

브로일러에 대한 Canola 全脂種實 및 Canola 粕과 기름 混合物的 飼料利用

李奎浩 · 沈政錫*

高嶺地試驗場

(1990. 5. 11. 接受)

Utilization of Canola Full-Fat Seeds and the Restored Mixture of Meal and Oil by Broiler

Kyu-Ho Lee and Jeong S. Sim*

Alpine Experiment station, R.D.A.

(Received May 11, 1990)

SUMMARY

Two experiments were conducted to assess the use of full-fat canola seed and restored oil meal plus oil of canola in the ration for broiler chicks. In the first experiment, broilers received diets containing 10% heated or non-heated full-fat canola seed and canola oil meal mixed with corresponding oil or animal fat. In the second experiment, broiler diets contained 10 or 20% of canola seed and canola meal mixed with canola oil.

Heat treatment of full-fat canola seed and the types of fat mixed with meals had no significant effect on all of broiler performance and nutrient retention parameters investigated. Broilers consuming 10 to 20% dietary canola seed or mixture of canola meal plus oil performed as well as the control birds. It is concluded that the canola seed or the mixture of restored canola meal plus oil or fat can be well utilized by broiler at dietary levels of 10 to 20%.

(Key words : canola, full-fat seed, meal, oil or fat, heat treatment, broiler)

I. 緒 論

과거의 油菜(菜種, 평지, rape)는 glucosinolate 함량이 높아서 產卵鷄(Leslie와 Summers, 1972 : Leslie 등, 1973b : Olomu 등, 1975b)와 肉鷄(Leslie 등,

1973a : Olomu 등, 1975a)의 能力에 모두 나쁜 影響을 미친다고 보고된바 있다. 이와 같은 나쁜 影響은 glucosinolate의 分解産物에 起因하며, 油菜의 種實을 닭 사료로 이용할때 만족스러운 能力을 얻기 위하여는 加熱處理가 필수적 이었고(Woodly 등, 1972), 가열처리

* 캐나다 알버타대학(Department of Animal Science, University of Alberta)

를 함으로서 glucosinolate를 毒性인 isothiocyanates와 oxazolidinethione으로 轉換시키는 myrosinase enzyme을 不活性化(Kiaer와 Jensen, 1956)시키고 結果적으로 isothiocyanates와 oxazolidinethione에 의한 成長抑制, 甲狀腺 機能不全 및 器管의 病理現狀 등(Wetter와 Craig, 1959; Bell, 1965; Van Etten 등, 1969)을 防止할 수 있다고 한다.

그러나 근래에 植物育種을 통해 캐나다에서는 glu-cosinolate와 erucic acid 함량 및 種實의 섬유함량이 낮은 油菜品種 即 ① Brassica napus Tower (low erucic acid, low glucosinolate-double low)와 ② Brassica campestris Candle (low erucic acid, low glucosinolate, low fiber-triple low)가 개발되어 실용적으로 생산되고 있으며 이들 새로운 油菜品種들은 캐나다에서 "Canola"라 명명되어 있으며, Canola 라는 용어는 근래에 개발된 油菜品種으로서 기름의 erucic acid 함량이 5%以下이고, 粕의 glucosinolate 함량이 3 mg/g 以下인 油菜로 정의되고 있다.

油菜全脂種實의 가공사료가치에 대하여는 많은 연구 보고(Woodly 등, 1972; Bayley와 Summers, 1975; Olomu 등, 1975ab; Leeson 등, 1978; Summers 등, 1982; Shen 등, 1983; Leeson 등, 1987)가 있는데, Leeson 등(1978)은 분쇄하지 않은 油菜(Tower) 전지종실은 肉鷄飼料에 10~20%까지 效果的으로 사용될 수 있으며, 종실을 분쇄하는 利點은 없었다고 報告하였으나, 熱處理는 산란계사료에 이용될 때는 이점이 없으나 肉鷄飼料에 이용될 때는 autolaving에 의해 열처리할 必要가 있다고 하였다. Summers 등(1982)은 肉鷄飼料에 17.5% 이상의 유채전지종실을 이용할 때 사료효율은 대조구와 비슷하였으나 增體量과 飼料攝取量은 낮아졌다고 보고하였으며, 육계 펠릿사료에 사용되는 유채종실을 분쇄하거나 열처리할 필요는 없다고 하였다. Shen 등(1983)은 유채종실의 外皮를 파괴하기 위하여 곱게 분쇄하거나 Steam pelleting 하면 20%까지 사용해도 좋은 結果를 기대할 수 있다고 하였다. 그러나 Leeson 등(1987)은 육계사료에 유채 전지종실을 10% 이상 배합하면 육계의 能力에 나쁜 影響을 미치며 이와같은 影響은 飼料攝取量의 減少와 사료중 지방의 축적율이 낮은 것과 관련이 있다고 보고하였다. 사료에 油脂作物의 全脂種實을 배합하는 것은 사료의 에너지함량

