เรปซีด (คาโนล่า):

วัตถุดิบแหล่งโปรตีนที่น่าสนใจ 1.สัตว์ปีก

โดย สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์ บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และ ไพฑูรย์ พาสพิษณุ
ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

แหล่งโปรตีนจากพืชที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ปีกและสุกรขณะนี้ ได้แก่ กากจากพืชน้ำมัน โดยเฉพาะกากถั่วเหลือง มีปริมาณการใช้สูงมาก จนการผลิตภายในประเทศไม่พอเพียง ต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศปริมาณไม่ต่ำกว่า 6 แสนตัน (ศูนย์สถิติการเกษตร, 2537) ซึ่งกากถั่วเหลืองที่นำเข้านี้จะมีราคาต่ำกว่ากากถั่วภายในประเทศ รัฐบาลจึงเข้าแทรกแซงด้วยการกำหนดมาตรการต่าง ๆ เช่น การจัดเก็บภาษีนำเข้าเพิ่มพิเศษ (Surcharge tax) หรือการกำหนดโควต้าการนำเข้า เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อช่วยคุ้มครองเกษตรกรผู้ปลูกถั่วเหลืองและโรงงานอัดน้ำมันถั่วเหลืองในประเทศ การที่กากถั่วเหลืองมีราคาแพงนี้ทำให้โรงงานอาหารสัตว์ และเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์เกิดความสนใจในการนำกากพืชน้ำมันชนิดอื่นที่ไม่ถูกควบคุมซึ่งมีราคาถูกกว่า เช่น กากทานตะวัน กากถั่วลิสง กากเรปซีด หรือกากพืชน้ำมันอื่น ๆ มาใช้เป็นอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น กรณีของกากเรปซีดมีการนำเข้าจากประเทศอินเดียและจีนเพิ่มในอัตราสูงมาก กล่าวคือ มีปริมาณการนำเข้าจำนวน 0.23 แสนตันในปี 2532 เพิ่มเป็น 1.03 แสนตันในปี 2535

พืชในกลุ่ม *Brassica* spp มีความสำคัญในแง่เป็นอาหารคนมาตั้งแต่โบราณกาล เช่น กระหล่ำปลี คะน้า หัวผักกาด หัวไช่เท้า กระหล่ำดอก มัสตาด และเรปซีด เป็นต้น สำหรับเรปซีด ตามหลักฐานพบว่าถูกนำเข้าไปปลูกในอินเดียราว ๆ 3,000 ปี ส่วนจีนและญี่ปุ่นคาดว่าประมาณ 2,000 ปีที่ผ่านมา และเชื่อกันว่าแหล่งดั้งเดิมของเรปซีดนี้อยู่แถวเมดิเตอเรเนียน เรปซีดสายพันธุ์ *B. campestris* ถูกนำเข้าไปในแคนาดาประมาณ 60 ปีที่ผ่านมา ส่วน *B. napus* นำเข้าหลังจากนั้นอีก30ปี โดยนำมาจากอาร์เจนตินา ข้อเสียของเรปซีดคือมี สารพิษชนิดกลูโคซิโนเลท (Glucosinolates) ซึ่งไปยับยั้งการใช้ไอโอดีนของร่างกาย ทำให้ลดการผลิตฮอร์โมนไทรอกซิน (Thyroxine) เกิดโรคคอหอยพอก (Goiter) และยังมีกรดไขมันชนิดอีรูซิค (Erucic acid) สูง ซึ่งเป็นอันตรายต่อร่างกาย นักปรับปรุงพันธุ์พืช จึงได้ผลิตสายพันธุ์ใหม่ที่มีสารพิษทั้งสองชนิดในระดับต่ำขึ้นมา โดยเรียกชื่อใหม่ว่า "คาโนล่า" (Canola) เมื่อปี 2522 สายพันธุ์ที่ผลิต ได้ในช่วงนั้นคือ cv. Tower (*B. napus*) และ cv. Candle (*B. campestris*) ปัจจุบันก็ยังเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย

คุณค่าทางโภชนาการ

เรปซีด (คาโนล่า) จัดเป็นพืชที่สำคัญในเขตอบอุ่น เมล็ดมีน้ำมันประมาณ 40 - 45% และโปรตีน 20 - 25% เมื่อสกัดน้ำมันออกแล้ว จะได้กากที่มีโปรตีนประมาณ 33-40% ซึ่งเท่ากับ 85% ของกากถั่วเหลือง (ตารางที่ 1) แต่มีกรดอะมิโนเมทไธโอนีนสูง ส่วนไลซีนมีต่ำกว่ากากถั่วเหลืองเล็กน้อย (ตารางที่ 2) เมื่อนำไปหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ (ME) พบว่ามีความผันแปรไปตามระดับของสารพิษกล่าวคือ ในสายพันธุ์ดั้งเดิมซึ่งมี

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดและกากเรปซีดเทียบกับกากถั่วเหลือง (%ในสภาพสด)

วัตถุแห้ง	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	แหล่งข้อมูล
		เมล็ดเรปซีด			
91.0	23.0	41.4	7.4	NA	Shires et al (1981)
*95.4	25.0	49.6	2.5	NA	Shires et al (1981)
**	21.0	46.0	8.0	5.0	Thomke et al (1983)
93.7	19.8	37.6	5.0	4.2	Agunbiade et al (1991)
		กากเรปซีด			
87.4	34.5	4.4	10.1	5.8	Slinger et al (1978)
**	38.8	1.4	12.3	7.3	Thomke et al (1983)
89.0	35.2	1.8	11.7	7.0	Wiseman (1987)
91.5	38.3	3.6	12.0	NA	Bell and Keith (1991)
38.1	32.7	4.4	7.9	7.2	Agunbiade et al.(1991)
91.3	36.7	3.1	16.8	8.1	สุชานและบุญล้อม(2537)
		กากถั่วเหลือง			
89.0	44.0	0.8	7.0	NA	NRC(1994)

NA = ข้อมูลไม่สมบูรณ์ * กระเทาะเปลือก (Dehulled seed) ** รายงานเป็น % วัตถุแห้ง(% DM basis)

กลูโคซิโนเลทสูง จะมีค่า ME ต่ำ อย่างไรก็ดี สำหรับกากเรปซีดที่นำเข้ามาใช้ในประเทศไทยในช่วงปี 2537 มี ค่า ME เท่ากับ 1,890 กิโลแคลอรี่/ กก. (ตารางที่ 3)

สำหรับการศึกษาถึงคุณภาพของโปรตีน และการย่อยได้ของโภชนะในเมล็ดและกากเรปซีดในหนูและไก่ พบว่า การย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน และการใช้ประโยชน์ได้ของกรดอะมิโนทั้งของเมล็ดและกากไม่ต่างจากกากถั่วเหลือง (Summers et al., 1982 และ Barbour and Sim, 1991) ส่วนการเปรียบเทียบระหว่างสายพันธุ์ Tower, Candle และ Erglu จากแคนาดาและเยอรมันก็ไม่พบความแตกต่างเช่นกัน โดยมีค่า BV และ NPU เท่ากับ 90 และ 76% ตามลำดับ (ตารางที่ 4) อย่างไรก็ดี หากมีการนำกากเรปซีดไปผ่านความร้อนทั้ง Autoclaved **หรือ** Steam heating มีผล

