

해외조사료자원의 개발과 효과적 이용방안

신 형 태 교수

성균관대학교

Brief Curriculum Vitae

- ▶ 1961~1965 건국대학교 졸업
- ▶ 1972~1976 Illinois 대학원 농학석사·박사
- ▶ 1978~현재 성균관대학교 식품생명공학과 교수
- ▶ 1988~1990 성균관대학교 농과대학 학장
- ▶ 1995~1997 한국영양사료학회 회장
- ▶ 2000~현재 해외사료자원개발연구회 회장
- ▶ 2003~현재 한국동물자원과학회 포상위원장

해외 조사료 자원의 개발과 효과적 이용 방안

(Strategies for Utilization of South East Asian Roughages in Korea)

신형태 교수 / 성균관대학교 생명공학부

I. 서 론

우리 나라는 거의 모든 사료원료를 외국으로부터 구매하여왔고, 앞으로도 그럴 전망이므로 배합사료공장에서의 원료 구매 업무는 국제적으로 다변화되어야 한다. 지금까지 우리 나라에서 구입한 사료원료는 세계적으로 널리 사용되고 있는 전통적 사료자원 (conventional or traditional feeds resources)으로서 비교적 가격이 비싸기 때문에 이와 같은 전통적 사료원료를 가지고는 우리 나라의 배합사료 원가를 절감시킨다는 것은 대단히 어려운 일이라고 생각된다 (신, 1992).

필자가 1986년부터 G사의 협조로 인도네시아, 말레이시아, 태국, 필리핀 등 동남아시아 국가를 수차 방문하면서 느낀 점은 이들 국가에서 생산되는 많은 사료원료들 중에는 독성물질을 적당히 제거(처리)하든가 또는 배합사료에 적당량 첨가하면 활용 가능한 단미사료 원료가 의외로 많으며 특히 이 지역은 연중 열대이기 때문에 양질의 사료 자원이 풍부하다는 것이다 (Gohl, 1981).

그러므로 앞으로는 미국이나 캐나다 등 선진국의 비싼 전통적 사료원료뿐만 아니라 가까운 동남아시아로 눈을 돌려 이들 국가들로부터 생산되는 값싼 단미사료(feed ingredients)를 우리 나라에서 실증시험을 거친 후에 이용하여 배합사료를 제조하는 방법을 개발하면 우리 나라 배합사료(compound feeds)의 제조원가를 크게 절감시킬 수 있고 또는 완전혼합사료 (total mixed rations)를 제조할 때 필요한 깨끗하고 저렴한 가격의 조사료(roughages)를 수입한다면 우리나라 축산업을 크게 발전시킬 수 있다고 확신한다 (신, 1997, 2000).

축우용 조사료의 2000년도 소요량은 건물기준으로 한우 4,386,000 톤, 젖소 1,750,000 톤으로서 총 6,136,000 톤이며 생산량은 초지 700,000 톤, 주 사료작물(옥수수, 수수, 수단그래스) 960,000 톤, 부 사료작물(호맥, 연맥, 유채, 라이그라스) 490,000 톤, 볏짚 등 저질조사료 2,709,000 톤으로 총 4,859,000 톤이 생산되어 1,277,000 톤이 부족한 실정이다. 그러므로 부족한 조사료를 충당하기 위하여 해외로부터 조사료를 수입하고 있는데 1995~1999년도에 수입한 용도별 조사료량은 표 1과 같이 수입량이 점차 증가되는 경향이다.

이(2003)의 보고에 의하면 조사료 수입량은 2000년도에 599,000 톤, 2001년도에 597,000 톤, 2002년도에 630,000 톤으로서 점차 증가하는 추세이다.

