Local	62.21^{c}	2.12^{a}	109.4^{b}	167^{b}
12	75	Import	72.60^{ab}	1.92^{b}	115.9^{a}	288^{a}

[a, b, c] Values within a column with no common superscripts are significantly different ($P < 0.05$).
[1] Mortality rate 4-8%

Table 5. Egg weight and percentage of eggs in each grade of hens fed diets with local or imported sesame meal (SSM) during 252 days.

Level of SSM (%)		Source of SSM	Mean egg weight (g)	No. of eggs in each grade (%)[1]			
In diets	Substitute of Soybean meal			A	B	C	D
				(%)			
0	0	-	64.3[a]	15.0[ab]	34.7[a]	35.2[a]	15.1[a]
4	25	Local	65.4[a]	17.8[ab]	38.4[a]	35.1[a]	8.7[a]
4	25	Import	64.9[a]	17.1[ab]	38.5[a]	33.6[a]	10.8[a]
8	50	Local	64.8[a]	15.1[ab]	38.5[a]	34.9[a]	11.5[a]
8	50	Import	65.7[a]	26.3[a]	31.6[a]	28.3[a]	13.8[a]
12	75	Local	64.3[a]	10.8[b]	35.3[a]	41.3[a]	12.6[a]
12	75	Import	65.2[a]	19.7[ab]	36.0[a]	32.0[a]	12.3[a]

a, b Means within a column with no common superscripts are significantly different ($P < 0.05$)

1 Grade A = Egg weight > 65 g. C = Egg weight 56-60 g.
B = Egg weight 61-65 g. D = Egg weight < 56 g.

ต้นทุนการผลิตไข่

ในการพิจารณาต้นทุนการผลิตไข่ เมื่อคำนวณเฉพาะค่าอาหารที่ใช้และไม่ใช้กากงาระดับต่างๆ เป็นเวลา 252 วัน ปรากฏว่า การใช้กากงามีผลทำให้ราคาอาหารไก่ถูกลง แต่ไม่ทำให้ต้นทุนการผลิตไข่ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากการใช้กากงาทำให้ได้ผลผลิตไข่น้อยกว่ากลุ่มควบคุม ในขณะที่อาหารที่กินต่อวันไม่น้อยลง จึงทำให้ปริมาณอาหารที่ใช้เพื่อการผลิตไข่สูงขึ้นตามระดับการใช้กากงาในอาหาร แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาเฉพาะการใช้กากงาชนิดนำเข้า พบว่ามีต้นทุนการผลิตไข่สูงกว่ากลุ่มควบคุมเล็กน้อย (8.81-8.92 vs 8.70 บาท/ไข่ 1 โหล ตามลำดับตารางที่ 6).

Table 6. Performance and cost of egg production of hens fed diets containing various levels of local or imported sesame meal (SSM) during 252 days.

Level of SSM (%)		Source of SSM	Egg production (%)	Feed per doz. eggs (kg)	Cost of feed (Bt) per[1]	
In diet	Substitute of soybean meal				kg.feed	doz. eggs
0	0	-	75.65	1.80	4.83	8.70
4	25	Local	71.38	1.87	4.77	8.92
4	25	Import	73.23	1.87	4.77	8.92
8	50	Local	70.63	1.93	4.71	9.09
8	50	Import	73.08	1.87	4.71	8.81
12	75	Local	62.21	2.12	4.64	9.84
12	75	Import	72.60	1.92	4.64	8.91

[1] Ingredient price (Bt/kg) : yellow corn 3.10, rice bran 3.50, soybean meal 9.00, fish meal 14.00, dicalcium phosphate 12.00, Oyster shell 1.50, DL-Methionine 100, L-Lysine 100, salt 2.00, premix 60, and SSM 5.50