ตารางที่ 2 ปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นและแร่ธาตุบางชนิด ที่มีในเมล็ดและกากเรปซีดเทียบกับกากถั่วเหลือง (% สภาพสด)

	เมล็ดเรปซีด1/	กากเรปซีด				กากถั่วเหลือง
		1/	2/	3/	4/	(NRC,1994)
กรดอะมิโนที่จำเป็น						
ไลซีน	1.25	2.10	1.98	1.97	2.28	2.69
เมทไธโอนีน	0.45	0.78	0.65	0.76	0.79	0.62
ซีสตีน	0.59	0.99	0.41	097	1.10	0.66
ทรีโอนีน	0.98	1.69	1.55	1.57	1.90	1.72
ทริพโตเฟน	0.30	0.50	NA	0.43	0.48	0.74
อาร์จินีน	1.28	2.21	2.02	2.19	2.38	3.14
แร่ธาตุ						
แคลเซียม	NA	NA	0.79	0.75	0.64	0.29
ฟอสฟอรัส	NA	NA	1.05	1.10	1.03	0.65

NA = ข้อมูลไม่สมบูรณ์ 1/ Koreleski (1993) : *B. napus* รายงานเป็น % วัตถุแห้ง 2/ Slinger et al. (1978) : cv. Candle 3/ Wiseman (1987) 4/ Bell and Keith (1991) : Commercial canola meal

ตารางที่ 3 ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ (ME) ของกากเรปซีดชนิดที่มีสารพิษกลูโคซิโนเลทต่างกัน

ชนิดไก่	แหล่งข้อมูล	ระดับกลูโคซิโนเลท	ค่าพลังงาน ปริมาณ(kcal/g)	ค่าพลังงาน ระบบที่วัด
ไก่ไข่	Bell(1993)	สูง	1079-2.23	MEn
ไก่ตัวผู้	Bell(1993)	สูง	1.98-2.53	TMEn
ไก่ตัวผู้	Bell(1993)	ต่ำ	2.05-2.27	TMEn
ไก่	Bell(1993)	ต่ำ	1.77-2.60	AMEn
ไก่	European table(1989)	ต่ำ	1.97*	AMEn
ไก่เนื้อ	Wiseman(1987)		1.35	ME
ไก่ไข่	Wiseman(1987)		1.58	ME
ไก่ตัวผู้	ไพฑูรย์(25390)		1.89	TME

*หน่วยรายงานเป็น kcal/g วัตถุแห้ง ME_n = Nitrogen-corrected of metabolizable energy

TME_n = Nitrogen-corrected of true metabolizable energy AMEn = Nitrogen-corrected of apparent metabolizable energy

ตารางที่ 4 คุณภาพโปรตีนและการย่อยได้ของกากเรปซีดสายพันธุ์ต่าง ๆ ทั้งแบบดิบและผ่านความร้อน

		Tower (*B. napus*)[1/]	Candle (*B. campestris*)[1/]	Erglu (*B.napus*)[2/]
Campbell et al., (1981)				
คุณภาพโปรตีน(%) : ศึกษาในหนู				
True digestibility		84.8	84.5	83.5
BV	89.8	90.4	91.2	
NPU	76.2	76.4	76.2	
การใช้ประโยชน์ได้ของกรดอะมิโน(True amino acid availability)				
ก. ในหนู :	ไลซีน	89.2	87.8	88.9
	เมทไธโอนีน	90.9	88.6	91.8
	ทรีโอนีน	84.4	79.8	82.1
	ทริพโตเฟน	88.4	86.1	88.6
ข. ในไก่ :	ไลซีน	88.4	88.4	87.2
	เมทไธโอนีน	90.9	91.1	90.6
	ทรีโอนีน	83.6	82.2	83.3
Summers et al. (1983) : ศึกษาในหนู				
		กากถั่วเหลือง(49.2%)		**กากเรปซีด (23.5%CP)**
True nitrogen digestibility(%)		85.2		85.0
Apparent DM digestibility (%)		83.5		80.4
Smmers et al.(1993) : ศึกษาในหนู				
		การย่อยได้ของไนโตรเจน(%)		**BV(%)**
กากถั่วเหลืองสุก(Full fut soybean)		91[a]		75.0[a]
เมล็ดเรปซีด	-HG 3/ แบบดิบ	83[bc]		59.8[b]
	-HG ผ่านอินฟาเรด(infra red)	86[b]		59.3[b]
	-HG ผ่าน microware	78[cd]		60.4[b]
	-HG ผ่านเตาอบ	69[e]		33.4[c]
	-LG4/ แบบดิบ	82[bc]		69.6[ab]

[a-e] แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) [1/]สายพันธุ์จากแคนาดา (Canadian variety) [2/]สายพันธุ์จากเยอรมัน (German variety)

[3/]HG = กลูโคซิโนเลทสูง [4/]LG = กลูโคซิโนเลทต่ำ

มีผลทำให้ปริมาณไลซีนและการย่อยได้ของกรดอะมิโนที่จำเป็นตัวอื่น ๆ ลดลงตามระยะเวลาที่ให้ความร้อนเพิ่มขึ้นและเมื่อนำไปเลี้ยงไก่ก็ทำให้น้ำหนักตัวไก่ลดลงด้วย (Anderson-Hafermann et al., 1993)

กรณีการนำเมล็ดเรปซีดสายพันธุ์ที่มีสารพิษกลูโคซิโนเลทสูง ไปผ่านความร้อนด้วยวิธีต่างๆ จะทำให้ค่าการย่อยได้ของไนโตรเจนและ BV ต่ำกว่าเมล็ดถั่วเหลืองสุก (Full fat soy bean) การนำไปผ่านความร้อนดังกล่าว ไม่ได้ช่วยให้ผลดีขึ้น แต่กลับทำให้คุณภาพด้อยลง เช่น การนำไปผ่านเตาอบ (Oven) เป็นต้น ส่วนสายพันธุ์ที่มีกลูโคซิโนเลทต่ำ การให้แบบเมล็ดดิบมีค่าการย่อยได้ของไนโตรเจนไม่ต่างจากสายพันธุ์ที่มีสารพิษสูง แต่มีแนวโน้มว่ามีค่า BV สูงกว่า (Smithard, 1993 ; ตารางที่ 4)

สารพิษและแนวทางการทำลายสารพิษ

สารพิษกลูโคซิโนเลทที่มีในกากเรปซีดมีปริมาณมากน้อยต่างกันขึ้นกับสายพันธุ์ ดังเช่น Schone et al. (1993) ที่รายงานว่ากากเรปซีดสายพันธุ์ดั้งเดิม คือ cv. Marinus มีกลูโคซิโนเลทสูงกว่าสายพันธุ์ใหม่ที่ผลิตขึ้นโดยสถาบัน Oil and Forage Crop Breeding "H Lembke" ของโปแลนด์ประมาณ 3 เท่า (117 vs 44 mol/g. DM) หรือ กรณีสายพันธุ์ Tower และ Candle ที่ผลิตขึ้นเป็นครั้งแรกโดยนักปรับปรุงพันธุ์ชาวแคนาดาจะมีกลูโคซิโนเลทต่ำมาก (< 30 mol/g., ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ปริมาณสารพิษกลูโคซิโนเลทที่มีในเมล็ดและกากเรปซีด