표 1. 용도별 각종 조사료 수입실적 (단위 : 톤)

연 도	조 사 료 용				배 합 사 료 용		총 계
	알 팔 과		사료용 근채류	곡물의 짚,껍질	알팔과 펠렛	비트펄프 등	
	큐 브	건 초					
1995	26,657	15,529	18,543	2,444	106,628	51,811	221,612
1996	24,521	23,979	61,978	2,967	98,088	96,029	307,562
1997	22,085	34,453	100,356	10,952	88,340	113,261	369,447
1998	13,414	21,919	78,766	4,156	53,656	203,337	375,248
1999	20,864	54,755	148,296	12,058	83,456	207,412	514,783

① 알팔과 수입자유화 : 1993. 7. 1. (할당관세 : 1%)

② 사료용 근채류 : 1995. 1. 1. 양허관세 (관세율 5%) 품목으로 수입자유화

II. 새로운 사료자원(NCFR)의 종류 및 사료 내 최적함량

현재 전통적인 단미사료의 원료로 우리 나라에서는 사용되지 않지만 해당국가의 소규모 양축가들이 사용하는 non-conventional feed resources (NCFR)의 부산물들과 extraction rate, 독성물질 및 사료 내 최적함량은 표 2, 표 3 및 표 4와 같다. 반추가축의 숫자가 상대적으로 적은 동남아시아 지역에서 축우용 사료자원을 우리 나라에서 수입하여 최대한 활용한다면 대단히 유리하다고 생각된다 (신, 1995).

표 2. 동남아시아 지역의 나무 및 발작물의 종류, 부산물 및 extraction rate

나무 및 발작물	부산물	Extraction rate (%)
① Tree crops		
Coconuts (<i>Cocos nucifera</i> L.)	Coconut oil meal	35-40
Oil palm (<i>Elaeis guineensis</i>)	Palm oil mill effluent (POME)	2
	Palm press fiber(PPF)	12
	Palm kernel cake (PKC)	2
Sago (<i>Metroxylon sago</i>)	Sago refuse	55
② Field crops		
Cassava (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	Tapioca waste	55-59
	Cassava leaves	6-8
Pineapple (<i>Ananas comosus</i>)	Pineapple waste	75-80
Sugar cane (<i>Saccharum officinarum</i>)	Bagasse	12-15
	Green tops	15-20
	Molasses	3-4

자료 : Vaughan (1970), Devendra (1992).

표 3. 동남아시아 지역의 주요 non-conventional feed resources 내 독성물질

NCFR	Toxic materials
Cassava leaves, peeling and pomace	HCN (17.5 mg/100 g in leaves)
Cotton seed meal	Gossypol (0.05-0.20%) Cycloponopenoid fatty acids
Kapok seed meal	Cycloponopenoid fatty acids
Leucaena leaf meal	Mimosine (3.5-9.2%)
Rubber seed meal	HCN (9 mg/100 g)

자료 : Babatunde 등 (1990), Devendra (1992).

표 4. 동남아시아 지역의 NCFR 중 사료 내 최적 첨가량(%)

NCFR	가 축	국 가	사료내 최적첨가량(%)	인용문헌
Cassava leaf meal	Pig	Sri Lanka	30	Ravindran (1990)
	Pig	Malaysia	15	Devendra (1979)
	Broiler	England	15	D'Mello (1991)
Leucaena leaf meal	Broiler		5	Gerpacio & Castillo(1988)
	Layer		10	
	Growing pig		10	
Kapok seed meal	Poultry	Indonesia	4	Winugroho <i>et al.</i> (1987)
	Swine	Indonesia	5	
	Ruminant	Indonesia	10	
Palm press fiber	Sheep	Malaysia	40	Devendra (1979)
Pineapple bran	Poultry	Malaysia	15	Devendra (1979)
Rubber seed meal	Pig	Malaysia	20	Pathak& Ranjhan (1973)
	Poultry	Indonesia	10	Rozany (1990)
	Cows	India	25	I.C.A.R. (1983)
	Cattle	Thailand	35	Tinnimit (1991)
Sal seed meal (untreated)	Poultry	India	5	Verma (1970)
Sal seed meal (treated)	Poultry	India	20	Sharma <i>et al</i> (1977)
	Cows	India	30	Sowane & Mudgal(1974)
	Bulls	India	40	Shukla & Talapada(1973)

Ⅲ. 국내 활용 가능한 주요 조사료

1. 팜 나무 (oil palm, *Elaeis guineensis* Jacq) 부산물

1) 팜 나무 부산물의 생산량 및 조성분

동남아시아 지역에 팜 나무 (oil palm tree; 그림 1)가 많이 재배되고 있는데 말레이시아의 oil palm tree 재배면적은 1,290,000 ha로서 세계에서 가장 넓고, 그 다음이 인도네시아로서 재배면적이 600,000 ha 정도 된다 (Gason 등, 1989).