วิจารณ์ผลการทดลอง

การที่ผลผลิตไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อมีการใช้กากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นเทียบกับกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 4) น่าจะมีสาเหตุมาจากกรดอะมิโนที่จำเป็น โดยเฉพาะไลซีนของกากงาชนิดนี้มีปริมาณต่ำกว่าค่าที่ใช้คำนวนในสูตรอาหารมาก (0.44 vs 1.30% ตามลำดับ, ตารางที่ 3) และอาจเนื่องจากมีประสิทธิภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย (Yamazaki and Kamata, 1986) ซึ่ง Canale *et al.* (1975) รายงานว่าไลซีนมีค่าการย่อยได้เพียง 67% เท่านั้น การสร้างสูตรอาหารที่ให้ไลซีนสมดุลกันทุกกลุ่ม โดยใช้ค่าไลซีนของกากงาที่สูงกว่าความเป็นจริงนี้ จึงทำให้ปริมาณไลซีนในสูตรอาหารที่ใช้กากงาต่ำกว่ากลุ่มควบคุม มีผลให้แม่ไก่ได้รับไลซีนตลอดระยะการทดลองน้อยกว่า (190-213 vs 229 กรัม ตามลำดับ, ตารางที่ 7) นอกจากนี้ยังมีกรดอะมิโนที่จำเป็นชนิดอื่นอีกที่มีปริมาณต่ำมากในกากงาชนิดที่ผลิตในท้องถิ่น อันได้แก่ เมทไธโอนีน + ซีสตีน ทรีโอนีน และไอโซลูซีน (Isoleucine) เป็นต้น ทำให้แม่ไก่กลุ่มที่ได้รับกากงาดังกล่าวได้รับในปริมาณต่ำเช่นเดียวกัน ส่วนกรดอะมิโนในกากงาชนิดนำเข้ามีปริมาณต่ำกว่าค่าที่ใช้คำนวณเล็กน้อย โดยกรดอะมิโนชนิดไลซีนที่ได้รับมีปริมาณใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม (221-227 vs 229 กรัม ตามลำดับ, ตารางที่ 7) จึงมีผลให้ผลผลิตไข่ไม่ต่างกัน.

Table 7. Actual amino acid content in the diet and the intake during the whole experimental period (252 days).

Level of SSM (%)		Source of SSM	Lysine		Metionine + Cystine	
In diets	Substitute of soybean meal		In diets (%)	Intake/bird (g)	In diets (%)	Intake/bird (g)
0	0	-	0.80	229	0.56	160
4	25	Local	0.76	213	0.56	157
4	25	Import	0.79	227	0.59	169
8	50	Local	0.73	209	0.56	160
8	50	Import	0.77	221	0.62	178
12	75	Local	0.69	190	0.56	154
12	75	Import	0.76	222	0.65	190

การกินอาหารลดลงอย่างมากเมื่อมีการใช้กากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นระดับสูง (12% ในสูตรอาหาร) ทั้งนี้อาจเนื่องจากความไม่น่ากินของอาหาร เพราะกากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ยังมีน้ำมันเหลือในกากค่อนข้างสูง (24.7%, ตารางที่ 1) ทำให้อาหารผสมมีลักษณะชุ่มเป็นมัน และอาจเนื่องจากกากงามีรสขม ซึ่ง Lennerts (1989) กล่าวว่า รสขมของกากงาเป็นตัวจำกัดการนำไปใช้เป็นอาหารไก่หรือหมู เพราะสัตว์จะกินอาหารได้น้อย แต่อย่างไรก็ตาม การใช้กากงาชนิดนี้ในระดับต่ำไม่เกิน 8% ในสูตรอาหาร และการใช้กากงาชนิดนำเข้าไม่มีผลเสียต่อปริมาณอาหารที่กินได้ แม่ไก่ยังคงได้รับอาหารในปริมาณใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม ซึ่งก็ยังคงทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มไม่ต่างกัน ส่วนน้ำหนักตัวของแม่ไก่ที่ได้รับอาหารที่มีกากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นระดับสูงเพิ่มน้อยกว่ากลุ่มอื่น ก็น่าจะเนื่องจากได้รับอาหารต่อวันน้อยกว่านั่นเอง (ตารางที่ 4).