แหล่งข้อมูล	ชนิดวัตถุดิบ	ปริมาณกลูโคซิโนเลท (Umol/g)
Campbell et al. (1980)	**สายพันธุ์ที่มีกลูโคซิโนเลทต่ำ**	
	B. napus cv. Tower	10.3
	B. campestris cv. Candle	11.8
	สายพันธุ์ที่มีกลูโคซิโนเลทสูง	
	B. napus cv. Target	105.4
	cv. Turret	36.2
Bell (1984)	**สายพันธุ์จากแคนาดา (หน้าร้อน)**	
	B. campestris cv. Torch	93.1
	cv. Candle	27.7
	B.napus cv. Midas	153.8
	cv. Regent	25.8
	สายพันธุ์จากยุโรป (หน้าหนาว)	
	B.napus cv. Diamant	156.4
	cv. Erglu	15.2
Bell and Keith (1991)	คาโนล่า	21.0
Agunbiade et al.(1991)	*B. campestris*(SVO 333)	
	-Seed	17.7
	-Meal	5.0
Schone et al.(1993)	**สายพันธุ์ดั้งเดิม**	116.9
	สายพันธุ์ใหม่	43.8

*หน่วยรายงานเป็น mol/g DM

สำหรับวิธีการทำลายสารพิษกลูโคซิโนเลทนั้น ก็มีผู้รายงานไว้หลายวิธี เช่น Yong - Gang et al. (1994) บ่งว่ากลูโคซิโนเลทที่มีใน Crambe meal ซึ่งอยู่ในตระกูล Cruciferae เช่นเดียวกับเรปซีด เมื่อนำไปผ่านความร้อนที่ 100 - 110°ซ เป็นเวลา 60 - 80 นาที สามารถทำลายได้ 60% และจะทำลายได้ถึง 95% เมื่อใช้ร่วมกับโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 2 - 3% หรือเฟอรัสซัลเฟต ($FeSO_4.7H_2O$) 1% นอกจากนี้ก็ยังมีวิธีการสกัดน้ำมัน กา... แช่ในสารละลายจุนสี ($CuSO_4.5H_2O$) หรือในไมโรซิเนส (Myrosinase) ซึ่งเป็นเอ็นไซม์ที่สกัดจากพืช (เมล็ด *Sinapis alba*) โดยทั้งไมโรซิเนสและจุนสีจะย่อยกลูโคซิโนเลทให้กลายเป็นสารพิษอนุพันธ์ชนิดต่าง ๆ หลายชนิด เช่น 2-Hydroxy-3-butenylnitrile(nitrile), 5-Vinyloxazo- lidine-2-thione(VO) หรือ

Isothiocyanates เป็นต้น วิธีดังกล่าวข้างต้น สามารถลดกลูโคซิโนเลทได้ 80 - 95% (ตารางที่ 6) อย่างไรก็ดี เมื่อนำกากเรปซีดที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้งสองไปเลี้ยงไก่เนื้อ กลับพบว่าอนุพันธ์ของกลูโคซิโนเลทที่แช่ในไมโรซิเนสเป็นชนิด nitrile และ VO ในขณะที่ผ่านจุนสี ส่วนใหญ่เป็นชนิด nitrile ซึ่งถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อน จึงมีความเป็นพิษต่ำกว่ากากที่ได้จากการแช่ในไมโรซิเนส ผลการนำไปเลี้ยงไก่เนื้อ แสดงไว้ในตารางที่ 12

กรณีสารพิษชนิดกรดอีรูซิค จะมีมากในส่วนน้ำมัน ซึ่งในน้ำมันเรปซีดสายพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์มาแล้ว (พวกคาโนล่า) มีประมาณ 0.3% (ตารางที่ 7) **ส่วนน้ำมันนี้ ในแง่อาหารสัตว์ก็ไม่ได้ใช้กันอยู่แล้ว** อย่างไรก็ดี นอกจากสารพิษสองชนิดที่กล่าวมา ยังมีสารพิษชนิดอื่น ๆ อีก เช่น Sinapine, Tannin และ Phytic acid ซึ่งมีผลเสียต่อสัตว์ไม่รุนแรงนัก (ตาราง ที่ 8)

การใช้เรปซีดเป็นอาหารสัตว์ปีก

ก. เมล็ดเรปซีด

1. *ไก่เนื้อ*

การใช้เรปซีดทั้งเมล็ดเป็นอาหารไก่เนื้อก็เป็นที่สนใจของผู้ใช้เช่นกัน เนื่องจากเมล็ดเรปซีดมีน้ำมันค่อนข้างสูง (40%) Olomu et al. (1975) ใช้เมล็ดเรปซีด cv. Span (*B. campestris*) ซึ่งมีกรดอีรูซิคต่ำ ให้ทั้งแบบดิบและนำไปนึ่งที่ 120°ซ เป็นเวลา 10 นาที ปรา

ตารางที่ 6 ผลการทำลายสารพิษกลูโคซิโนเลทด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ กัน

	ปริมาณกลูโคซิโนเลท (Umol/g)	%ทำลาย
Shires et al. (1981) ใช้เมล็ดพันธุ์คาโนล่าสายพันธุ์ Tower ชนิดกระเทาะเปลือก		
ดิบ	18.5	-
- Autoclaved(1210c, 30 min)	3.0	83.8
- Solvent extraction	3.8	79.5
Schone et al(1993)		
สายพันธุ์ที่อยู่ทั่วไป	116.9	-
- Myrosinase	7.5	93.6
- Cu++	5.8	95.5
สายพันธุ์ใหม่	43.8	-
- Myrosinase	4.3	90.2

ตารางที่ 7 ปริมาณของกรดไขมันในน้ำมันเรปซีด (cv.Tower เทียบกับน้ำมันข้าวโพด (Shires et al., 1981)

		น้ำมันเรปซีด (%)	น้ำมันข้าวโพด (%)
Palmitic	(16:0)	4.0	10.5
Palmitoleic	(16:1)	0.2	0.2
Stearic	(18:0)	1.4	1.6
Oleic	(18:1)	58.6	24.5
Linoleic	(18:2)	22.0	60.0
Linolenic	(18:3)	10.3	1.8
Arachidic	(20:0)	1.0	0.7
Eicosenoic	(20:1)	1.7	0.5
Behenic	(22:0)	0.3	0.1
Erucic	(22:1)	0.3	-
Lignoceric	(24:0)	0.1	0.1
Nervonic	(24:1)	0.1	-
Ratio of mono-unsat. to sat. FA.		8.9	1.9
Ratio of unsat. to sat. FA		13.6	6.7

Unsat./sat. FA = ไขมันไม่อิ่มตัว(Unsaturated)/ไขมันอิ่มตัว(saturated fatty acids)