Oil palm tree 는 25~30년마다 나무를 베고 다시 어린 묘목을 심어야하며 팜 열매의 수확량을 높이기 위하여 팜 나무 열매가 햇빛을 많이 받게 하기 위하여 일년에 2-3개의 잎을 제거해야 되므로 말레이시아에서는 해마다 표 5와 같은 양의 oil palm trunk와 팜 나무 잎(oil palm fronds, OPF; 그림 2)이 생산된다.

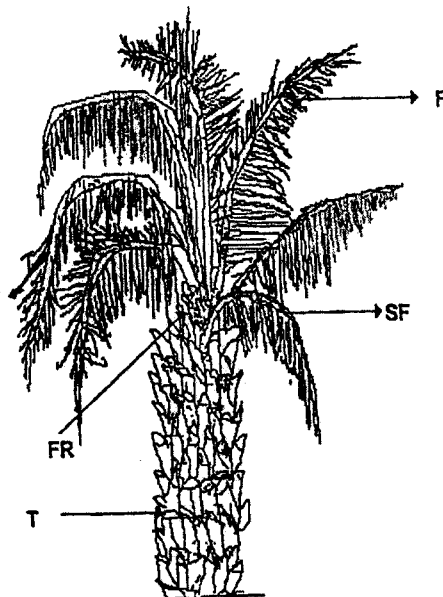


그림 1. Oil palm tree (F : Frond; SF : Senescence frond; FR : Fruit; T : Trun

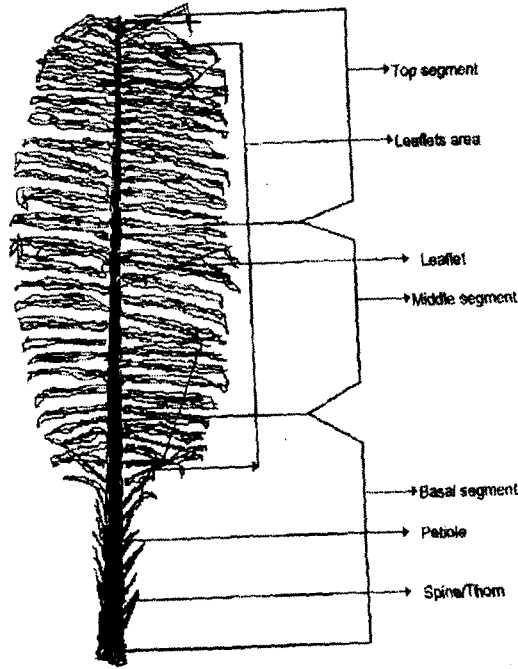


그림 2. A matured oil palm frond (Islam, 1999)

표 5. 말레이시아의 팜 나무 trunk와 팜 나무 잎의 생산량 (1,000톤, 건물기준)

Year	Trunk	Oil palm fronds		Total
		Felled	Pruned	
1995	4,370	830	18,170	23,370
1996	4,360	830	19,090	24,280
1997	6,150	1,170	19,390	26,710
1998	7,480	1,420	18,180	27,080
1999	7,120	1,360	17,920	26,400
2000	7,020	1,340	17,850	26,210

자료 : Mohamad 등(1986).

그리고 oil palm의 열매 (oil palm fruit)로부터 팜유 (palm oil)를 생산하는데 palm oil 제조시의 부산물로 empty fruit bunches (EFB), palm press fiber (PPF), palm oil mill effluent (POME), palm kernel cake (PKC) 및 palm nut shell이 생산되는데 이 과정은 그림 3과 같으며 각 부산물의 조성분 함량은 표 6과 같다.

말레이시아에서 1988년도에 생산되는 oil palm 부산물은 표 7에서 보는바와 같이 적은 양인데 1993년의 생산량은 EFB가 8,700,000 톤(건물기준 3,050,000 톤), PPF가 4,740,000 톤(건물기준 1,680,000 톤), POME가 26,470,000 톤(건물기준 1,320,000 톤), PKC가 1,190,000 톤(건물기준 1,150,000 톤)으로서 앞으로도 계속 증가될 전망이다 (Gurmit, 1994; Dahlan, 1996).