เมื่อเปรียบเทียบผลการใช้กากงาจากทั้งสองแหล่ง คือ ชนิดผลิตในท้องถิ่นและชนิดนำเข้าในไก่ไข่ตามการศึกษาครั้งนี้ กับการใช้กากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นในอาหารนกกระทาไข่ ซึ่งปรากฏว่าสามารถใช้ได้ระดับ 10% (ตั้งทวีวิพัฒน์ และชีวะอิสระกุล, 2535) สูงกว่าระดับการใช้ได้ในครั้งนี้ที่ปรากฏว่าผลผลิตไข่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้กากงาในท้องถิ่นไม่ว่าที่ระดับใด ทั้งนี้อาจเนื่องจากระดับโปรตีนในอาหารนกกระทาไข่สูงกว่าในอาหารไก่ไข่ (22 vs 16%) การใช้ในอาหารนกระดับ 10% จึงไม่สูงนัก เพราะเทียบเท่ากับแทนที่กากถั่วเหลือง 32% เท่านั้น และเมื่อพิจารณาเฉพาะปริมาณการใช้อาหารต่อการผลิตไข่ 1 โหลของแม่ไก่กลุ่มที่ได้รับกากงาในอาหารระดับ 4% พบว่าให้ผลไม่ต่างจากกลุ่มควบคุม ซึ่งเทียบแล้วเท่ากับใช้แทนที่กากถั่วเหลือง

25% ต่ำกว่าการนำไปใช้ได้ในอาหารนกกระทาเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ดีกากงาชนิดนำเข้าสามารถใช้เป็นอาหารไก่ไข่ได้ในระดับที่สูงกว่ากากงาชนิดผลิตในท้องถิ่น กล่าวคือใช้ได้ระดับ 8% หรือเทียบเท่ากับแทนที่กากถั่วเหลือง 50% โดยไม่ทำให้สมรรถภาพการผลิตไข่ด้อยลง สูงกว่าระดับการใช้ในอาหารนกกระทาไข่ดังที่ได้กล่าวมา และยังสูงกว่าระดับการใช้ในไก่ไข่ตามรายงานของ Hassan (1974) หรือในไก่เนื้อตามรายงานของ Bell *et al.* (1990) และ Heo *et al.* (1990) แต่ต่ำกว่า Baghel and Netke (1987) ที่บ่งว่ากากงาสามารถใช้เป็นอาหารไก่ในระดับสูงได้.

ผลของจำนวนไข่ที่มีขนาดเกรด A ต่ำเมื่อได้รับกากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นในอาหารระดับ 12% อาจเนื่องจากประสิทธิภาพการนำโภชนะที่มีในกากงาไปใช้ประโยชน์ได้น้อย ซึ่ง Doran *et al.* (1982) รายงานว่าขนาดฟองไข่เล็กลงเมื่อระดับเมทไธโอนีนในอาหารต่ำกว่าความต้องการของแม่ไก่ จากการทดลองผลปรากฏว่า ความแตกต่างของขนาดฟองไข่ในช่วง 3 เดือนแรก มีผลน้อย แต่จะเพิ่มขึ้นเมื่อยืดระยะเวลาทดลองออกไป อย่างไรก็ตี ความแตกต่างของน้ำหนักไข่กลับไม่ชัดเจนเมื่อเฉลี่ยจากไข่ทุกฟอง กล่าวคือ มีน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟองอยู่ระหว่าง 64.3-65.7 กรัม ซึ่งไม่ต่างกันในทางสถิติ.