ตารางที่ 8 ปริมาณและผลเสียของสารพิษชนิด Sinapine, Tannin และ Phytic acid ที่มีในกากเรปซีด (Bell, 1993)

	ปริมาณที่พบ (%)	ผลเสียต่อสัตว์
Sinapine	0.6-1.8	ทำให้ไข่ไก่มีกลิ่นคาวปลา(Fishy eggs)
Tannin	1.5-3.0	การย่อยได้ลดลง(โดยเฉพาะโปรตีน)
Phytic acid	3.0-6.0	รวมตัวกับแร่ธาตุบางตัว ทำให้แร่ธาตุ เช่น P, Ca และMg ใช้ประโยชน์ไม่ค่อยได้

กฎว่าผลดีขึ้น โดยมีประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่ต่างจากกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการใช้เมล็ดเรปซีด การเสริมด้วยอาร์จินิน (Arginine) ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่มีอยู่อย่างจำกัดในกากเรปซีดระดับ 0.1-0.3% ก็ไม่ได้ช่วยให้สมรรถภาพการผลิตดีขึ้น ส่วนการใช้แบบเมล็ดดิบให้ผลด้อยลงอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับรายงานของ Summers et al. (1972) และ Leeson et al. (1978) สำหรับขนาดของต่อมไทรอยด์ พบว่ามีการขยายขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อใช้แบบดิบ และจะลดลงเมื่อนำเมล็ดเรปซีดนั้นไปผ่านความร้อนเสียก่อน (ตารางที่ 9)

2. ไก่ไข่

ได้มีความพยายามที่จะนำเมล็ดเรปซีดสายพันธุ์ใหม่ ซึ่งมีกลูโคซิโนเลทต่ำมาก ไปใช้เป็นอาหารไก่ไข่โดยตรงโดยไม่ผ่านความร้อนก่อน เช่น รายงานของ Leeson et al. (1978) ที่บ่งว่าเมล็ดเรปซีด cv. Tower แบบดิบให้ผลผลิตไข่ดีกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่นำไปนึ่ง แต่อย่างไรก็ดี การใช้เรปซีดมีผลทำให้ไข่ฟองเล็กลง การนึ่งด้วยเวลานานและเพิ่มการบดอีกจะทำให้ไก่กินอาหารได้น้อย และเปลือกไข่มีความแข็งแกร่งลดลง ให้ผลขัดแย้งกับรายงานของ Nwokolo and Sim (1989) ที่ใช้เมล็ดเรปซีดสายพันธุ์ใหม่ผสมกับข้าวบาร์เลย์ในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน แล้วนำไปอัดเป็นเม็ด ด้วยการพ่นไอน้ำร้อน (Steam) เข้าไปเป็นเวลา 15 วินาที พบว่า ใช้ได้สูงถึง 20% ในขณะที่การใช้แบบดิบ (ระดับ 10% ในสูตรอาหาร) ทำให้ผลผลิตไข่ลดลง และมีอัตราการตายเพิ่มขึ้น (ตา รางที่ 10)

ข. กากเรปซีด

1. ไก่เนื้อ

มีการนำเรปซีดสายพันธุ์ใหม่ที่ผ่านการสกัดน้ำมันออกแล้ว ซึ่งจะได้กากที่มีโปรตีนประมาณ 35 - 38% เลี้ยงไก่เนื้อด้วยการทดแทนกากถั่วเหลืองที่ระดับต่าง ๆ ปรากฏว่าการใช้ทดแทนที่ระดับ 50 - 75% ไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิต หากใช้ในระดับที่สูงกว่านี้ การเพิ่มของน้ำหนักตัวและปริมาณอาหารที่กินได้จะลดลง แต่ไม่มีผลเสียต่อประสิทธิภาพการใช้อาหาร โดยในทุกระดับของการใช้กากเรปซีดมีผลทำให้ต่อมไทรอยด์มีขนาดใหญ่ขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม (ตารางที่ 11) สำหรับการเสริมด้วย Iodinated casein 25 - 50 ppm หรือ 0.5 มก.ไอโอดีน/กก.อาหาร เพื่อชดเชยส่วนที่ถูกยับยั้งการใช้ประโยชน์โดยสารพิษกลูโคซิโนเลทแล้วพบว่า จะช่วยลดขนาดของต่อมไทรอยด์มิให้ขยายใหญ่ได้ แต่ไม่มีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น(Nassar and Arscott,1986) ในขณะที่รายงานของ Schone et al.(1991) ได้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น ส่วนการนำกากเรปซีดทั้งสายพันธุ์เก่าและใหม่ไปผ่านสารละลายไมโรซิเนสนั้นทำให้น้ำหนักตัวไก่และการผลิตฮอร์โมนไทรอกซิน (Thyroxine, T4) ลดลงและเป็นปกติเมื่อเสริมด้วยไอโอดีน หรือนำไปผ่านสารละลาย จุนสี (ตารางที่ 12)

2. ไก่ไข่

การใช้กากเรปซีดที่นำเข้าจากอินเดียและจีนเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนกากถั่วเหลืองบางส่วน หรือทั้งหมดในอาหารไก่ไข่ในประเทศไทยนั้น สุชน และบุญล้อม (2537) ได้ทดลองเป็นเวลา 9 เดือน ปรากฏว่า ปริมาณอาหารที่กินได้และผลผลิตไข่ลดลงตามการเพิ่มระดับกากเรปซีดในอาหารที่ไม่มีการปรับสมดุลพลังงาน (ME) แต่เมื่อปรับสมดุล ME ทั้งผลผลิตไข่และปริมาณอาหารที่กินให้ผลไม่แตกต่างกัน ส่วนด้านคุณภาพไข่จะได้ไข่ที่มีขนาดฟองเล็กลงเมื่อมีการใช้กากเรปซีดในสูตร อาหารเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 13)

สำหรับการใช้กากเรปซีดในต่างประเทศก็มีรายงานของ Hulan and Proudfoot (1980) ได้ใช้กากเรปซีดสายพันธุ์ใหม่ (cv. Tower และ Candle) เลี้ยงตั้งแต่แรกเกิดด้วยระดับ 20% แล้วลดเหลือ 15% ในช่วงให้ไข่เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับกากเรปซีดตลอดตั้งแต่เล็กหรือได้รับเฉพาะในช่วงไข่ผล แสดงในตารางที่ 14 ปรากฏว่าในช่วงก่อนไข่พวกที่ได้รับกากเรปซีดจะกินอาหารมากกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนอัตราการตายไม่ต่างกันทั้งช่วงก่อนไข่และช่วงให้ไข่ การให้กากเรปซีดไม่ว่าจะให้ก่อนหรือกำลังไข่มีผลทำให้ขนาดฟองไข่เล็กลง เปลือกไข่บางขึ้น (ความถ่วงจำเพาะต่ำ) และอายุเมื่อไข่ได้50%ของฝูงยืดยาวออกไป แต่ไม่มีผลเสียต่อผลผลิตไข่ และประสิทธิภาพการใช้อาหาร นอกจากนี้มีรายงานของSlinger et al. (1978) ที่บ่งว่าอัตราการตายเพิ่มขึ้นเมื่อใช้กากเรปซีด (cv. Candle) ในอาหารเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อการผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กิน และน้ำหนักไข่ ซึ่ง