표 6. 팜 나무 열매 부산물의 조성분 함량 (%)

By-products	DM	Ash	Protein	NDF	EE	ME(MJ/kg)
Oil palm trunk	92.6	2.8	2.8	79.8	1.1	5.95
Oil palm fronds	25.5	3.2	4.7	78.7	2.1	5.65
Oil palm leaf	-	3.8	14.8	-	3.2	-
Oil palm petiole	-	0.6	1.9	-	0.5	-
EFB	89.6	4.8	3.7	81.8	3.2	-
Palm press fiber	92.1	5.3	5.4	84.6	3.5	4.21
POME	91.9	19.5	12.5	62.5	11.7	8.37

자료 : Jalaludin *et al* (1991), Osman (1996).

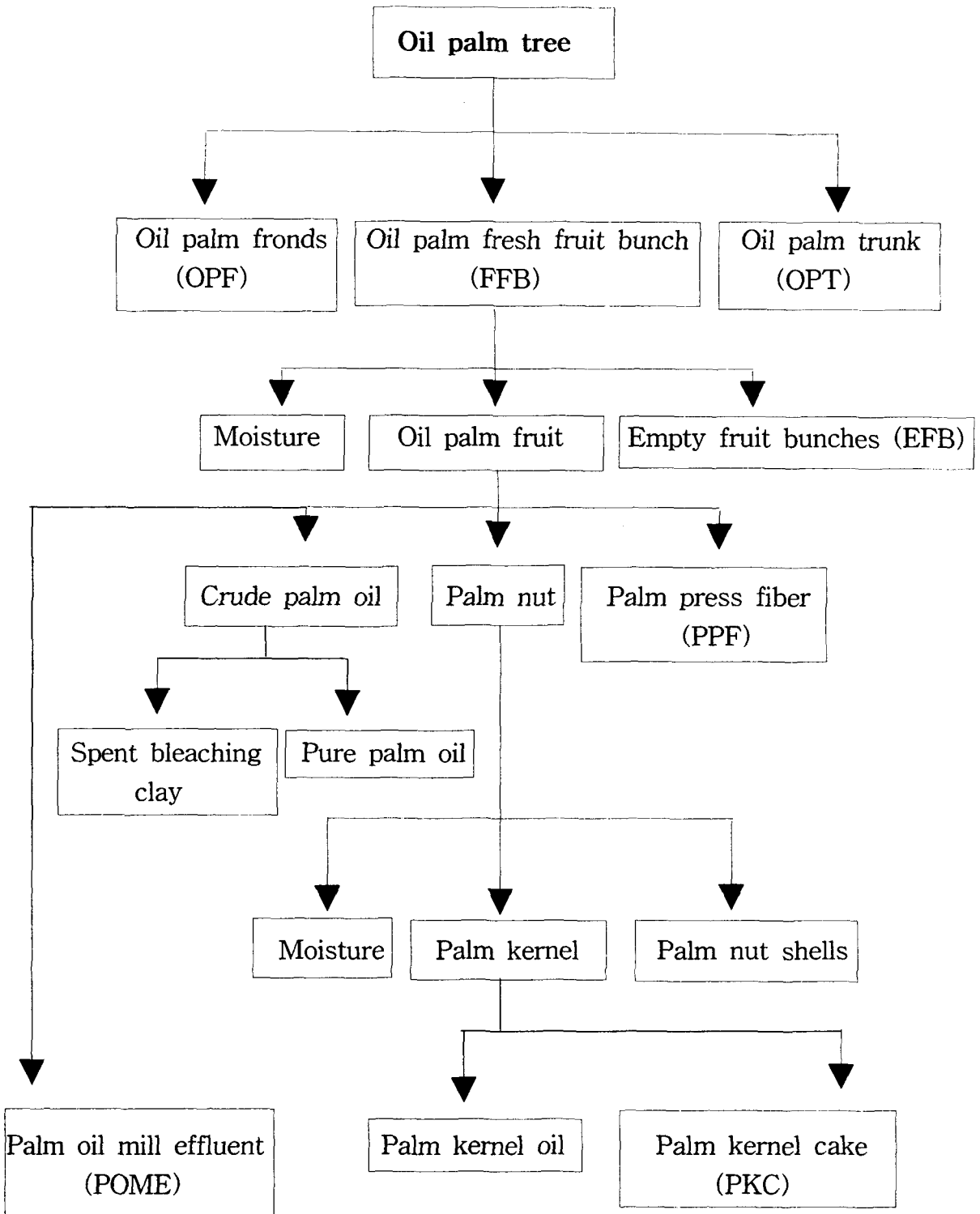


그림 3. Principal products and by-products from the oil palm tree

표 7. 동남아시아 각국의 팜 나무 열매 부산물 생산량 (단위: 1,000 M/T)