을 높이는 수단이 되는 동시에 pellet 사료의 品質을 좋게 하며, 약 40%의 기름과 20~25%의 단백질을 含有하는 油菜의 全脂種實은 家禽의 高에너지-高蛋白 質 飼料로서 잠재적인 가치가 있으나, 現在까지 實用의으로 널리 이용되지 못하고 있는것은 주로 食用油의 價格與件과 전지종실의 사료이용에 관한 연구결과가 일관성이 없는데 기인하고 있다.

가금사료에서 在來의 유채박은 glucosinolate 가 들어있고, 조성유함량이 높으며, 대사에너지 함량이 낮아서 그 이용이 제한되었으나(Fenwick와 Curtis, 1980), 새로 開發된 유채품종인 Canola의 粕은 조단백질이 37-40% 함유되어 있으며, 아미노산 조성이 大豆粕과 비교할만하고, glucosinolate 함량이 높은 在來의 油菜粕보다 영양적으로 우수하다(Robblee 등, 1978). 육계사료에서 安全하게 利用될 수 있는 Canola meal의 권장수준에 대하여, landinin 등(1978)은 Candle이나 Tower제통의 油菜粕은 20%까지 나쁜 影響없이 給與할 수 있으며, 30% 수준에서는 성장이 약간 減少하였으나 斃死率이나 飼料要求率은 差異가 없었다고 하였고, Hulan과 Proudfoot(1978)는 Candle이나 Tower제통의 油菜粕은 에너지수준과 아미노산 均衡이 維持될 경우 나쁜 影響없이 실용계사료에서 대두박을 전량 대체할 수 있다고 結論하였으며, Salmon 등(1981)은 육계사료에서 전기에는 281 g/kg, 후기에는 121 g/kg까지 증체량의 減少없이 대두박을 Canola meal로 대체할 수 있다고 보고하였고, 최근에 Robblee 등(1986)은 육계에 대한 Canola meal의 사료가치에 관한 문헌을 종합하여 Canola meal은 육계사료에 20%까지 使用될 수 있다고 結論하였다.

本實驗에서는 Canola의 전지종실과 Canola meal + oil의 사료가치 비교, Canola 전지종실과 meal + oil의 적정급여수준, Canola 종실의 熱處理效果 등을 究明하기 위하여 2個의 試驗이 實施되었다.

II. 材料 및 方法

시험 1

試驗 1은 ① Canola의 全脂種實과 Canola meal + oil (60:40)의 飼料價値를 比較하고, ② Canola 종실의 열처리 효과를 구명하며, ③ Canola meal(60)과 혼

합되는 oil(40)을 動物性脂肪(fallow)으로 대체 할 때의 효과를 비교하기 위하여 설계되었으며 육계에 대한 사양시험과 대사시험이 실시되었다.

가열 또는 가열처리되지 않은 Canola전지종실과 Canola meal + oil 또는 Canola meal + animal fat 등 4 가지 시료가 시험사료에 각각 10 %씩 배합되었으며, 시험사료의 배합표는 Table 1 과 같다. 시험에 공시된

Canola 전지종실의 가열처리는 전지종실을 금속철판 tray에 2~3 cm 두께로 펴서 환풍건조기내에서 예열 시간 15분, 가열시간 30분간 열처리한 후 분쇄하여 배합하였다.