ตารางที่ 9 ผลการใช้เมล็ดเรปซีดแบบดิบและแบบผ่านขบวนการต่าง ๆ เป็นอาหารไก่เนื้อ

	ระดับเมล็ดเรปซีดในอาหาร (%)	น้ำหนักตัวเพิ่ม (กก)	FCR	นน.ต่อมไทรอยด์ (มก/100 ก. นน.ตัว)
Olomu et al.(1975) : ทดลองเป็นเวลา 4 สัปดาห์ (ใช้ cv Span)				
การทดลอง 1 :	0	0.45^{a}	1.80^{a}	10.6
	20 (ดิบ)	0.35^{d}	2.00	14.9
	20 (ดิบ+0.2% อาร์จีนีน)	0.36d	2.04^{b}	15.5
	20 (นึ่ง)*	0.43^{bc}	1.82^{a}	11.8
	20 (นึ่ง+0.3%อาร์จินิน)	0.43^{bc}	1.80^{a}	10.8
	20 (นึ่ง'+0.2%อาร์จินิน)	0.44^{abc}	1.80^{a}	8.2
	20 (นึ่ง+0.1%อาร์จินิน)	0.42^{c}	1.77^{a}	13.5
การทดลองที่ 2 :	0	0.45^{a}	1.84	8.0^{a}
	20 (ดิบ)	0.37^{a}	2.14	15.9^{a}
	20 (นึ่ง)	0.42^{ab}	1.90	9.4^{ab}
	30 (นึ่ง)	0.40^{b}	1.91	10.0^{ab}
	40 (นึ่ง)	0.40^{b}	1.91	11.0^{ab}
	20 (นึ่ง+0.2%อาร์จินิน)	0.44^{a}	1.85	8.4^{a}
	30 (นึ่ง+0.2%อาร์จินิน)	0.43^{ab}	1.92	12.0^{b}
	40 (นึ่ง+0.2%อาร์จินิน)	0.40^{a}	1.94	10.4^{ab}
Summers et al.(1982) : ทดลองเป็นเวลา 7 สัปดาห์				
	0	2.19^{a}	2.00	
	17.5	2.07^{b}	1.96	
	35	1.86^{c}	1.90	
Leeson et al. (1978) : ทดลองเป็นเวลา 4 สัปดาห์ (ใช้ cv. Tower)				
	0	0.62(1.63)	1.66^{a}(1.99)	7.5^{a}
	10 (ดิบ)	0.59(1.60)	1.71^{ab}	9.2^{ab}
	20 (ดิบ)	0.61(1.55)	1.69a^{b}(2.10)	10.4^{b}
	10 (ร้อนแห้ง)**	0.60	1.71^{ab}	9.6^{ab}
	20 (ร้อนแห้ง)	0.58	1.76^{b}	9.6^{ab}
	10 (นึ่ง)***	0.60	1.71^{ab}	7.6^{a}
	20 (นึ่ง)	0.60	1.74^{ab}	7.4^{a}

ข้อมูลในวงเล็บเป็นผลที่อายุ 8 สัปดาห์*นึ่ง (Autoclaved) ที่ 120°ซ เป็นเวลา 10 นาที

**อบที่อุณหภูมิ 105° ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ***นึ่งที่ 121° ซ เป็นเวลา 20 นาที

ตารางที่ 10 ผลการใช้เมล็ดเรปซีดเป็นอาหารไก่ไข่ เป็นระยะเวลา 10 เดือน

ระดับเมล็ดเรปซีดในอาหาร(%)	ผลผลิตไข่ (%)	อาหารที่กิน (ก/วัน)	น้ำหนักไข่ (ก)	อัตราการตาย (%)	การสร้างเปลือกไข่ที่ผิดปกติ (Um)
Leeson et al. (1978)					
0	73.9^{a}	106	652.2^{a}	-	- 23.3^{a}
10 (ดิบ)	80.7^{b}	105	60.0^{b}	-	23.2^{a}
10 (นึ่ง)*	76.7^{ab}	105	60.3^{b}	-	22.9^{a}
10 (นึ่ง-บด)	73.6^{a}	101	60.4^{b}	-	21.9^{b}
Nwokolo and Sim (1989)					
การทดลองที่1 : แบบดิบ					
0	85.0^{a}	117	60.0	3.3^{a}	
12	83.0^{b}	117	59.5	6.2^{b}	-
การทดลองที่ 2 : อบไอน้ำเป็นเวลา 15 วินาที แล้วอัดเม็ด					
0	86.1	106	60.0	3.3	-
8	84.9	102	60.0	1.1	-
12	86.9	103	59.8	2.2	-
16	85.9	100	59.2	4.4	-
20	86.5	103	58.4	4.4	-

*นึ่งที่ 121°ซ 20 นาที   [a-b] เช่นเดียวกับตารางที่ 4

ตารางที่ 12 ผลการใช้กากเรปซีดสายพันธุ์เก่าและใหม่ (ระดับ 16% ในสูตรอาหาร) ที่ไม่ผ่านและผ่านการแช่ในไมโรซิเนสหรือจุนสี ทั้งเสริมและไม่เสริมด้วยไอโอดีน (I) ระดับ 0.5 มก/กก. อาหารในไก่เนื้อ (Schone et al., 1993)

	กลุ่มควบคุม (ไม่ใช้กากเรปซีด)	สายพันธุ์เก่า ไม่ผ่านขบวนการแช่ในไมโรซิเนส	สายพันธุ์เก่า ผ่านขบวนการแช่ในไมโรซิเนส	สายพันธุ์เก่า แช่ในจุนสี	สายพันธุ์ใหม่ ไม่ผ่านขบวนการแช่ในไมโรซิเนส	สายพันธุ์ใหม่ ผ่านขบวนการแช่ในไมโรซิเนส
			น้ำหนักตัวที่อายุ 46 วัน(กก.)			
ไม่เสริมไอโอดีน	1.57^{a}	1.44^{ab}	0.85c	1.48^{a}	1.54^{a}	1.27^{b}
ไม่เสริมไอโอดีน	1.60^{a}	1.57^{a}	1.57^{a}	1.51^{a}	1.50^{a}	1.56^{a}
			น้ำหนักต่อมไทรอยด์(มก/กก น้ำหนักตัว)			
ไม่เสริมไอโอดีน	325^{a}	747^{b}	1060^{b}	681^{b}	694^{b}	775^{b}
เสริมไอโอดีน	65^{c}	199^{d}	266^{a}	78^{c}	126^{e}	196^{d}
			ซีรัม T4 (n mol/lit)			
ไม่เสริมไอโอดีน	14.2^{a}	7.7^{b}	nd	11.6^{a}	8.5^{ab}	5.3^{bc}
ไม่เสริมไอโอดีน	19.7^{de}	20.8^{de}	18.8^{e}	19.0^{e}	20.2^{de}	22.7^{d}
			ซีรัม T3(n mol/lit)			
ไม่เสริมไอโอดีน	2.0^{ac}	2.5^{b}	2.5^{b}	2.7^{b}	2.3a^{b}	2.7^{b}
ไม่เสริมไอโอดีน	1.8^{ac}	1.9^{ac}	2.2^{ac}	1.6^{c}	1.9ac	

