

## การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารสัตว์

สุธา วัฒนสิทธิ์<sup>1</sup> และ เสาวนิต กุประเสริฐ<sup>2</sup>

### Abstract

Watanasit, S. and Kuprasert, S.

#### Use of palm kernel cake for animal feed

Songklanakar J. Sci. Technol., 2001, 23(Suppl.): 741-752

Palm kernel cake (PKC), a by-product from the palm-oil industry, has the potential for use as a feed ingredient. Crude protein, fiber and metabolizable energy contents of PKC are 12-18%, 18-13% and 1,940-2,490 kcal/kg, respectively. Availability of amino acid in PKC are approximately 60-70% for chickens and 65-70% for pigs. With fat supplementation, PKC can be used up to 20% in broiler diet and can be increased to 30-40% with further addition of methionine and lysine. For the diets of pullets and laying hen, PKC can be used 30% and 20% respectively if supplemented with fat, methionine and lysine. PKC can be used 30% in diet for grower (30-60 kg) and 50% in diet for finisher pigs (60-90 kg.), respectively, if supplemented with lysine and cane molasses.

**Key words :** palm kernel cake, broiler, pullet, laying hen, pig

Department of Animal Sciences, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90112 Thailand

<sup>1</sup>วท.ม.(สัตวศาสตร์), ผู้ช่วยศาสตราจารย์ <sup>2</sup>วท.ม.(เกษตรศาสตร์), รองศาสตราจารย์, ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

Corresponding e-mail: wasutha@ratree.psu.ac.th

### บทคัดย่อ

สุธา วัฒนสิทธิ์<sup>1</sup> และ เสาวนิต คูประเสริฐ<sup>2</sup>  
การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารสัตว์  
ว.สงขลานครินทร์ วทท. 2544 23(ฉบับพิเศษ): 741-752

กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มที่มีศักยภาพสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ ส่วนประกอบทางเคมีและการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน พบว่ามีโปรตีนเฉลี่ย 12-18% พลังงานใช้ประโยชน์ (ME) 1,940-2,490 กิโลแคลอรี/กก. เยื่อใย 13-18% กรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้มีค่าเฉลี่ย 60-70% สำหรับไก่ และ 65-70% สำหรับสุกร กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันมีเมทไธโอนีน ไลซีน และทริฟโตเฟนต่ำ ระดับที่เหมาะสมของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสำหรับไก่เนื้อในระยะการเจริญเติบโต 0-4 และ 4-8 สัปดาห์ คือ 20% โดยมีการเสริมไขมัน และ 30-40% โดยการเสริมไขมันร่วมกับกรดแอมิโนเมทไธโอนีน และไลซีน สามารถใช้ได้ 30% ในไก่ไข่ ในระยะไข่สาว (2-16 สัปดาห์) และ 20% ในระยะไข่โต โดยมีการเสริมไขมันและกรดแอมิโนเมทไธโอนีนและไลซีน ส่วนสุกรระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมคือ 30% ในสุกรน้ำหนัก 30-60 กก. และ 50% ในสุกรน้ำหนัก 60-90 กก. โดยมีการเสริมกากน้ำตาลและกรดแอมิโนไลซีน

การเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทยในปัจจุบัน ต้นทุนในการผลิตส่วนใหญ่ประมาณ 60-70% เป็นค่าอาหาร ราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ในปัจจุบันมีแนวโน้มที่สูงขึ้นเรื่อยๆ การนำเอาวัสดุเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือผลพลอยได้จากการเกษตรในท้องถิ่น ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้อยู่เดิม และราคาถูกมาใช้ทดแทนในสูตรอาหารสัตว์ จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการช่วยลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ให้ถูกลงได้ และการศึกษาวิจัยหาแหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดใหม่ที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้เป็นอาหารสัตว์ควรให้มากขึ้น

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจของภาคใต้ของประเทศไทย อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มได้ขยายตัวอย่างรวดเร็ว โดยในปี พ.ศ. 2530 มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน 512,500 ไร่ ผลผลิต 695,000 ตัน จังหวัดที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันมากที่สุด ได้แก่ กระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร สตูล และตรัง ตามลำดับ ซึ่งเมื่อรวมเนื้อที่เพาะปลูกทั้งหมดแล้ว พบว่ามีเนื้อที่ประมาณ 95.46% ของเนื้อที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันทั้งประเทศ ในปี พ.ศ. 2531 ผลผลิตปาล์มสดทั้งหมดเท่ากับ 881,590 ตัน (เกษตรและสหกรณ์, กระทรวง, 2532 อ้างโดย จารุวรรณ, 2538) และเพิ่มขึ้นเป็น 2,640,000 ตัน ในปี พ.ศ. 2541 ตามลำดับ (เกษตร

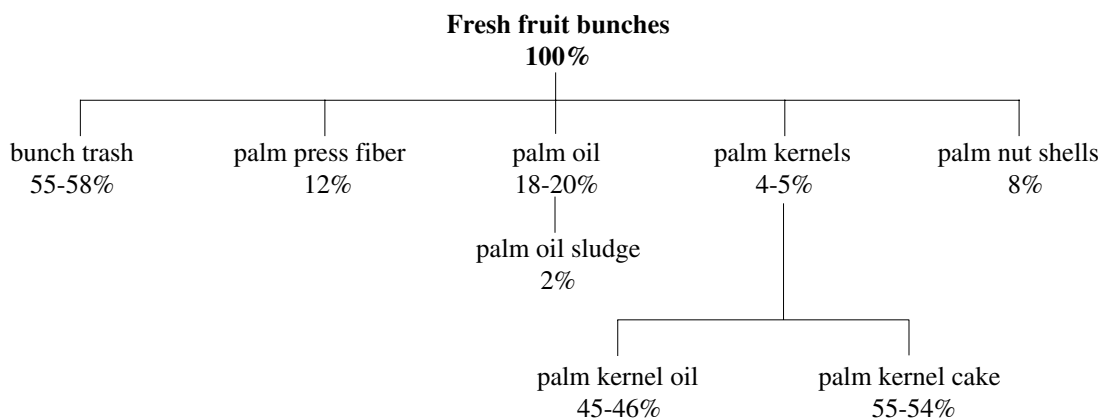
และสหกรณ์, กระทรวง, 2542) ดังนั้นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันที่ได้จากการหีบผลปาล์มเพื่อนำน้ำมันปาล์ม มีปริมาณมากขึ้นเป็นลำดับ เพราะผลผลิตปาล์มที่เพิ่มขึ้นทุกปี กากปาล์มน้ำมัน (oil palm meal: OPM) และกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (palm kernel meal: PKM หรือ palm kernel cake: PKC) ซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือหรือผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมหีบปาล์มน้ำมันที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงพอสมควร หาได้ง่าย และมีราคาถูกซึ่งสามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้ นับว่าเป็นทางเลือกใหม่ที่อาจจะช่วยลดต้นทุนในการเลี้ยงสัตว์

### กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน

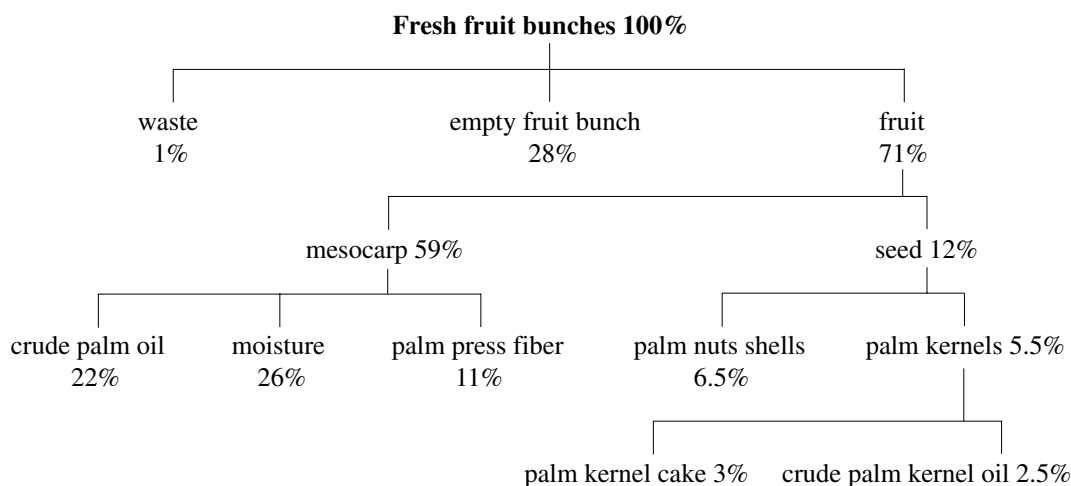
กระบวนการหีบผลปาล์มน้ำมัน จะมีผลผลิตและผลพลอยได้ดังแสดงใน Figure 1 และ 2 กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ได้จากการสกัดน้ำมันจากเนื้อเมล็ดในปาล์มมีประมาณ 45-46%

### ส่วนประกอบทางเคมีและการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน

กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เป็นส่วนที่ได้จากการนำเมล็ดปาล์มที่กระเทาะเอากะลาออกแล้วนำมาสกัดน้ำมัน กากที่ได้จึงเป็นส่วนเนื้อเมล็ดในปาล์ม ซึ่งคุณค่าทางโภชนา



**Figure 1** Approximate amounts of principal products and by-products from the oil palm.  
Source: Devendra (1977)



**Figure 2** Approximate amounts of principal products and by-products from the oil palm.  
Source: ชมรมเพื่อพัฒนามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2529)

และการใช้ประโยชน์ได้ขึ้นอยู่กับกระบวนการสกัดน้ำมันคือ มีโปรตีนประมาณ 18-19% ไขมันประมาณ 5% และเยื่อใยประมาณ 13% แต่โรงงานในประเทศไทยยังไม่สามารถแยกกะลาออกได้หมด กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ได้จึงมีโปรตีนต่ำและเยื่อใยสูงคือ มีโปรตีนประมาณ 10.8% ไขมันประมาณ 10.3% และเยื่อใยประมาณ 27.2% (จารุรัตน์, 2528) อย่างไรก็ตามกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันนั้น จะมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันไปตามชนิดของ

ปาล์มน้ำมันและกรรมวิธีในการสกัดน้ำมัน ซึ่งกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในประเทศไทยเป็นชนิดที่ได้จากการหีบผลปาล์มด้วยเกลียวอัด (นิวัต, 2531) มีกะลาที่แตกออกมาจากเมล็ดในปาล์มปะปนอยู่ในปริมาณค่อนข้างสูง (วินัย และคณะ, 2528) กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ได้จากการสกัดน้ำมันด้วยสารเคมี (solvent extracted palm kernel meal) จะมีโปรตีนในปริมาณที่สูงกว่า (Yeong, 1981) ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีของกากเนื้อเมล็ดในปาล์ม

น้ำมันทั้ง 2 ชนิด ได้แสดงไว้ใน Table 1 สำหรับองค์ประกอบของกรดแอมิโนในกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ได้แสดงใน Table 2

กรดแอมิโน  
Nwokolo และคณะ (1976) ได้รายงานการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโน (amino acid availability)

**Table 1 Composition of palm kernel cake (% dry matter basis)**

Processing	DM	CP	CF	EE	Ash	NFE	Ca	P	GE	Reference
Screw press	90.20	16.63	14.97	14.55	4.82	49.03	0.31	0.82	-	ยุทธนา และสมเกียรติ (2532)
Screw press	93.89	13.51	15.11	16.16	3.11	52.11	0.20	0.70	5,584	เสาวนิต และคณะ (2530)
Screw press	91.90	11.75	29.65	11.21	3.06	44.33	0.19	0.44	-	วินัย และคณะ (2526)
Screw press	93.89	13.78	15.11	16.72	3.10	51.29	0.18	0.69	5,485	วินัย และคณะ (2528)
Screw press	94.85	14.11	16.22	23.77	3.22	42.68	0.22	0.56	5,442	ทวิศักดิ์ (2529)
Screw press	90.89	18.58	10.46	6.77	4.22	59.97	0.28	0.79	-	Fetuga <i>et al.</i> (1977)
Screw press	92.48	15.59	15.17	11.25	4.57	53.43	0.27	0.61	5,046	ประพจน์ (2543)
Solvent extracted	90.30	16.00	15.70	0.80	4.00	63.50	0.29	0.79	3,728	Yeong (1981)
Solvent extracted	90.00	20.56	16.67	1.89	4.33	56.55	0.31	0.67	4,478	Wiseman (1987)
Solvent extracted	90.00	19.00	-	2.00	4.00	-	-	-	-	McDonald <i>et al.</i> (1981)
Solvent extracted	90.75	18.70	10.34	6.74	-	-	0.28	0.74	-	Babatunde <i>et al.</i> (1975)
Solvent extracted	91.90	11.75	29.65	11.21	3.06	44.33	0.20	0.44	-	Nwokolo <i>et al.</i> (1976)
Solvent extracted	92.00	21.30	17.50	7.80	5.00	40.40	-	-	-	Nwokolo <i>et al.</i> (1977)
Solvent extracted	90.20	12.45	14.97	14.55	4.82	53.22	-	-	-	ยุทธนา (2530)
Solvent extracted	87.18	8.12	35.00	7.10	5.22	44.15	-	-	-	สมพงษ์ (2526)