สำหรับจำนวนไข่คุณภาพต่ำ (Second egg quality) จำพวก ไข่บุบ ไข่แตก และไข่เปลือกร้าว ตามการศึกษาครั้งนี้ มีปริมาณไม่มาก และไม่พบความแตกต่างกันทั้งใช้และไม่ใช้กากงาทั้งสองชนิดในอาหาร ทำให้เข้าใจว่าสารออกซาเลทและกรดไฟติกมีปริมาณไม่มากพอจนก่อให้เกิดความเสียหาย นอกจากนี้การเกิดขนร่วงในตัวแม่ไก่ในกลุ่มที่ได้รับกากงาก็ไม่พบเห็นเช่นกัน ซึ่งอาจเนื่องจากสารผสมล่วงหน้า (Premix) ได้ใส่สังกะสีลงไปจำนวนมาก สูงกว่าระดับที่แนะนำโดย NRC (1984; 65 vs 50 mg/kg) จึงไม่ทำให้เกิดการขาดสังกะสีขึ้น แม้ว่ากากงาจะมีกรดไฟติกสูงก็ตาม จากการสังเกตพบว่า แม่ไก่กลุ่มที่ได้รับกากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นระดับสูงมีมูลเหลวออกสีน้ำตาล ในขณะที่การใช้กากงาชนิดนำเข้าไม่พบเห็นความผิดปกติ.

ในกรณีของอัตราการตายตลอดระยะการทดลอง ไม่พบความแตกต่างกัน โดยในแต่ละกลุ่มมีอัตราการตายระหว่าง 4-8% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปกติของการเลี้ยงตามฟาร์มทั่วไป สอดคล้องกับรายงานของ ตั้งทวีวิพัฒน์ และชีวะอิสระกุล (2535) ที่ใช้กากงาท้องถิ่นระดับสูงในอาหารไก่ไข่รุ่น และนกกระทาไข่ (15 และ 20 % ตามลำดับ) นอกจากนี้ก็ยังมีอีกหลายรายงานที่มิได้บ่งถึงเรื่องอัตราการตายเมื่อมีการใช้กากงาเป็นอาหารไก่ (Baghel and Netke, 1987; Bell *et al.*, 1990; Heo *et al.*, 1990) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากากงาไม่ได้มีอันตรายร้ายแรงถึงชีวิต.

สรุปผลการทดลอง

การใช้กากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นและชนิดนำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนกากถั่วเหลืองระดับต่างๆ (0-75%) ในอาหารไก่ไข่ที่ใช้โปรตีนระดับ 16% เป็นเวลา 9 เดือน สรุปได้ว่า

1) กากงาทั้งสองชนิดมีปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นต่ำกว่าค่าที่อ้างอิงโดย NRC (1984) โดยเฉพาะกากงาท้องถิ่น มีปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นต่ำมาก เช่น ไลซีน เมทไธโอนีน + ซีสตีน และทรีโอนีน ซึ่งมีเพียงครึ่งหนึ่งของกากงาชนิดนำเข้า

2) กากงาชนิดนำเข้า สามารถใช้ในอาหารไก่ไข่ได้ระดับ 8% หรือเทียบเท่ากับแทนที่กากถั่วเหลือง 50% ในขณะที่กากงาท้องถิ่นไม่ควรนำมาใช้ เนื่องจากทำให้ผลผลิตไข่ลดลง

3) เมื่อใช้กากงาท้องถิ่นในอาหารไม่เกินระดับ 8% จะมีสมรรถภาพการผลิตไม่ต่างจากการใช้กากงาชนิดนำเข้า

4) การใช้กากงาระดับสูงถึง 12% ในสูตรอาหาร หรือเทียบเท่ากับแทนที่กากถั่วเหลือง 75% ไม่มีผลทำให้อัตราการตายเพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยฯ ขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้.