[a-e] เช่นเดียวกับตารางที่ 4   nd = วิเคราะห์ไม่ได้ (มีค่า < 5.0 n mol/lit)

ตารางที่ 11 ผลการใช้กากเรปซีดเป็นอาหารไก่เนื้อ

%กากเรปซีด		น้ำหนักตัวเพิ่ม	อาหารที่กิน	FCR	ต่อมไทรอยด์
ในอาหาร	แทนที่กากถั่วเหลือง	(กก)	(กก)		(มก/กก. น.น.ตัว)
Nassar and Arscott (1986)					
การทดลองที่ 1 : ระยะเวลาทดลอง 7 สัปดาห์					
-	0	2.29^{a}	4.5^{a}	2.07	
-	50	2.15^{ab}	4.5^{a}	2.08	
-	75	2.13^{a}	4.6^{a}	2.09	
-	100	2.08^{b}	4.2^{b}	2.03	
การทดลองที่ 2 : ทดลองเป็นเวลา 4 สัปดาห์					
-	0	0.95^{ab}			100^{b}
-	25	1.00^{a}			135a
-	50	0.96^{ab}	140^{a}		
-	75	0.83^{c}			134^{a}
-	100	0.68^{d}			145^{a}
-	50+25ppmIC*	0.93^{b}			90^{b}
-	50+50ppmIC	0.85^{c}			41^{c}
-	100+25ppmIC	0.72^{d}			74^{b}
-	100+50ppmIC	0.58^{e}			37^{c}
lesson et al.(1987) : ทดลองเป็นเวลา 3 สัปดาห์					
0	0	0.52	0.85	1.64	
10	25	0.52	0.86	1.67	
19	50	0.52	0.83	1.59	
28	75	0.51	0.85	1.68	
38	100	0.51	0.81	1.60	
ไพฑูรย์(2539) : ทดลองเป็นเวลา 7 สัปดาห์					
0	0	1.84^{a}	3.87	2.10	29**
10-13	50	1.79^{b}	3.88	2.17	48
15-19	75	1.75^{b}	3.68	2.10	54
19-25	100	1.65^{c}	3.53	2.14	41

$^{a-e}$ เช่นเดียวกับตารางที่ 4 *IC = Iodinated Casein **ไม่ได้วิเคราะห์ผลทางสถิติ (สุ่มจากไก่เพศละตัวของแต่ละกลุ่ม)

ตารางที่ 13 ผลการใช้กากเรปซีดที่นำเข้าจากต่างประเทศในอาหารไก่ไข่เป็นระยะเวลา 9 เดือน (สุชน และบุญล้อม,2537)

ระดับกากเรปซีด(%)					
ในอาหาร	0	4	8	12	16
แทนที่กากถั่วเหลือง	0	25	50	75	100
การทดลองที่ 1((ไม่มีการปรับสมดุล ME)					
ผลผลิตไข่(%)	71.8^{ab}		73.9^{a}	$69.5b^{c}$	66.3^{c}
อาหารที่กิน(ก/วัน)	100^{a}		97^{a}	92^{b}	91^{b}
อาหาร/ไข่ 1 โหล(กก.)	1.70^{a}		1.57^{b}	1.59^{ab}	1.65^{ab}
น้ำหนักตัวเพิ่ม(ก)	77^{a}		76^{a}	40^{ab}	-4^{b}
อัตราการตาย(%)	7		10	8	5
น้ำหนักไข่(ก)	58.6^{a}		57.0^{b}	57.1^{b}	57.6^{ab}
การทดลองที่ 2 (ปรับสมดุลME)					
ผลผลิตไข่(%)	77.4	75.9	76.1	75.8	
อาหารที่กิน(ก/วัน)	113	109	113	111	
อาหาร/ไข่ 1 โหล(กก)	1.76	1.73	1.79	1.76	
น้ำหนักตัวเพิ่ม(ก)	279^{a}	160^{b}	168^{b}	119^{b}	
อัตราการตาย(%)	5	8	5	5	
น้ำหนักไข่(ก)	65.8a	65.3ab	65.4ab	63.8b	
ถพ ไข่	1.085	1.086	1.085	1.087	
Haugh unit	85.1	84.1	84.6	84.0	
ความหนาเปลือกไข่	0.340	0.343	0.339	0.347	
สีไข่แดง	9.7	9.5	9.4	9.4	

[a-c] เช่นเดียวกับตารางที่ 4

ตารางที่ 14 ผลการใช้กากเรปซีด (cv. Tower & Candle) ในลูกไก่ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงปลดระวางจากไข่ (Hulan and Proudfoot,1980)

กลุ่ม	CtCt	CtT	CtC	TT	CC
<u>ช่วงเจริญเติบโต</u>(อายุไก่แรกเกิด-20 สัปดาห์)					
อัตราการตาย(%)	6.6			7.0	6.9
อาหารที่กิน(กก)	14.7a			15.5^{b}	15.3^{b}
<u>ช่วงให้ไข่</u>(อายุไก่ 21-71 สัปดาห์)					
ผลผลิตไข่(ฟอง)	231	248	237	250	235
อาหาร/ไข่ 1 โหล(กก)	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
น้ำหนักไข่(ก)	63.5^{a}	61.4^{b}	61.3^{b}	60.9^{b}	61.0^{b}
อัตราการตาย(%)	11.7	11.7	11.7	9.1	11.7
อายุเมื่อไข่ 50 %ของฝูง(วัน)	161^{a}	$163a^{b}$	166^{b}	162^{ab}	163^{ab}
ถพ ไข่	1.086^{a}	1.081^{b}	1.086^{a}	1.082^{b}	1.083^{ab}
Haugh unit	71.0	70.3	70.5	67.5	71.0

[a,b] เช่นเดียวกับตารางที่ 4 CtCt = Control (ไม่มีการใช้กากเรปซีด)

CtT = Control ช่วงอายุ 0 - 20 สัปดาห์ และใช้ Tower (15%) ช่วงอายุ 21 - 71 สัปดาห์

CtC = Control ช่วงอายุ 0 - 20 สัปดาห์ และใช้ Candle (15%) ช่วงอายุ 21 - 71 สัปดาห์

TT = ใช้ Tower ระดับ 20 และ 15% ช่วงอายุ 0 - 20 และ 21 - 71 สัปดาห์

CC = ใช้ Candle ระดับ 20 และ 15% ช่วงอายุ 0 - 20 และ 21 - 71 สัปดาห์

ให้ผลตรงข้ามกับรายงานของ Summers et al. (1988) ที่บ่งว่า การใช้กากเรปซีดในสูตรอาหาร ตั้งแต่ระดับ 16% หรือเท่ากับแทนที่กากถั่วเหลืองระดับ 50% ขึ้นไป ทำให้สมรรถภาพการผลิตไข่ด้อยลง เมื่อลดระดับการใช้ลงเหลือ 10% แล้วปรับสมดุลพลังงานด้วยแป้งและกลูโคส น้ำมันข้าวโพดหรือไขมัน มีผลทำให้ฟองไข่โตขึ้น แต่ไม่ได้ช่วยให้ผลผลิตไข่ดีขึ้น (ตารางที่ 15)