**Table 2 Amino acid composition of palm kernel cake. (% dry matter basis)**

	Amino acid (%)					
	1	2	3	4	5	6
Lysine	0.48	0.73	0.71	0.69	0.59	0.42
Methionine	-	0.36	0.33	0.47	0.30	0.22
Methionine+Cystine	0.55	0.78	0.60	-	0.50	-
Tryptophan	0.15	0.21	0.21	-	0.17	-
Threonine	0.49	0.68	0.70	0.66	0.55	0.51
Leucine	0.99	1.29	1.19	1.23	1.11	0.82
Iso-leucine	0.48	0.77	0.61	0.60	0.62	0.49
Valine	0.66	1.11	0.98	0.43	0.93	0.66
Histidine	0.26	0.53	0.44	0.41	0.29	0.35
Arginine	1.86	2.84	2.79	2.68	2.18	0.81
Phenylalanine	-	-	0.72	0.82	0.73	0.53
Phenylalanine+Tyrosine	1.17	1.28	1.28	1.40	1.11	0.92
Glycine	-	1.94	1.91	1.81	1.51	1.11

ที่มา: 1 ดัดแปลงจาก ยุทธนา และสมเกียรติ (2532), 2 ดัดแปลงจาก Wiseman (1987), 3 ดัดแปลงจาก Babatunde และคณะ (1975), 4 ดัดแปลงจาก Nwokolo และคณะ (1976), 5 ดัดแปลงจาก Yeong (1981) และ 6 ดัดแปลงจาก ประพจน์ (2543)

ของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในไก่กระต่ายระยะเจริญเติบโต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 84.5% (63.3-93.2%) เมื่อเปรียบเทียบกับกากถั่วเหลืองและกากเมล็ดฝ้าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 97.3 และ 92.5% ตามลำดับ การใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนชนิดต่างๆ แสดงดัง Table 3

Hutagalung และคณะ (1983) อ้างโดยนิวัต (2531) พบว่ากากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันชนิดหีบด้วยเกลียวอัด ซึ่งมีโปรตีนรวม 12.9% มีกรดแอมิโนไลซีน 0.53% ไก่สามารถใช้ประโยชน์ได้ประมาณ 59% เท่านั้น

**พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy, ME)**

การใช้ประโยชน์ได้ของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันนั้น Oluyemi และคณะ (1976) รายงานว่ากากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ซึ่งมีพลังงานรวม (gross energy: GE) 4,460 กิโลแคลอรี/กก. ให้พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) โดยทดลองกับไก่เพศผู้โตเต็มวัย พันธุ์เล็กฮอร์นสีขาว (White Leghorn) ประมาณ 2,740 กิโลแคลอรี/กก. คิดเป็น 61.43% ของพลังงานรวม และจากการศึกษาของ Onwudike (1986 a) อ้างโดย นิวัต (2531) รายงานว่ากากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ซึ่งมีพลังงานรวม 4,355 กิโลแคลอรี/กก. ให้พลังงานใช้ประโยชน์ได้โดยทดลองกับไก่ประมาณ 2,641 กิโลแคลอรี/กก. ซึ่งคิดเป็น 60.7%

ของพลังงานรวม จากรายงานของ Nwokolo และคณะ (1977) อ้างโดย นิวัต (2531) กล่าวว่า กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันนั้น มีพลังงานรวมเท่ากับ 4,680 กิโลแคลอรี/กก. ให้พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยทดลองกับไก่กระต่าย 2,796 กิโลแคลอรี/กก. และประพจน์ (2543) ได้ศึกษาพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง (true metabolizable energy: TME) ของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในไก่พันธุ์ไฮเซคบราวน์ พบว่ามีค่า 2,496 กิโลแคลอรี/กก. นอกจากนี้ Yeong (1981) รายงานว่า การย่อยได้ของโภชนะต่างๆ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในไก่กระต่ายพันธุ์ Arbor Acre อายุ 3 สัปดาห์ มีค่าดังแสดงใน Table 4

**การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเป็นอาหารสัตว์**

**การใช้ในอาหารไก่กระต่าย**

Armas และ Chicco (1977) อ้างโดย Yeong (1981) ได้ทดลองเลี้ยงไก่กระต่ายโดยใช้สูตรอาหารที่มีส่วนประกอบของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 15, 30 และ 45% มีการเสริมและไม่เสริมกรดแอมิโนแอล-ไลซีน และดีแอล-เมทไทโอนีน เปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ไม่มีส่วนประกอบของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน สูตรอาหารทุกสูตรมีระดับของโปรตีนและพลังงานเท่ากัน ผลการ

**Table 3 Amino acid availability of palm kernel cake. (% dry matter basis)**

	Amino acid availability (%)				
	Swine <sup>1</sup>	Chicken <sup>2</sup>	Chicken <sup>3</sup>	Chicken <sup>4</sup>	Chicken <sup>5</sup>
Lysine	65.27	90.0	58.6	58.9	49.85
Methionine	83.95	91.4	72.1	83.7	78.84
Threonine	86.26	86.5	60.7	69.2	75.85
Leucine	77.49	88.5	66.7	85.0	72.53
Iso-leucine	74.34	86.1	64.9	81.0	65.95
Valine	70.51	68.4	62.8	80.1	61.00
Histidine	48.29	90.1	66.8	80.3	25.61
Arginine	89.48	93.2	87.0	88.6	61.70
Phenylalanine	74.06	90.5	70.4	85.3	66.56