사양시험에서 Hubbard 계통의 브로일러(♀) 초생추를 4개처리에 100수(25수×4반복)씩 무창 평상제사에 배치하였으며, 사료와 물을 자유 채식시키고 6주간 시

Table 1. Composition of diets used in experiment 1

	Canola			
	Seed, heated	Seed, non-heated	Meal+Oil	Meal+Fat
Corn	40.0	40.0	40.0	40.0
Barley	10.0	10.0	10.0	10.0
Wheat	10.0	10.0	10.0	10.0
Fish meal, herring	8.0	8.0	8.0	8.0
Soybean meal	18.3	18.3	18.3	18.3
Canola seed, heated	10.0	-	-	-
Canola seed, non-heated	-	10.0	-	-
Canola meal	-	-	6.0	6.0
Canola oil	-	-	4.0	-
Animal fat, tallow	-	-	-	4.0
Calcium phosphate	1.00	1.00	1.00	1.00
Limestone	1.10	1.10	1.10	1.10
Salt	0.25	0.25	0.25	0.25
Broiler premix ¹	1.00	1.00	1.00	1.00
Selenium mix ²	0.05	0.05	0.05	0.05
Biotin mix ³	0.1	0.1	0.1	0.1
DL-Methionine	0.2	0.2	0.2	0.2
Calculated analysis of all diets				
Protein, %	21.8			
ME, kcal/kg	3,020			

¹ Broiler premix supplied per kg of diet : vitamin A, 4,000IU ; vitamin E, 10IU ; menadione, 1 mg ; riboflavin, 5mg ; calcium pantothenate, 10mg ; niacin 20mg ; choline chloride, 100mg ; folic acid, 1mg ; vitamin B12, 10ug ; pyridoxine, 3mg ; MnSO₄, 400mg ; ZnO, 100mg ; amprolium, 125mg.

² Selenium mix supplied 60mg of selenium per kg of diet.

³ Biotin mix supplied 100ug of biotin per kg of diet.

험을 실시하였다. 생체중과 사료섭취량을 2주간격으로 반복별(25수)로 조사하였고, 6주간의 시험종료후 각 반복에서 3수씩을 임의 선발하여, 24시간 절식후 도살하여 도체율을 조사하였다.

대사시험에서는 사양시험에 공시된것과 같은 병아리를 전기가온 육추기에 수용하여 2주간 4가지 시험사료를 같은 비율로 혼합한 사료로 사육한 후, 2주령부

터 4가지 시험사료(Table 1)를 각각 10일간 24수(8수×3반복)의 브로일러에 자유채식시켜 시험사료에 적응시킨 뒤 4일간 사료섭취량과 배분량을 조사하였다. 채취된 계분은 전량을 건조하여 평량한 뒤 1mm Screen을 통과하도록 분쇄하였으며, 사료와 계분 Sample의 gross energy는 adiabatic oxygen bomb calorimeter 로, 조단백질과 건물은 AOAC(1980) 방법

Table 2. Composition of diets used in experiment 2

Ingredient	control	Canola			
		Full-fat seed		Meal+Oil	
		10%	20%	10%	20%
Ground corn	37.5	43.0	48.5	43.0	48.5
Ground wheat	7.0	3.5	-	3.5	-
Ground barley	7.0	3.5	-	3.5	-
Fish meal	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Soybean meal	33.0	28.0	23.0	28.0	23.0
Canola seed	-	10.0	20.0	-	-
Canola meal	-	-	-	6.5	13
Canola oil	-	-	-	3.5	7.0
Animal fat	7.0	3.5	-	3.5	-
Calcium phosphate	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Limestone	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Salt	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Broiler premix ¹	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Selenium mix ²	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Biotin mix ³	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
DL-Methionine	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Calculated analysis of all diets					
ME, kcal/kg	3,051				
CP (%)	21.52				
Ca (%)	0.97				
P (%)	0.72				
Lysine (%)	1.28				
Methionine + Cysteine	0.91				

^{1, 2, 3.} See table 1.

으로 분석하여 시험사료의 조단백질과 건물의 retention과 대사에너지가를 계산하였다.

시험 2

시험 2는 시험 1에서 ① Canola seed의 열처리와 무처리간에, ② Canola meal과 혼합된 Canola oil과 animal fat 간에, 그리고 ③ Canola seed평균과 Canola meal + oil (or fat)의 평균간에 증체의 유의차가 없었기 때문에, Canola seed와 Canola meal + oil의 급여수준을 알아보기 위해 실시되었으며, 각각 10%와 20% 수준으로 배합하였다.