국가	EFB	PPF	PKC	POME (dry)
중국	-	234.0	59.3	4.2
인도네시아	-	870.0	214.0	29.0
말레이시아	8,700 ^b	3,044.2 ^a (4,740) ^b	1,210.0 ^a (1,190) ^b	101.4 ^a (1,320) ^b
필리핀	-	14.7	0.4	0.4
태국	-	80.4	2.7	2.6
총계	-	4,243.3	1,486.4	137.6

^a FAO Production Yearbook (1989).

^b 1993년도의 생산량 (Gurmit, 1994).

말레이시아에서 2000년에 생산한 OPF 예상량은 19,190,000 톤이며 OPF의 조단 백질 함량은 4.7% 그리고 NDF함량이 78.7%로서 반추가축의 조사료공급원으로 활용할 수 있다. 말레이시아에서는 OPF를 그림 2와 같이 펠렛팅 또는 큐브화하여 사용하든가 또는 silage를 제조하여 이용하고 있는데 우리 나라에서 수입할 수 있는 형태는 펠렛트 또는 큐브가 적당하다 (신, 2001a, 2001b). 그리고 Oil palm 부산물의 가축 별 사료 내 최대함량은 표 8과 같다.

표 8. 각종 oil palm 부산물의 축종별 사료 내 최대함량

Livestock	PKC	OPF	POME	PPF	P. OIL	OPT
Cattle	90	55	40	35	5	35
Buffalo	90	55	40	35	5	35
Goat	50	50	15	15	5	25
Sheep	50	50	15	15	5	?
Poultry	20	?	30	?	10	?
Pig	25	?	30	?	10	?
Rabbit	25	50	10	?	10	?
Deer	50	50	15	15	5	?

자료 : Dalhan (1996).

그리고 Malaysia 의 oil mills에서 2003년도에 생산된 palm press fiber 가 7,800,000 톤이고 POME 가 31,288,000 톤 (7%수분 함량 : 1,681,000 톤) 인데 이와 같은 부산물들을 양질의 조사료 공급원으로 개발하는 문제도 우리 나라에서 연구할 가치가 있다고 판단된다.

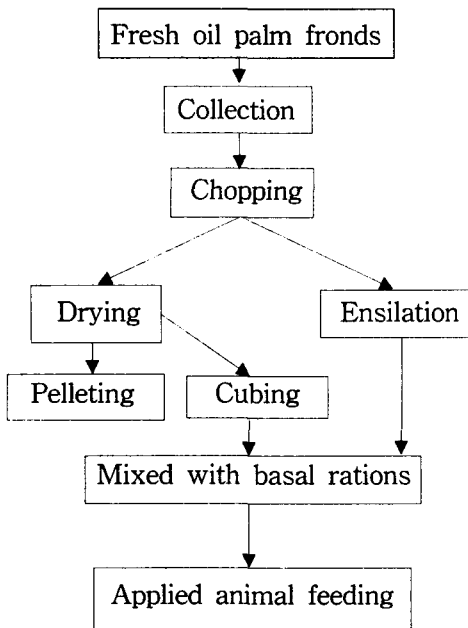


그림 4. 사료원료로서의 팜 나무 잎의 가공경로

2) Oil palm fronds (pellet) 급여가 착유우의 생산성에 미치는 영향 (신, 2001)

그 동안 반추가축용 조사료로서 벃짚이 많이 사용되었으나 가격이 비싸고 영양가가 적어 수입조사료의 급여비율이 증가하고 있는 실정이다. 지금까지 젖소에게 많이 사용되고 있는 조사료 가운데 beet pulp(pellet)가 있는데 이 beet pulp는 착유우에게 좋은 조사료로서 인정되고 있다 (Bhattacharya와 Lubbadah, 1971 ; Kelly, 1983 ; Hemingway 등, 1986). 그런데 Malaysia에서 생산되는 oil palm fronds(pellet)는 가격이 저렴하고 영양소 함량 면에서 beet pulp와의 대체가치가

있다고 생각되어 착유우에게 beet pulp와 oil palm fronds (pellet)를 동량 대체하는 실험을 수행 하므로써 oil palm fronds (pellet)의 사료가치를 구명하기 위하여 본 실험을 수행하였다.