บทสรุปและข้อคิดเห็น

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่ากากเรปซีดเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ประเภทโปรตีนจากพืชอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจ กล่าวคือ มีปริมาณโปรตีนประมาณ 80% ของกากถั่วเหลือง มีกรดอะมิโนเมทไธโอนีนสูง นอกจากนี้ยังมีแร่ธาตุพวกแคลเซี่ยมและฟอสฟอรัสสูงกว่ากากถั่วเหลืองด้วย แต่เรปซีดก็มีจุดด้อยตรงที่มีสารพิษ เช่น กลูโคซิโนเลท กรดอีรูซิค และกรดไฟติค ซึ่งมีผลขัดขวางการทำงานของต่อมไทรอยด์และการใช้ประโยชน์ได้ของแร่ธาตุบางชนิด เป็นต้น ทำให้เป็นข้อจำกัดเมื่อใช้ในระดับสูง ในต่างประเทศจึงได้มีการคัดเลือกและปรับปรุงสายพันธุ์ใหม่ที่มีสารพิษในปริมาณต่ำๆ ขึ้นมาจนเป็นผลสำเร็จ และให้ชื่อใหม่ว่า **คาโนล่า (Canola)** เมื่อนำไปทด

ตารางที่ 15 ผลการใช้กากเรปซีดในอาหารไก่ไข่

ระดับกากเรปซีด(%) ในอาหาร	ระดับกากเรปซีด(%) แทนที่กากถั่วเหลือง	ผลผลิตไข่ (%)	อาหารที่กิน (ก/วัน)	น้ำหนักไข่ (ก)	อัตราการตาย (%)
Summers et al.(1988)					
การทดลองที่1 : ทดลองในไก่ไข่ช่วงอายุ อ18-32 สัปดาห์					
0	0	70.4	98a	52.9a	
16	50	71.3	95a	51.5b	
34	100	71.3	92c	50.4b	
การทดลองที่ 2 : ทดลองในไก่ไข่ช่วงอายุ 36-64 สัปดาห์					
0	0	84..3b	116ab	60.8b	
10	37*	82.9ab	117a	61.4ab	
10	37**	81.4b	114bc	61.6ab	
10	37***	84.5a	112c	61.8a	
10	37****	81.7b	117a	62.0a	
Slinger et al.(1978) : ทดลองในไก่ไข่ช่วงอายุไก่ 20-60 สัปดาห์					
0	0	79.9	112	57.2	4..2
5	15	78.9	109	57.3	5.2
10	30	79.5	111	57.3	14.3
15	45	79.1	110	56.7	12.5

a-c เช่นเดียวกับตารางที่ 4   * ไม่ปรับสมดุล ME   ** ปรับสมดุล ME ด้วยแป้งและกลูโคส

*** ปรับสมดุล ME ด้วยน้ำมันข้าวโพด   **** ปรับสมดุล ME ด้วยไขมัน

สอบการย่อยได้เปรียบเทียบกับกากถั่วเหลืองพบว่าได้ผลไม่แตกต่างกัน สามารถนำไปใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารไก่เนื้อและไก่ไข่ได้ในระดับ 50 - 75% หรือเท่ากับใช้ในสูตรอาหารระดับ 10 - 20% ส่วนเมล็ดเรปซีดควรนำไปผ่านความร้อนเปียกเสียก่อน จึงจะใช้ได้ผลดี ระดับที่แนะนำคือไม่ควรใช้เกิน 20% ของสูตรอาหาร

ข้อจูงใจในการนำเรปซีดมาใช้เป็นอาหารสัตว์ในประเทศไทยคือ เรื่องของราคา ซึ่งกากเรปซีดที่ซื้อขายกันในท้องตลาดปัจจุบัน พบว่ามีราคาเพียง 35 - 45% ของกากถั่วเหลืองเท่านั้น จึงเป็นเหตุให้มีการสั่งเข้าและใช้กันแพร่หลายมากขึ้น คาดว่าในอนาคตอาจมีการนำเข้ากากเรปซีดจากประเทศแคนาดา ที่เป็นแหล่งของเรปซีด (คาโนล่า) คุณภาพดีเพิ่มขึ้นอีก สำหรับปัญหาในปัจจุบันนี้ก็คือ ข้อมูลเกี่ยวกับสายพันธุ์ตลอดจนปริมาณสารพิษต่าง ๆ ในกากเรปซีดที่นำเข้ายังมีไม่ชัดเจนนัก ทำให้ผลการทดลองอาจแปรปรวนได้ นอกจากนี้การวิเคราะห์หาปริมาณกลูโคซิโนเลทในตัวอย่างอาหารก็เป็นเรื่องที่ยุ่งยาก ต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง นักวิจัยจึงควรต้องศึกษาทดลองหาวิธีการและรายละเอียดต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ไพฑูรย์ พาสพิษณุ. 2539. การใช้กากเรปซีดเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารไก่เนื้อ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศูนย์สถิติการเกษตร. 2537. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2536/37. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์และบุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2537. การใช้กากเรปซีดเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ปีก 1. ไก่ไข่. ว. เกษตร 10(2) : กำลังพิมพ์.

Agunbiade, J.A., J. Wiseman and D.J.A. Cole. 1991. Nutritional evaluation of triple low rapeseed products for growing pigs. Anim. Prod. 52(3) : 509 - 520.

Anderson-Hafermann, J.C., Y. Zhang and C.M. Parsons. 1993. Effects of processing on the nutritional quality of canola meal. Poultry Sci. 72(2) : 326 - 333.

Barbour, G.W. and J.S. Sim. 1991. True ME and true amino acid availability in canola and flax products for poultry. Poultry Sci. 70(10) : 2154-2160.

Bell, J.M. 1993. Factor affecting the nutritional value of canola meal : A review. Can. J. Anim. Sci. 73(4) : 679 - 697.

Bell, J.M. 1984. Nutrients and toxicants in rapeseed meal : A review. J. Anim. Sci. 58(4) : 996 - 1010.

Bell J.M. and M.O. Keith. 1991. A survey of variation in the chemical composition of commercial canola meal produced in Western Canadian crushing plants. Can J. Anim. Sci. 71(2) : 469 - 480.

Campbell, L.D., B.O. Eggum and I. Jacobsen. 1981. Biological value, amino acid availability and true metabolizable energy of low-glucosinolate rapeseed meal (canola) determined with rats and/or roosters. Nutr. Rep. Int. 24(4) : 791 - 797.

European table of energy values for poultry, 1989. 3rd ed. WPSA., cited by Koreleski, J. (1993). Improved rapeseed meal or oilseed as a feed for poultry. In : 9th European Symposium on Poultry Nutrition, pp 35-53, WPSA, Jelenia Gora, Poland.