Canola seed 10% 및 20%와 Canola meal + oil 10% 및 20%씩 배합된 4가지 시험사료와 대조구사료등 5가지사료의 배합표는 Table 2와 같으며, 처리당 105수(35수×3반복)의 Hubbard계통 브로일러(♂) 초생추를 무창 평상제사에 배치하였다. 체중과 사료섭취량은 6주령에 1회조사 하였다. 6주령에 시험종료하고 각반복(35수)에서 3수를 임의 선발하여 일반도계장에서 도체율을 조사하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

시험 1

열처리 또는 열처리하지않은 Canola seed와 Canola meal에 oil 또는 fat을 각각 60:40으로 혼합한 2가지 혼합물 등 4가지 시료를 브로일러 사료에 각각 10% 배합한 시험사료로 6주간 실시한 사양시험결과는 Table 3에 나타나 있다.

브로일러(♀)의 6주령시 평균체중에서 ① Canola seed의 열처리 효과는 인정되지 않았으며, ② Canola meal과 혼합된 Canola oil과 animal fat의 효과간에도 유의적인 차이가 나타나지 않았고, ③ Canola seed와 Canola meal + oil (or fat)의 평균체중간에도 유의차가 없었다.

6주간의 사료요구율에서도 ① Canola seed의 열처리 효과는 없으며, ② Canola oil과 animal fat의 효과간에도 유의차가 없었으나, ③ Canola seed 평균과 Canola meal + oil (or fat)의 평균간에는 유의적인 차이가 나타나서 Canola seed 10%구는 Canola me-

Table 3. Effects of heat treatment of seed and types of fat mixed with meals of canola on female broiler performance (Experiment 1)

	Body wt at 6 wks (g)	Feed conversion (feed/gain)	Carcass yield (%)
Seed, heated, 10%	1,707	1.88 b	70.4
Seed, non-heated, 10%	1,724	1.87 b	70.9
meal+Canola oil, 10%	1,718	1.77 a	70.5
meal+Animal fat, 10%	1,735	1.78 a	70.0
Seed	1,715	1.88 b	70.6
meal+oil (or fat)	1,726	1.77 a	70.3

a-b Means Within a column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

al + oil (or fat)보다 사료이용성이 낮았다($P < 0.05$).

6주령시에 조사한 절식체중에 대한 도체율은 전체 처리간에 유의적인 차이가 없었다.

이상에서 Canola seed의 열처리효과가 없었던것은 Olomu 등(1974)이 Canola seed를 Oven-heating 해도 증체 및 사료요구율에 차이가 없었다고한 보고나, Leeson 등(1978)이 Canola seed를 Dry-heating 이나 Autoclaring해서 10~20% 급여해도 broiler의 4주간 증체나 사료요구율이 unheated seed와 같았다고 한 보고 및 역시 열처리(250℃에 2분)효과가 없었다고 Summers 등(1982)의 보고와 잘 일치하는 것이며, meal + oil (or fat)의 mixture에서 oil과 fat의 효과가 차이가 없었던것은 Olomu 등(1974) 및 Olomu 등(1975a)의 결과와 비슷하였고, Canola seed와 Canola meal+oil의 증체효과가 같았던것도 이들의 보고와 비슷한 결과였다.

Table 4. Effects of heat treatment of seed and types of fat mixed with meals of canola on nutrient retention and metabolizable energy of experimental diets (Experiment 1)

	Retention		Metabolizable energy (ME)	
	Dry matter (%)	Protein (%)	ME	ME _n
seed, heated, 10%	68.0	54.2	2,992	2,842
seed, non-heated, 10%	68.5	56.0	3,084	2,923
meal + Canola oil, 10%	68.6	55.2	3,132	2,977
meal + Animal fat, 10%	68.0	57.9	3,065	2,899
seed	68.3	55.1	3,038	2,883
meal + oil (or fat)	68.3	56.6	3,099	2,938

사양시험에 사용된 시험사료의 Dry matter와 Protein의 retention과 대사에너지(ME, ME_n)는 Table 4에 표시되어 있다.

Table 4에서 4가지 사료가 10%씩 배합된 시험사료의 Dry matter와 Protein의 retention 및 대사에너지는 전체 처리간에 유의적인 차이가 없었는데, Canola Seed가 배합된 broiler 사료의 nitrogen retention과 ME가에 관하여 Olomu 등(1975 a), Summers 등(1982) 및 Leeson 등(1987)은 대체로 Canola

Seed의 수준이 증가하면 대사에너지가(또는 energy retention)는 감소하지만 Protein retention에는 영향이 없다고 보고한바 있다.