ที่ 1: ดัดแปลงจาก ยุทธนา และสมเกียรติ (2532), 2 ดัดแปลงจาก Wiseman (1987), 3 ดัดแปลงจาก Babatunde และคณะ (1975), 4 ดัดแปลงจาก Nwokolo และคณะ (1976) 5 ดัดแปลงจาก ประพจน์ (2543)

**Table 4 Digestion coefficients and TME values of palm kernel cake.**

	Digestion Coefficients				True Metabolizable Energy (TME) (kcal/kg) <sup>1</sup>	
	DM	CP	CF	EE	TME	TME <sup>2</sup>
Solvent extracted PKC	35.2	58.0	25.4	99.9	1,760	-
Screw press PKC	38.0	76.3	11.4	94.6	1,939	2,496

**Source:** 1. Yeong (1981)  
2. ประพจน์ (2543)

ทดลองพบว่า ไก่ทดลองที่ได้รับสุรอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 45% (ไม่เสริมกรดแอมิโน) ในสุรอาหาร มีอัตราการเจริญเติบโตที่อายุ 4 และ 6 สัปดาห์ต่ำกว่าไก่ทดลองกลุ่มอื่นๆ แต่การเสริมกรดแอมิโนแอล-ไลซีน และดีแอล-เมทไธโอนีน สามารถทำให้การเจริญเติบโตของไก่ดีขึ้น และถ้าหากใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับสูงขึ้นในสุรอาหาร จะทำให้ประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่กระทงลดลง

Yeong (1981) รายงานว่า ระดับที่เหมาะสมที่สุดของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสุรอาหารไก่กระทงในช่วงอายุ 0-6 สัปดาห์ คือ ที่ระดับ 20% แต่กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันมีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ต่ำ จึงควรเพิ่มแหล่งของพลังงานอื่นๆ เช่น ไขมันสัตว์หรือไขมันพืชลงไป ในสุรอาหาร เพื่อให้เพียงพอกับความ ต้องการเมื่อระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ใช้ในสุรอาหารสูงขึ้น

สุธา และคณะ (2534) ได้ทำการศึกษาการเสริมไขมันในสุรอาหารไก่กระทงที่มีระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสูง 30 และ 40% ระยะ 0-4 สัปดาห์ เสริมไขมันในอาหาร 3 ระดับ คือ 0 2.5 และ 7.5% และ 0, 4 และ 8.5% ในระยะ 4-6 สัปดาห์ โดยมีระดับพลังงานในอาหาร 2,800 3,000 และ 3,200 กิโลแคลอรี/กก. ผลการทดลองพบว่า การเสริมไขมันในอาหารที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับสูง 30 และ 40% สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่กระทงให้ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับไม่เสริมไขมัน สอดคล้องกับรายงานของ Yeong และ Mukherjee (1983) อ้างโดย นีวัต (2531) ที่รายงานว่ กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน

สามารถใช้เลี้ยงไก่กระทงได้ถึง 20% ในสุรอาหารที่ใช้ข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเป็นส่วนผสมหลัก และการเสริมน้ำมันปาล์ม 9 หรือ 12% ทำให้ประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีกว่าเมื่อเสริมน้ำมันปาล์ม 6%

Onwudike (1986 b) อ้างโดย นีวัต (2531) รายงานว่า ระดับที่เหมาะสมของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารไก่กระทงในช่วงอายุ 0-6 สัปดาห์นั้นคือ ที่ระดับ 28% โดยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ซึ่มีโปรตีน 19.2% และมีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 2,652.5 กิโลแคลอรี/กก.

วินัย และคณะ (2526) ทำการทดลองใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเป็นอาหารไก่กระทงที่ระดับ 0, 5, 10, 20, 30 และ 40% ในสุรอาหาร พบว่าสามารถใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสุรอาหารไก่กระทงได้ถึง 20% ในไก่เล็ก (ระยะ 0-4 สัปดาห์) และ 30% ในไก่ใหญ่ (ระยะ 4-8 สัปดาห์) โดยไม่ทำให้ประสิทธิภาพในการใช้อาหารต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่ผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่ำ การใช้ระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่สูงขึ้นกว่าจะทำให้ประสิทธิภาพในการใช้อาหารด้อยลง ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณเยื่อใยที่สูงขึ้นและระดับพลังงานในอาหารลดต่ำลง

สุธา และคณะ (2535) ได้ทำการศึกษาระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารไก่กระทงโดยเสริมไขมัน 6 และ 9% พบว่าสามารถใช้ได้ในระดับ 20% สำหรับไก่อายุ 0-4 สัปดาห์ และ 40% ในไก่อายุ 4-6 สัปดาห์ ตามลำดับ

สุธา และวินัย (2539) ได้ศึกษาถึงระดับกรดแอมิโนที่มีอยู่อย่างจำกัดในกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน โดยการ

เสริมกรดแอมิโนเมทไธโอนีนในสูตรอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสำหรับไก่กระทง ซึ่งแบ่งระยะการเจริญเติบโตของไก่ออกเป็น 2 ระยะคือ 0-4 และ 4-6 สัปดาห์ ใช้อาหารที่มีส่วนประกอบของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน 5 ระดับ คือ 0, 30, 40, ไม่เสริมเมทไธโอนีน 30 และ 40% เสริมเมทไธโอนีน ตามลำดับ พบว่าสามารถใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันได้ 20 และ 30% โดยมีการเสริมกรดแอมิโนเมทไธโอนีน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าการเสริมกรดแอมิโนที่ขาดและปรับระดับพลังงานสามารถใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน โดยไม่มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการใช้อาหารด้อยลง

ประพจน์ (2543) ทำการศึกษาระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารไก่กระทง 4 ระดับ คือ 0, 20, 30 และ 40% ในไก่อายุ 0-3, 3-6 และ 6-8 สัปดาห์ พบว่าระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมสำหรับช่วงอายุต่างๆ คือ 20, 20 และ 40% ตามลำดับ โดยที่น้ำหนักตัวเพิ่ม และประสิทธิภาพในการใช้อาหารไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม โดยสูตรอาหารที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันมีการเสริมกรดแอมิโน เมทไธโอนีน ไลซีน ทรีโอนีน และทริโทเฟนครบถ้วนตามคำแนะนำของ NRC (1994)