Hulan, H.W. and F.G. Proudfoot. 1980. The nutritional value of rapeseed meal for layer genotypes housed in pens. Poultry Sci. 59(3) : 585 - 593.

Koreleski, J. 1993. Improved rapeseed meal or oilseed as a feed for poultry. In : 9th European Symposium on Poultry Nutrition, pp 35-53, WPSA, Jelenia Gora, Poland.

Leeson, S., J.O. Atteh and J.D. Summers. 1987. The replacement value of canola meal for soybean meal in poultry diets. Can. J. Anim. Sci. 67(1) : 151 - 158.

Leeson, S., S.J. Slinger and J.D. Summers. 1978. Utilization of whole tower rape seed by laying hens and broiler chickens. Can. J. Anim. Sci. 58(1) : 55 - 61.

Nassar, A.R. and G.H. Arscott. 1986. Canola meal for broilers and the effect of a dietary supplement of iodinated casein on performance and thyroid status. Nutr. Rep. Int. 34(5) : 791 - 799.

Nwokolo, E. and J. Sim. 1989. Barley and full-fat canola seed in layer diets. Poultry Sci. 68(11) : 1485-1489.

National Research Council (NRC). 1994. Nutrient requirement of poultry, 9th ed. National Academy Press, Washington, D.C., USA.

Olomu, J.M., A.R. Robblee and D.RClandinin. 1975. Effects of Span rapeseed on the performance, organ weights and composition of the carcass, heart and liver of broiler chicks. Poultry Sci. 54(3) : 722 - 726.

Proudfoot, F.G. and H.W. Hulan. 1987. The effect of feeding a diet containing canola meal on the incidence of fatty liver syndrome among four maternal poultry meat breeder genotypes to 226 days of age. Can. J. Anim. Sci. 67(1) : 127 - 132.

Schne, F., G Jahreis, G. Richter and R. Lange. 1993. Evaluation of rapeseed meals in broiler chicks : effect of iodine supply and glucosinolate degradation by myrosinase or copper. J. Sci. Food Agric. 61 : 245 - 252.

Shires, A., J.M. Bell, R. Blair, J.A. Blake, P. Fedec and D.I. McGregor 1981. Nutritional value of unextracted and

extracted dehulled canola rapeseed for broiler chickens. Can J. Anim. Sci. 61(4) : 989 - 998.

Slinger, S.J., J.D. Summers and S. Leeson. 1978. Utilization of meal from a new rapeseed variety, *Brassica campestris* cv Candle, in layer diets. Can. J. Anim. Sci. 58(4) : 593 - 596.

Smithard, R. 1993. Full-fat rapeseed for pig and poultry diets. Feed Compounder (November) : 35-38.

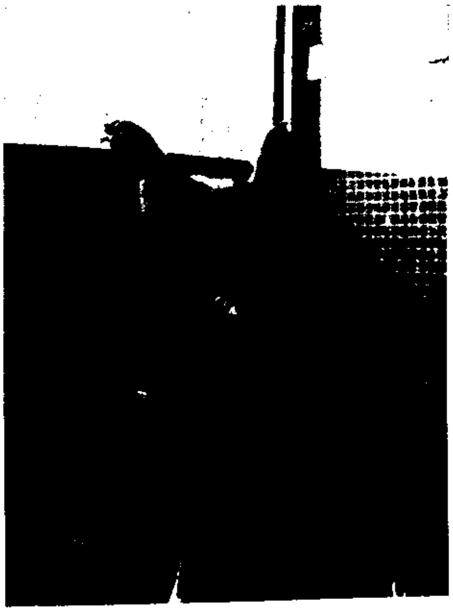
Summers, J.D., H. Shen and S. Leeson. 1982. The value of canola seed in poultry diets. Can. J. Anim. Sci. 62(3) : 861 - 868.

Summers, J.D., S. Leeson and D. Spratt. 1988. Canola meal and egg size. Can. J. Anim. Sci 68(3) : 907 - 913.

Thomke, S., K. Elwinger, M. Rundergren and B. Ahlstrom 1983. Rapeseed meal of Swedish low-glucosinolate type fed to broiler chickens, laying hens and growing-finishing pigs. Acta Agric. Scandinavica 33(1):75-96.

Wiseman, J. 1987. Feeding of non-ruminant livestock. Butterworths, London, UK.

Yong - Gang. L., A. Steg, B. Smits and S. Tamminga. 1994. Crambe meal : removal of glucosinolates by heating with additives and water extraction. Anim. Feed Sci. Technol. 48(3-4) : 273 - 287.



ขอขอบคุณผู้ให้ความสนับสนุนการจัดพิมพ์วารสารสัตวบาลในปี 253

บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหารสัตว์ จำกัด
บริษัท เอฟ อี ซิลลิค (กรุงเทพ ฯ) จำกัด
บริษัท อายิโนะโมะโต๊ะ เซลส์ (ประเทศไทย) จำกัด
บริษัท กรุงเทพ ฯ อาหารสัตว์ จำกัด
บริษัท แอ็ดว้านซ์ฟาร์ม่า จำกัด
เครือเจริญโภคภัณฑ์ ซี. พี. บราวน์
บริษัท ท็อป ฟีด มิลล์ จำกัด
บริษัท เวลโนว์น อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด
บริษัท ซีบา-ไกกี้ (ประเทศไทย) จำกัด
บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหารสัตว์ จำกัด (อาหารโค ซี. พี.)
บริษัท ศรีไทยเว็ดดรัก จำกัด
บริษัท เกษตรภัณฑ์อุตสาหกรรม จำกัด
บริษัท ไฟเซอร์ จำกัด
บริษัท บี. พี. อาหารสัตว์ จำกัด
HOUGH INTERNATIONAL INC.
C. P. (USA), INC.
CMP / PACIFIC (PTE) LTD
บริษัท พัฒน์กล จำกัด (มหาชน)
CHRONOS RICHARDSON
บริษัท มายน์ เอเซีย จำกัด
บริษัท กลอรี่ วิศวกรรม จำกัด
ABEL MANUFACTURING COMPANY, INC.
บริษัท เบทาโกร อโกรกรุ๊ป จำกัด
บริษัท ลีพัฒนาผลิตภัณฑ์ จำกัด (มหาชน)
JAMESWAY INCUBATOR CO.
บริษัท ฟาร์มชัยอารี จำกัด
บริษัท ไทรอัมพ์ สเปเชียล ทูลส์ แอนด์ สตีล จำกัด
บริษัท ภูพิงค์ แดรี่ โปรดักส์ จำกัด
บริษัท อัพจอห์น จำกัด
โซลเวย์ แอนิมัล เฮ็ลธ์
บริษัท บุนย์วานิช เอนจิเนียริ่ง จำกัด
บริษัท ฟาร์มไทยรุ่งรักษ์ จำกัด
บริษัท อีไล ลิลลี่ เอเซีย อิงค์ - สาขาประเทศไทย
บริษัท เจริญโภคภัณฑ์ อิน - เอ็กซ จำกัด
บริษัท อาหารสัตว์ไทยสระบุรี จำกัด
บริษัท เยนวา (ประเทศไทย) จำกัด