시험 2

Canola Seed와 Canola meal + oil (60 : 40)을 각각 broiler 사료에 10% 또는 20%씩 배합한 4개 시험구와 대조구 등 5개처리의 6주간 broiler (♂) 사양시험 결과는 Table 5에서 보는바와 같다.

Table 5. Effects of dietary levels of canola products on male broiler performance (Experiment 2)

	Body wt. at 6 wks(g/bird)	Feed conversion (feed/gain)	Carcass yield (%)	Mortality (%)
Control diet	2,138 b	1.97 ab	66.38	2.86
Canola seed, 10%	2,102 ab	2.03 b	65.25	4.76
Canola seed, 20%	2,052 ab	2.03 b	64.08	7.62
Canola meal + Canola oil, 10%	2,105 ab	1.89 ab	65.10	2.86
Canola meal + Canola oil, 20%	2,008 a	1.89 a	64.28	3.81

a-b Means within a column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

6주령시의 male broiler의 평균체중과 사료요구율에서 체중은 Canola meal + oil 20% 구를 제외한 처리들간에 유의차가 없었고 대체로 전체처리간에 큰 차이가 없었으나, 사료요구율은 급여수준에 관계없이 Canola meal + oil 구들이 가장 우수하였고 Canola Seed 구들이 불량하였다. 그외에 도체율과 시험 기간중 폐사율은 처리간에 유의차가 없었다.

이상에서 Canola Seed나 Canola meal+oil 모두 10%와 20% 구간에 차이가 없었고 대조구와 비교하여 유의차가 없었던 점으로 보아 Canola Seed와 Canola meal + oil은 모두 broiler 사료에 20%까지 사용할 수 있을 것으로 보이며, Canola Seed의 사용수준이 10% 또는 20% 이상으로 증가하면 증체량은 감소하지만 사료요구율에는 영향이 없다고 보고한 Summers 등(1982) 및 Leeson 등(1987)의 보고나 Canola Seed의 사용수준 증가로 증체량과 사료요구율이 모두 불량해졌다고 보고한 Olomu 등(1974), Olomu 등(1975a) 및 Leeson 등(1978)의 보고와 모두 차이가 있는 것이나 본시험에서도 유의차는 아니었으나 20% 구들은 대체로 10%구들에 비해 증체량은 떨어지는 경향이었고 사료요구율은 사용수준간에 차이가 없었다.

IV. 摘 要

브로일러에 대한 Canola seed와 Canola meal+oil의 사료가치를 알아보기 위해 2가지 시험이 실시되었다. 시험 1에서, 가열 또는 가열처리되지 않은 Canola seed와 Canola meal+oil 또는 fat 등 4가지 사료가 broiler 사료에 10%씩 배합되었으며, 시험 2에서는 Canola seed와 Canola meal+oil이 각각 broiler 사료에 10% 또는 20%씩 배합 급여 되었다.

Broiler의 능력이나 시험사료의 영양소 이용률 등에서 Canola seed의 열처리 효과는 없었으며, Canola meal과 혼합된 Canola oil과 animal fat의 효과간에도 차이가 없었다.

Canola seed나 Canola meal+oil은 모두 10~20% 급여수준에서 대조구와 broiler 능력에 차이가 없었다.

결론적으로 Canola seed와 Canola meal+oil은 모두 broiler 사료에 10~20%까지 사용할 수 있었다.