#### การใช้ในอาหารไก่ไข่

Yeong (1981) ได้ทดลองใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40% ในอาหารไก่ไข่ ในช่วงอายุ 26-56 สัปดาห์ พบว่าการใช้ในระดับ 20% ในอาหารทำให้ผลผลิตไข่ (เปอร์เซ็นต์การไข่) และมวลไข่สูงกว่า และมีประสิทธิภาพการใช้อาหาร (ปริมาณอาหารที่กิน/มวลไข่) ดีกว่าใช้ในระดับ 30 และ 40% ในส่วนของคุณภาพไข่ พบว่าการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันทุกระดับไม่มีผลเสียต่อเปอร์เซ็นต์ของไข่แดงและไข่ขาว ค่าออกยูนิต ความหนาของเปลือกไข่ ยกเว้นเรื่องสีของไข่แดง ถ้าระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น สีของไข่แดงจะมีสีเหลืองจางลง

เสาวนิต และคณะ (2541) ได้ทดลองใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันแทนข้าวโพดในอาหารไก่ไข่ในระยะเจริญเติบโตในช่วงอายุ 2-16 สัปดาห์ โดยใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 10, 20 และ 30% (ไม่เสริมเมทไธโอนีน และไลซีน) และ 10, 20 และ 30% (เสริม

เมทไธโอนีนและไลซีน) พบว่าสามารถใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันได้ในระดับ 30% (เสริมเมทไธโอนีนและไลซีน) โดยไม่มีผลเสียต่อคุณลักษณะต่างๆ ของไข่ และทำให้ลดปริมาณข้าวโพดลงได้ 56% ของสูตรควบคุม นอกจากนี้ เสาวนิต และคณะ (2544) รายงานว่าการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเป็นอาหารไก่ไข่ระยะให้ไข่ในช่วงอายุ 18-33 สัปดาห์ โดยใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 10, 20 และ 30% (ไม่เสริมเมทไธโอนีนและไลซีน) และ 10, 20 และ 30% (เสริมเมทไธโอนีนและไลซีน) พบว่าไก่ที่ได้รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 10 และ 20% (เสริมกรดแอมิโน) มีอายุการให้ไข่ฟองแรกเร็วกว่ากลุ่มอื่น และไก่ที่ได้รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 20% (เสริมกรดแอมิโน) มีเปอร์เซ็นต์ไข่สูงสุด ส่วนคุณภาพสีของไข่แดงจะมีสีเหลืองจางลงตามระดับที่เพิ่มขึ้นของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหาร อย่างไรก็ตามโดยภาพรวมแล้ว พบว่าการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 20% (เสริมกรดแอมิโน) เป็นระดับที่เหมาะสมที่ไม่ทำให้เกิดผลเสียต่อสมรรถนะการให้ไข่ และสามารถลดปริมาณการใช้ข้าวโพดลงได้ 40% ของสูตรควบคุม

#### ข้อจำกัดในการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารไก่

กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่สามารถใช้เป็นอาหารในไก่ได้ดี แต่มีข้อจำกัดในเรื่องระดับการใช้ ซึ่งนั่นก็คือ กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันจะมีปริมาณเยื่อใยที่สูง และเมื่อใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารที่ระดับสูงขึ้น ก็จะมีปริมาณเยื่อใยในอาหารสูงขึ้น ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการใช้อาหารต่ำลง (สุธา และคณะ, 2534) และยังส่งผลทำให้การย่อยได้ของสัตว์ลดลงหรือประสิทธิภาพในการย่อยได้ต่ำ (McDonald *et al.*, 1981)

ข้อจำกัดในการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันอีกอย่างหนึ่งก็คือ กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันนั้น จะมีกรดแอมิโนที่จำเป็น โดยเฉพาะกรดแอมิโนไลซีน ทรีโอนีน และเมทไธโอนีนในปริมาณที่ไม่เพียงพอกับความต้องการของสัตว์ ดังนั้นการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารไก่กระทงเป็นแหล่งโปรตีนให้มีประสิทธิภาพหรือใช้ได้ดี

ควรมีการเสริมโปรตีนจากแหล่งอื่นๆ ด้วย (Nwokolo *et al.*, 1976)

นอกจากนี้ระยะเวลาในการเก็บรักษากากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันก็มีผลต่อคุณภาพของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ซึ่งทำให้คุณภาพของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันลดต่ำลง และลดระดับการใช้ในสูตรอาหารลงได้ โดยเมื่อเก็บรักษากากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันไว้เป็นระยะเวลาที่นานขึ้น ทำให้ค่าของความชื้นมีแนวโน้มสูงขึ้น มีค่าของโปรตีนแตกต่างกันไม่มากนักและค่าของไขมันมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงมาก และมีกรดไขมันโอเลอิกและกรดไขมันลิโนเลอิกในปริมาณที่สูง จึงอาจเป็นไปได้ว่าเมื่อเก็บไว้นานๆ ทำให้กรดไขมันทั้งสองนี้เปลี่ยนแปลงไปเป็นสารอัลดีไฮด์และสารคีโตน ซึ่งสารทั้ง 2 ชนิดนี้ หากเกิดขึ้นในปริมาณมากทำให้มีกลิ่นเหม็นหืน และถ้าเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลานานประมาณ 3 เดือน จะมีตัวมอดและแมลงเกิดขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นตัวทำลายวัตถุดิบอาหารสัตว์ด้วย ดังนั้นไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 3 เดือน (เสาวนิต และคณะ, 2530)

#### การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารสุกร

ยุทธนา (2530) ได้ทำการศึกษาระดับการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเพื่อทดแทนระดับรำละเอียดในอาหารสุกร 5 ระดับ คือ 0, 10, 20, 25 และ 30% ในสูตรอาหารสุกรขุน (น้ำหนัก 37-95 กก.) พบว่าสามารถใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารสุกรขุนได้ถึง 30% โดยมีอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ตลอดจนต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กก. ต่ำกว่าสูตรอาหารควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ส่วนคุณภาพซากไม่ว่าจะเป็นเปอร์เซ็นต์ซากอ่อน พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันเปอร์เซ็นต์ตะโพก และความหนาแน่นสันหลังไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารควบคุม

ทวีศักดิ์ (2543) ได้ศึกษาระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน 4 ระดับ คือ 0, 20, 35 และ 50% เพื่อทดแทนปลายข้าวในสูตรอาหารสุกรขุน 2 ระยะ คือ 30-60 และ

60-90 กก. โดยมีการเสริมกรดแอมิโนไลซีนและกากน้ำตาลในสูตรอาหารที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ผลการทดลองพบว่า สามารถใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันได้ 35% ในสุกรระยะ 30-60 กก. และ 50% ในระยะ 60-90 กก. โดยไม่ทำให้อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารแตกต่างกับสุกรที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม นอกจากนี้มีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวต่ำกว่า สำหรับคุณภาพซากพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ระหว่างสุกรที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมเมื่อเปรียบเทียบกับที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันทุกระดับ

#### การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

การเลี้ยงโคเนื้อและโคนมในประเทศไทยปัญหาสำคัญคือผู้เลี้ยงใช้อาหารหยาบคุณภาพต่ำในการเลี้ยง ทำให้ต้องเสริมอาหารชั้นที่มีคุณภาพสูงในปริมาณมาก ซึ่งทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงไปด้วย การปลูกสร้างแปลงหญ้าของเกษตรกรในภาคใต้มีค่อนข้างน้อย ดังนั้นการนำผลพลอยได้จากการเกษตรและอุตสาหกรรมที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ ทั้งเพื่อใช้เป็นอาหารหยาบและอาหารชั้น น่าจะเป็นแนวทางที่สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ ซึ่งในภาคใต้ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันปาล์มได้แก่ กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน

การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น โคเนื้อ-โคนม และแพะ จากการศึกษาของสมิตรา (2543) ได้ศึกษาการย่อยได้ของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในแพะ การย่อยได้ใกล้เคียงกับอาหารชั้นดัง Table 5

จากตารางจะเห็นได้ว่ากากเนื้อเมล็ดในปาล์มน่าจะมีศักยภาพในการพัฒนาคุณภาพเพื่อทดแทนอาหารชั้นโดยตรง นอกจากนี้จากการศึกษาของสมิตรา (2543) พบว่าสามารถใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มในการปรับปรุงการใช้ประโยชน์ของอาหารหยาบคุณภาพต่ำ เช่น ฟางข้าวให้เป็นอาหารหยาบคุณภาพดี โดยการหมักฟางข้าวร่วมกับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 30% หมักด้วยยูเรีย 6% ทำให้การย่อยได้ของวัตถุดิบ OM (อินทรีย์วัตถุ) และ CP (โปรตีน) สูงขึ้น



**Table 5 Digestibility of palm kernel cake and concentrate.**

	PKC	Concentrate
DM	74.22	81.07
OM	74.32	60.87
CP	78.37	83.56
NDF	70.28	75.99
ADF	61.36	51.03

ที่มา: สุมิตรา (2543)

### แนวทางการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน

เนื่องจากการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารไก่กระตังนั้น มีข้อจำกัดดังที่ได้อธิบายมาแล้วข้างต้น ทำให้สามารถใช้อากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันได้ในระดับต่ำ ดังนั้นแนวทางในการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เพื่อเพิ่มระดับการใช้ในสูตรอาหารสามารถกระทำได้โดยการเพิ่มระดับพลังงานใช้ประโยชน์โดยการเสริมไขมันพืชหรือไขมันสัตว์ลงในสูตรอาหาร (สุธา และคณะ, 2534) การปรับปรุงกรรมวิธีในการแยกกะลาออกให้หมด เพื่อลดปริมาณเยื่อใยในกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ทำให้สัตว์สามารถใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น (วินัย และคณะ, 2528) การเสริมกรดแอมิโนสังเคราะห์ (เมทไธโอนีน) ลงในสูตรอาหารให้ครบตามความต้องการของสัตว์ จะสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ระดับหนึ่ง เนื่องจากเมทไธโอนีนเป็นกรดแอมิโนที่จำกัดอันดับที่ 1 และการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนในกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันต่ำ (สุธา และวินัย, 2539)

แนวทางการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์อีกทางหนึ่งก็คือ การใช้จุลินทรีย์ในธรรมชาติ ซึ่งสามารถสังเคราะห์โปรตีนได้เมื่อนำมาเลี้ยงในอาหาร และปรับสภาพให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แต่ละชนิด โปรตีนที่ได้จากพวกจุลินทรีย์เรียกว่า "จุลินทรีย์โปรตีน" (single cell protein) ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ จุลินทรีย์ที่ใช้ผลิตโปรตีนโดยทั่วไป มีทั้งแบคทีเรีย รา ยีสต์ รวมทั้งสาหร่ายเซลล์เดียวด้วย จากการศึกษาการใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารไก่

กระตัง ซึ่งเตรียมโดยการนำเอามันสำปะหลังหมักด้วยเชื้อรา *Aspergillus niger* และเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ปรากฏว่ามีโปรตีนรวมสูงขึ้นจาก 2.5% เป็น 9.5% และเมื่อนำไปทดลองใช้ผสมในอาหารไก่กระตังพบว่าสามารถเลี้ยงไก่กระตังได้ทุกอายุของไก่ โดยไม่เป็นอันตราย (รณชัย, 2530) นอกจากนี้ Newman และคณะ (1985) รายงานว่าการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาของข้าวบาร์เลย์ โดยการหมักกับเชื้อรา *Rhizopus oligosporus* นั้น สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงขึ้นจาก 14.4% เป็น 16.3% อย่างไรก็ตามจากแนวทางดังกล่าวสามารถปรับปรุงกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันให้มีปริมาณโปรตีนสูงขึ้นโดยการใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตจุลินทรีย์โปรตีน จุลินทรีย์ดังกล่าวอาจเป็นพวกเชื้อรา โดยนำจุลินทรีย์เหล่านี้มาเพาะเลี้ยงในกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ซึ่งจุลินทรีย์มีคุณสมบัติที่เติบโตเร็ว จึงอาจทำให้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผ่านกระบวนการหมักมีโปรตีนสูงด้วย และสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งของโปรตีนได้ ซึ่งจากการศึกษาโดยการนำเอากากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันมาทดลองหมักเชื้อรา *Rhizopus sp.* เพื่อใช้เป็นอาหารในไก่กระตัง พบว่ากากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ได้จากการหมักนั้น จะมีโปรตีนสูงขึ้นจาก 13.19% เป็น 16.76% นั่นก็คือ สูงขึ้นประมาณ 3.57% (เสาวนิต และคณะ, 2534)