(1) 공시가축 선정 및 사양관리

본 실험은 강원도 홍천군에 위치한 득성목장에서 사육중인 총 50여두의 착유우 중에서 체중, 산차수, 비유시기 및 산유량이 유사한 24두를 선발하여 처리구 당 12두를 배치하고 2001년 1월부터 3월까지 실험 1기 (총42일 : 예비기간 21일 ; 실험기간 21일)와 실험 2기 (총42일 : 예비기간 21일 ; 실험기간 21일)로 나누어 총 84일간 실험을 수행하였다 (Table 9).

착유우 사양관리 방법은 실험을 수행하는 득성목장의 관행 사양관리방법에 준하였으며, 급여하는 농후사료와 조사료는 Table 10과 같았다. 본 실험의 대조구(A group)에게는 beet pulp를 두 당 2 kg 급여하였으며 실험구(B group)에게는 beet pulp 대신 oil palm fronds(pellet)를 2 kg 급여하였다. 물은 항상 자유롭게 음수하도록 하였고, 착유는 06:00 및 18:00 에 기계착유하였다.

Table 9. Experimental design and conditions of experimental lactating dairy cows

Item	A group	B group
No. of cows(head)	12	12
Body weight(kg)	679	687
No. of calving	2.3	3.0
Days after calving	150	147

Table 10. Daily feed intake of lactating dairy cows fed concentrate ration and roughages^a

Item	Treatment	
	Beet pulp	Oil palm fronds
Concentrate ration (kg/head)		
High yielding cow	2.5	2.5
Early lactation cow	2.0	2.0
Middle lactation cow	7.2	7.2
Finishing cattle	2.5	2.5
Total	14.2	14.2
Roughages (kg/head)		
Beet pulp	2.0	-
Oil palm fronds(pellet)	-	2.0
Rice straw	3.0	3.0
Rye grass	2.5	2.5
Oaten hay	1.0	1.0
Orchard grass	1.0	1.0
Total	9.5	9.5

^a As fed basis.

(2) 실험사료의 조성분 함량

본 실험에서 착유우에게 급여한 농후사료의 각종 영양소 함량은 Table 11과 같으며, 조사료의 영양소 함량은 Table 12와 같다.

Table 11 . Chemical composition of experimental concentrate rations(%)

Item	High yielding cow rations	Early lactation rations	Middle lactation rations	Finishing rations
Dry matter	88.15	88.10	88.30	88.90
Crude protein	15	20	12	13
Ether extract	8	3.0	2	3.5
Crude fiber	10	15	33	15
Crude ash	11	12	10	13
Ca	0.5	0.7	0.4	0.8
P	0.3	0.5	0.2	0.4

^a All values are expressed on the dry matter basis except dry matter.

Table 12 . Chemical composition of experimental roughages(%)

Item	Dry matter	Crude protein	Crude fiber	Ether extract	Crude ash
Oil palm frond	91.85	4.59	32.31	2.43	4.52
Beet pulp	86.61	8.62	29.08	0.54	3.13
Rice straw	88.00	5.11	32.16	2.39	17.16
Rye grass	88.48	9.14	36.11	2.80	6.65
Oaten hay	87.63	6.63	36.79	3.18	7.43
Orchard grass	88.14	8.51	37.91	6.49	2.59

^a All values are expressed on the dry matter basis except dry matter.

(3) 사료 섭취량

본 실험에서는 4가지의 농후사료와 5가지의 조사료를 대조구(beet pulp 급여구)와 실험구(oil palm frond 급여구) 착유우에게 동일하게 급여하였으며 사료 섭취량은 Table 10과 같다.

(4) 산유량

조사료 공급원을 beet pulp, oil palm fronds로 달리하여 자유채식 시켰을 때 평균 산유량은 Table 13과 같았다. 평균 산유량은 각각 22.30 kg, 24.35 kg으로 처리구간에 차이가 없게 나타났으며, 4% 유지방보정 산유량은 beet pulp 급여구가 22.53 kg으로 oil palm fronds 급여구의 24.20 kg보다 낮게 나타났으나 처리간에 유의적인 차이는 없었다. 즉 착유우에게 beet pulp 대신 oil palm fronds를 급여하였을 때 산유량에는 아무 영향이 없이 오히려 약간 증가하였다.