V. 引用 文 獻

1. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1980. Official Method of Analysis. 13th ed. Washington. DC.
2. Bayley, H. S. and J. D. Summers. 1975. Nutritional evaluation of extruded full-fat soybeans and rapeseeds using pigs and chickens. *Can. J. Anim. Sci.*, 55 : 441~450.
3. Bell, J. M. 1965. Growth depressing factors in rapeseed meal. VI. Feeding value for growing finishing swine of myrosinase-free solvent-extracted meal. *Anim. Sci.* 24 : 1,147~1,151.
4. Clandinin, D. R., S. Ichikawa, A. R. Robblee and D. Thomas. 1978. The use of low glucosinolate-type rapeseed meal in ration for layers and broilers. *Pros. 5th. Int. Rapeseed Conf., Malmo, Sweden, II*, pages 284~286.
5. Fenwick, G. R. and R. F. Curtis. 1980. Rapeseed meal and its use in poultry diets. A review. *Anim. Feed Sci., Technol.* 5 : 255~298.
6. Hulan, H. W. and R. G. Proudfoot. 1978. Nutritional efficacy of rapeseed meal as a source of dietary protein for broiler chicken. *Proc. 5th Int. Rapeseed Conf., Malmo, Sweden, II*, pages 287~291.
7. Kjaer, A. and R. B. Jensen. 1956. Isothiocyanates. XX. 4-pentenyl isothiocyanate, a new mustard oil occurring as a glucoside(glucobrassiciea napin) in nature. *Acta Chem. Scandinavia.* 10 : 1,365~1,371.
8. Leeson, S., J. O. Atteh, and J. D. Summers. 1987. Effects of increasing dietary levels of full-fat canola on performance, nutrient retention and bone mineralization. *Poult. Sci.*, 66 : 875~880.
9. Leeson, S., S. J. Slinger and J. D. Summers. 1978. Utilization of whole tower rapeseed by laying hens and broiler chickens. *Can. J. Anim. Sci.*, 58 : 55~61.
10. Leslie, A. J., Hurnik, J. F. and Sumer, J. D. 1973a. Effects of color on consumption of broiler diets

- containing rapeseed meal and rapeseed. *Can. J. Anim. Sci.*, 53 : 365~369.
11. Leslie, A. J., Pepper, W. F., Brown, R. G. and Summers, J. D. 1973 b. Influence of rapeseed products on egg quality and laying hen performance. *Can. J. Anim. Sci.*, 53 : 747~752.
 12. Leslie, A. J., and Summers, J. D. 1972. Feeding value of rapeseed for laying hens. *Can. J. Anim. Sci.*, 52 : 563~566.
 13. Olomu, J. M., A. R. Robblee, and D. R. Clandinin. 1974. Effects of processing and amino acid supplementation on the nutritive value of rapeseed for broilers. *Poult. Sci.*, 53 : 175~184.
 14. Olomu, J. M., Robblee, A. R., and claudinin, D. R. 1975 a. Effects of span rapeseed on the performance, organ weights and composition of the carcass, heart and liver of broiler chicks. *Poult. Sci.*, 54 : 722~726.
 15. Olomu, J. M., Robblee, A. R., Clandinin, D. R. and Hardin, R. T. 1975 b. Evaluation of full-fat span rapeseed as an energy and protein source for laying hens. *Can. J. Anim. Sci.*, 55 : 219~222.
 16. Robblee, A. R., D. R. Clandinin, S. J. Slinger and J. D. Summers. 1978. Rapeseed meal for poultry in canadian rapeseed meal. Poultry and animal feeding. Publ. No. 51, Rapeseed Ass. Can., Winnipeg.
 17. Robblee, A. R., D. R. Clandinin, J. D. Summers and S. J. Slinger. 1986. Canola meal for poultry in canola meal for livestock and poultry. Publ. No. 59. Canola Council Can., Winnipeg.
 18. Salmon, R. E., E. E. Gardiner, K. K. Klein and E. Larmond. 1981. Effect of canola (low glucosinolate rapeseed) meal, Protein and nutrient density on performance, carcass grade, and meat yield, and of canola meal on sensory quality of broilers. *Poult. Sci.*, 60 : 2,519~2,528.
 19. Shen, H., J. Summers, and S. Leeson. 1983. The influence of steam pelleting and grinding on the nutritive value of canola rapeseed for poultry. *Anim. Feed. Sci., Technol.* 8 : 303~311.
 20. Summers, J. D., H. Shen, and S. Leeson. 1982. The value of canola seed in poultry diets. *Can. J. Anim. Sci.*, 62 : 861~868.
 21. Van Effen, C. H., M. E. Daxenbichler and J. A. Wolff. 1969. Natural glucosinolates(thioglucosides) in foods and feeds. *J. Agric. Food Chem.* 17 : 403~491.
 22. Wetter, L. R., and B. M. Craig. 1959. Varietal and environmental effects on rapeseed. I. Isotiosynate and thiooxazolidone content. *Can. J. Plant Sci.*, 39 : 395~399.
 23. Woody, A., Summers, J. D., and Bilanski, W. K. 1972. Effects of heat treatment on the nutritive value of whole rapeseed for poultry. *Can. J. Anim. Sci.* 52P : 189~194.