### สรุป

1. กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เป็นกากที่ได้จากการสกัดน้ำมันจากเนื้อเมล็ดในปาล์ม มีค่าประมาณ 45-46% ของเนื้อเมล็ดในปาล์ม โดยที่ผลิตได้ในประเทศไทยเป็นชนิดที่ได้จากการหีบผลปาล์มด้วยเกลียวอัด
2. กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าทางโภชนาดีพอสมควรคือ มีโปรตีนคุณภาพปานกลาง มีอาร์จินีนสูง แต่มีเมทไธโอนีน ทริฟโตเฟน และไลซีนต่ำ ดังนั้นเมทไธโอนีนจึงเป็นกรดแอมิโนที่จำกัดอันดับที่ 1 มีความสมดุลระหว่างแคลเซียมและฟอสฟอรัส มีค่าการย่อยได้และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนาในกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันต่ำ รวมทั้งมีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ต่ำด้วย

3. การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารไก่กระตัง ระยะ 0-4 สัปดาห์ สามารถใช้ได้ 20% (เสริมเมทไธโอนีน) และ 30-40% (เสริมเมทไธโอนีน) ในระยะ 4-6 สัปดาห์ สำหรับไก่ไข่ระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มที่เหมาะสมคือ 30% ในระยะไก่สาว (2-16 สัปดาห์) และ 20% ในระยะไก่ไข่ โดยเสริมไขมันและกรดแอมิโนเมทไธโอนีนและไลซีน

4. การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารสุกรสามารถใช้ได้ 30% ในสุกรน้ำหนัก 30-60 กก. และ 50% ในสุกรน้ำหนัก 60-90 กก.

5. แนวทางการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เพื่อเพิ่มระดับการใช้ในสูตรอาหารไก่กระตังคือ การเพิ่มระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ การปรับปรุงกรรมวิธี การแยกกะลาออกให้หมด การเสริมกรดแอมิโนสังเคราะห์ (เมทไธโอนีน) และการใช้จุลินทรีย์ในธรรมชาติ โดยเฉพาะการใช้เชื้อ *Rhizopus* sp. ในการหมักกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีน

#### เอกสารอ้างอิง

- เกษตรและสหกรณ์, กระทรวง. 2542. สรุปสถานการณ์การผลิตและการตลาดผลิตผลเกษตรปี 2541 และคาดคะเนแนวโน้มปี 2542. ข่าวเศรษฐกิจการเกษตร. 45: 4-22.
- จารุรัตน์ เศรษฐภักดี. 2528. อาหารสัตว์เศรษฐกิจ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 264 น.
- จารุวรรณ มณีศรี. 2538. การผลิตและการประยุกต์ใช้ไซลานีสและเซลล์จากกากปาล์มและกากสลัดจ์โดยเชื้อ *Aspergillus niger* AT CC 6275. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ชมรมเพื่อพัฒนามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2529. ปาล์ม น้ำมันและอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ประพจน์ มลิวัลย์. 2543. คุณค่าทางโภชนาการของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันและการใช้ในอาหารไก่กระตัง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ทวีศักดิ์ นิยมบัณฑิต. 2529. ผลการใช้กากปาล์มน้ำมันชนิดกระเทาะเปลือกในอาหารสุกรรุ่น-ขุน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทวีศักดิ์ นิยมบัณฑิต. 2543. ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มเสริมด้วยกรดแอมิโนและกากน้ำตาลแทนปลายข้าวในอาหารสุกรรุ่น-ขุน. ว.สงขลานครินทร์ วทท. 22(3): 301-309.
- นิวัต เมืองแก้ว. 2531. ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์ม น้ำมันระดับต่างๆ ในอาหารและการจำกัดอาหารหลังจากไก่ไข่สูงสุดต้องการให้ผลผลิตในไก่ไข่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยุทธนา ศิริวิธนนกุล. 2530. ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มในอาหารต่อการเจริญเติบโตและลักษณะซากของสุกร. ว.สงขลานครินทร์ 9: 437-443.
- ยุทธนา ศิริวิธนนกุล และสมเกียรติ ทองรักษ. 2532. การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเสริมด้วยกรดแอมิโนสังเคราะห์แทนรำข้าวในอาหารสุกรระยะเจริญเติบโต (20-60 กก.). ว.สงขลานครินทร์ 11(1): 29-36.
- รณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2530. การใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารไก่กระตัง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วินัย ประถมพิทักษ์, วรวิทย์ วัฒนชาติ, อุดสาห์ จันทร์อำไพ และบุญธรรม พฤษวานิช. 2526. การศึกษาระดับที่เหมาะสมของกากปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารไก่กระตัง. ว.สงขลานครินทร์ 5(4): 331-336.
- วินัย ประถมพิทักษ์, เสาวนิต คูประเสริฐ, สุรพล ชลดำรงศักดิ์ และ สมเกียรติ ทองรักษ. 2528. ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ในอาหารสุกรรุ่น. ว.สงขลานครินทร์ 7(2): 137-144.
- สมพงษ์ เทศประสิทธิ์. 2526. การใช้กากปาล์มน้ำมันในอาหารโครุ่น. ว.สงขลานครินทร์. 5: 227-229.
- สุดารัตน์ เตชะศรีประเสริฐ. 2536. ปาล์ม น้ำมัน. ข่าวเศรษฐกิจการเกษตร, 39(434): 22-23.
- สุมิตรา ลำภาพล. 2543. การใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันหมักด้วยยูเรียเป็นอาหารพื้นฐานสำหรับแพะ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