Table 13. The milk production (kg) of lactating dairy cows fed beet pulp and oil palm fronds

Item	Treatment	
	Beet pulp	Oil palm fronds
Milk production		
Preliminary period	24.80	25.90
Experimental period	22.30	24.35
Fat-corrected milk		
Preliminary period	23.20	24.46
Experimental period	22.53	24.20

(5) 우유 조성분

유성분 함량은 표 14에서 보는 바와 같이 beet pulp 급여구와 oil palm fronds 급여구의 유지방 함량은 각각 4.07%, 3.96%이었으며, 유단백질 함량은 각각 3.39%, 3.21%이었고 solid-not-fat 함량은 각각 8.77%, 8.60%로서 처리간에 차이가 없었다.

Table 14 . Milk composition of lactating dairy cows fed beet pulp and oil palm fronds

Item	Treatment	
	Beet pulp	Oil palm fronds
Milk fat(%)		
Preliminary period	3.57	3.63
Experimental period	4.07	3.96
Milk protein(%)		
Preliminary period	3.61	3.57
Experimental period	3.39	3.21
Milk urea nitrogen(mg/dL)		
Preliminary period	5.86	4.87
Experimental period	7.96	7.86
Milk solid-not-fat(%)		
Preliminary period	8.63	8.72
Experimental period	8.77	8.60

(6) 우유내 체세포수

실험기간 중 우유내 체세포수는 표 15와 같이 beet pulp 급여구와 oil palm fronds 급여구에 차이가 없었으며, 예비기간보다 실험기간 중 체세포수가 약간 높았다. 그리고 이 목장의 체세포수는 mL당 20만 미만으로서 1등급 우유에 속했다.

Table 15. The somatic cell count in milk (per mL) of lactating dairy cows fed beet pulp and oil palm fronds

Item	Treatment	
	Beet pulp	Oil palm frond
Preliminary period	108,000	111,000
Experimental period	128,000	119,000

2. 파인애플 (pineapple, *Ananas comosus* Merr.) 부산물

FAO (1990)에 의한 주요 파인애플 생산국의 파인애플 생산량은 태국이 가장 많은 1,865,000 톤을 생산하였고 그 다음이 필리핀으로서 1,170,000 톤을 생산한 것을 비롯하여 중국(790,000 톤), 브라질(724,000 톤), 인도(602,000 톤), 미국(522,000 톤), 베트남(490,000 톤), 멕시코(324,000 톤), 인도네시아(283,000 톤) 순이었다.

파인애플의 모양은 그림 5와 같이 과일(fruit), leaves (green, dried), ratoons, stump 및 root로 구성되어 있는데 과일 중 파인애플 통조림을 만드는 양은 전체 과일의 15~25% 이고 나머지 75~85%는 파인애플부산물(pineapple cannery waste, P.C.W.)로서 파인애플 통조림을 생산하는 국가에서는 이 파인애플 부산물이 커다란 공해유발 물질이다.

그리고 파인애플 fruit의 명칭은 그림 6에서 보는바와 같으며 파인애플 부산물 (P.C.W)은 outer peel(skin), crown ends, bud ends, inner cores, fruit trimmings 및 pomace로 구성되어 있는데 이들의 조성을 보면 표 16과 같다. 그리고 이 부산물을 압착 (pressing) 시킨 후 건조시킨 것이 pineapple bran 인데 pineapple bran 의 조성분은 표 17과 같다.

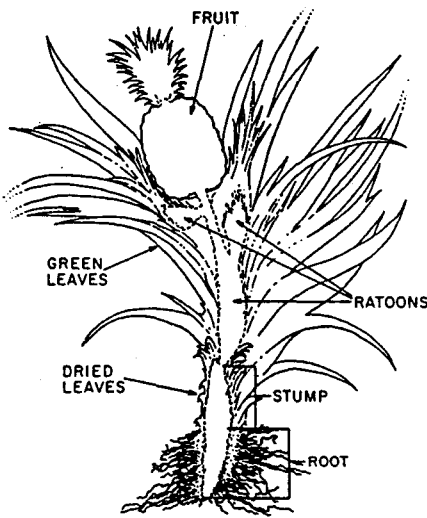


그림 5. Pineapple의 부위별 명칭 (Kellems 등, 1979).