เอกสารอ้างอิง

ค้าเจริญ, เยาวมาลย์., ค้าเจริญ, สาโรช., วัดนเศรษฐากุล, เชิดชัย., เหล่าไพบูลย์, บัญญัติ., ธีรพันธุวัฒน์, สุวิทย์., ศิวปรมาภาร, อภิชัย., ศรีประยา, พิทักษ์., ฉายพุทธ, สมพงษ์., สาลิยะ, พรรณศรี. และ ธรรมบุตร, บุญศา. (2531). การศึกษาการย่อยได้ของงาและกากแบล็คงาในอาหารสัตว์เล็ก. ใน การใช้วัสดุในท้องถิ่นเป็นอาหารสัตว์, รายงานการประชุมเชิงปฏิบัติการทางวิชาการโครงการอาหารสัตว์ไทยเยอรมัน, หน้า 55-68, ภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

จันหลักขณา, จรัญ. (2523). สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด. กรุงเทพฯ.

ตั้งทวีวัฒน์, สุชน. และ ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม. (2535). การใช้กากงาทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารสัตว์ปีก. 1 ไก่สาว และนกกระทาไข่. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการ สาขาสัตวศาสตร์, หน้า 145-160. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Aboul, E.S.S., Samy, M.S., Sherif, S.U. and Farid, F.A. (1986). Amino acids of some feed ingredients commonly used in poultry rations. Ann. Agric. Sci. (Cairo) 31(2) : 1649-1662.

Abrams, J.T. (1966). Recent Advance in Animal Nutrition. J & A Churchill Ltd. London, UK.

Baghel, R.P.S. and Netke, S.P. (1987). Economic broiler ration based on vegetable proteins. Indian J. Anim. Nutr. 4(1): 24-27.

Bell, D.E., Ibrahim, A.A., Denton, G.W., Long, G.G. and Bradley, G.L. (1990). An evaluation of sesame seed meal as a possible substitute for soybean oil meal for feeding broilers. Poultry Sci. 69 (Suppl.1): 157.

Brito, O.J. and Nunez, N. (1982). Evaluation of sesame flour as a complementary protein source for combinations with soy and corn flours. J. Food Sci. 47:457-460.

Canale, A., Turi, R.M. and Valente, M.E. (1975). Apparent digestibility of the animo acids of sunflower and sesame oilmeals by hens. Rivista di Zootecnia e Veterinaria No 4, p 335-343.

Doran, B.H., Krueger, W.F. and Bradley, J.W. (1982). The feasibility of phase feeding sulphur animo acids to egg production stock during the laying period. Poultry Sci. 61(7) : 1453.

Gohl, B. (1981). Tropical Feeds. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.

Hassan, O.E.M. (1974). Utilization of tropical feedingstuffs in the nutrition of modern commercial laying stock. Tropical Agri. 51(4):569-573.

Heo, C.K., Lee, J. Y. and Lee, Y.C. (1990). Feeding value of various plant oil meals as a substitution of soybean meals in broiler diet. Korean J. Anim. Nutr. Feedst. 14(1):14-19.

Hossain, M.A. and Jauncey, K. (1989). Studies on the protein, energy and amino acid digestibility of fish meal, mustard oilcake, linseed and sesame meal for common carp *(Cyprinus carpio* L.). Aquaculture 83 (1-2): 59-72.

Lease, J.G. (1972). Effect of histidine in tibia alkaline phosphatase of chicks fed zinc-deficient sesame meal diets. J. Nutr. 102(10): 1323-1330

Lease, J.G. and Williams, W.P. Jr. (1967). Availability of zinc and comparison of *in vitro* and *in vivo* zinc uptake of certain oil seed meals. Poultry Sci. 46:233-241.

Lennerts. L. (1989). Sesame cake/expeller and sesame oilmeal. Muhle + Mischfuttertechnik 126(17): 240-241.

NRC (National Research Council). (1984). Nutrient Requirements of Poultry, 8th Ed. National Academy Press. Washington, D.C., USA.

Spindler, M., Stadler, R. and Tanner, H. (1984). Amino acid analysis of feedstuffs : Determination of methionine and cystine after oxidation with performic acid and hydrolysis. J. Agric. Food Chem. 32:1366-1371.

Yamazaki, M. and Kamata, H. (1986). Amino acid availability of feed ingredients for poultry. Japanese Poultry Sci. 23(3): 147-156.