- สุธา วัฒนสิทธิ์ และวินัย ประถมภ์กาญจน์. 2539. ผลของการเสริมเมทไธโอนีนในสูตรอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสำหรับไก่กระທ. ว.สงขลานครินทร์ 18(2): 177-186.
- สุธา วัฒนสิทธิ์, วินัย ประถมภ์กาญจน์, วีระชัย แสงศิริวรรณ และธานี วาสิการ. 2535. อิทธิพลของระดับโปรตีนและพลังงานต่อการเจริญเติบโตของไก่กระທ ซึ่งได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ. ว.สงขลานครินทร์ 14(1): 9-17.
- สุธา วัฒนสิทธิ์, วินัย ประถมภ์กาญจน์ และศยาม ขุนชำนาญ. 2534. อิทธิพลของไขมันในสูตรอาหารที่มีส่วนประกอบของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสูงต่อการผลิตไก่กระທ. ว.สงขลานครินทร์ 13(3-4): 195-201.
- เสาวนิต คุประเสริฐ, จารุรัตน์ ชินาจริยวงศ์, สุธา วัฒนสิทธิ์ และวรวิทย์ วัฒนชาติ. 2541. การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันแทนข้าวโพดในอาหารไก่ไข่ 1. ไก่ไข่ในระยะเจริญเติบโต. ว.สงขลานครินทร์ วทท. 20(3): 303-311.
- เสาวนิต คุประเสริฐ, จารุรัตน์ ชินาจริยวงศ์, สุธา วัฒนสิทธิ์ และวรวิทย์ วัฒนชาติ. 2544. การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันแทนข้าวโพดในอาหารไก่ไข่ 2. ระยะให้ไข่. ว.สงขลานครินทร์ วทท. 23(3): 343-350.
- เสาวนิต คุประเสริฐ, จารุรัตน์ เศรษฐภักดี, สุธา วัฒนสิทธิ์ และทิพย์รัตน์ พงสภัทรศิริ. 2534. การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันโปรตีนสูงเป็นอาหารไก่กระທ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. (เอกสารไม่ได้ตีพิมพ์)
- เสาวนิต คุประเสริฐ, วินัย ประถมภ์กาญจน์, สุรพล ชลดำรงศักดิ์ และสุจิตร์ ชลดำรงศักดิ์. 2530. ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาที่มีต่อคุณภาพของกากปาล์มน้ำมัน. ว.สงขลานครินทร์ 9(2): 163-167.
- Armas, A.B. and Chicco, C.F. 1977. Use of palm kernel meal of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) in broiler chickens diets. pp. 339-343. cited by Yeong, S.W. 1981. Biological Utilization of Palm Oil By-Products by Chickens. Ph.D Dissertation. University of Malaya.
- Babatunde, G.K., Fetuga, B.L., Odemosu, O. and Oyenuga, V.A. 1975. Palm kernel meal as the major protein concentrate in the diets of pigs in the tropics. J. Sci.Fd. Agric. 26: 1279-1291.
- Dale, N.M. and Fuller, H.L. 1979. Effects of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress 1. Dietary feed levels. Poultry Sci. 61: 1529-1534.
- Devendra, C. 1977. Utilization of feedingstuffs from the oil palm. Proceedings of symposium. (ed. C. Devendra and R.I. Hutagalung), Faculty of Medicine, National University of Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia, 17-19 October 1977. pp. 116-131.
- Fetuga, B.L., Babatunde, G.M. and Oyenuga, V.A. 1977. The value of palm kernel meal in finishing diets for pigs. 1. The effect of varying the proportion of protein contribution from blood meal and palm kernel meal on the performance and carcass quality of finishing pigs. J. Agric. Sci. Camb. 88: 663-669.
- Hutagalung, R.I., Mahyuddin, M.D., Vijcchulata, P., Jalaludin, S. and Zainal, J. 1983. Nutrient availability and utilization of feedstuffs for farm animals. pp. 497-506. cited by นิวัต เมืองแก้ว. 2531. ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ในอาหารและการจำกัดอาหารหลังจากไก่ให้ไข่สูงสุดต้องการให้ผลผลิตในไก่ไข่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- McDonald, P., Edwards, R.A. and Greenhalgh, J.F.D. 1981. Animal Nutrition. Longman, London. 407 p.
- Newman, R.K., Newman, C.W. and Eslick, R.F. 1985. Effect of fungal fermentation and other treatments on nutritional value of waxy barley fed to chicks. Poultry Sci. 64: 1514-1518.
- NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9<sup>th</sup> edition. National Academy Press., Washington, D.C.
- Nwokolo, E.N., Bragg, O.B. and Kitts, W.D. 1976. The availability of amino acids from palm kernel, soybean, cottonseed and rapeseed meal for the growing chick. Poultry Sci. 55: 2300-2304.
- Nwokolo, E.N., Bragg, O.B. and Saben, H.S. 1977. A nutritive evaluation of palm kernel meal for use in poultry rations. Tropical Science. 19: 147-154.
- Oluyemi, J.A., Fetuga, B.L. and Endeley, H.N.L. 1976. The metabolizable energy value of some feed ingredients for young chicks. Poultry Sci. 55: 611-618.

- Onwudike, O.C. 1986 a. Palm kernel meal as a feed for poultry. 1. Composition of palm kernel meal and availability of its amino acids to chicks. pp.179-198. cited by นิวัต เมืองแก้ว. 2531. ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ในอาหารและการจำกัดอาหาร หลังจากไก่ไข่สูงสุดต้องการให้ผลผลิตในไก่ไข่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Onwudike, O.C. 1986 b. Palm kernel meal as a feed for poultry. 2. Diets containing palm kernel meal for starter and grower pullets. pp. 187-194. cited by นิวัต เมืองแก้ว. 2531. ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ในอาหารและการจำกัดอาหาร หลังจากไก่ไข่สูงสุดต้องการให้ผลผลิตในไก่ไข่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Wiseman, J. 1987. Feeding of Non-Ruminant Livestock. Butterworths, London, 214 p.
- Yeong, S.W. 1981. Biological Utilization of Palm Oil By-Products by Chickens. Ph.D. Dissertation. University of Malaya.
- Yeong, S.W. and Mukherjee, T.R. 1983. The effect of palm oil supplementation in palm kernel cake based diets on the performance of broiler chickens. pp. 378-384. cited by นิวัต เมืองแก้ว. 2531. ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ในอาหารและการจำกัดอาหาร หลังจากไก่ไข่สูงสุดต้องการให้ผลผลิตในไก่ไข่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.