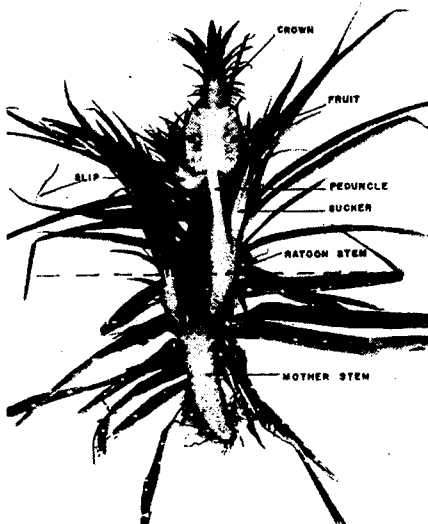


그림 6. Pineapple fruit의 부위별 명칭 (Otagaki 등, 1961).

표 16. Pineapple cannery waste의 부위별 조성분 함량 (% , 건물기준)

Part of cannery waste	Proportion of fruit	Crude protein	Ether extract	Crude fiber	NFE *	Ash	Total sugars
Outer peel(skin)	56	6.4	0.92	16.7	71.88	4.1	42
Crown ends	17	7.2	0.82	25.4	62.88	3.7	38
Bud ends	15	7.0	0.84	22.3	65.76	4.1	40
Inner cores	5	7.1	0.96	19.7	69.94	2.3	73
Fruit trimmings	2	6.8	0.91	1.62	73.49	2.6	74
Pomace	5	7.8	1.20	21.9	64.70	4.4	63

Source : Müller (1978).

그리고 파인애플의 과일 부분(fruit)을 제거한 나머지 부분인 green leaves (ratoon stems, stump 와 dried leaves 제외) 등의 부산물(plant residue)이 반추가축의 조사료원으로 사용되고 있다. 이것을 건조시킨 것이 pineapple hay이며 분쇄시킨 것이 pineapple leaf meal인데 pineapple hay의 조성분을 보면 표 18과 같다.

표 17. Pineapple bran (cannery waste)의 사료가치 (건물기준)

Item	NRC(1972)	Müller(1978)	곽병오(1996)
Dry matter(%)	87.1	90.0	13.28
Crude protein(%)	4.6	6.9	4.66
Ether extract(%)	1.6	0.9	1.24
Crude fiber(%)	19.6	17.8	26.64
NFE(%)	70.8	70.4	64.80
Ash(%)	3.4	4.0	4.23
DE (Mcal/kg): cattle	3.26	3.26	
ME (Mcal/kg): cattle	2.68	2.68	
NEm (Mcal/kg)		1.62	
NEg (Mcal/kg)		1.00	
NEl (Mcal/kg)		1.76	
TDN(%) : cattle	74.0	74.00	
Ca(%)	0.24		0.15
P(%)	0.12		0.07
Fe(ppm)	489.0		
Carotene(ppm)	47.00		
pH			3.90

표 18. Pineapple hay 의 사료가치 (건물기준)

Item	NRC(1972)	Müller(1978)	곽병오(1996)
Dry matter(%)	16.0	76.4	17.37
Crude protein(%)	10.0	6.3	7.48
Ether extract(%)	3.1	2.1	2.53
Crude fiber(%)	23.1	23.6	30.86
NFE(%)	54.4	63.8	68.39
Ash(%)	9.4	4.2	6.74
DE (Mcal/kg): cattle	1.89	2.57	
ME (Mcal/kg): cattle	1.55	2.11	
NEm (Mcal/kg)		1.26	
NEg (Mcal/kg)		0.60	
NEl (Mcal/kg)		1.28	
TDN(%): cattle	42.80	58.00	
Ca(%)			0.23
P(%)			0.07

Müller (1978)가 파인애플 통조림 공장에서 생산되는 fresh pineapple cannery waste를 반추가축의 조사료공급원으로서 급여한 문헌을 review한 결과가 표 19와 같은데 하와이와 Zululand에서는 이것으로 forage의 30~70%를 대체할 수 있다고 보고하였으며 특히 Malaysia에서는 반추가축에 P.C.W. 90%와 함께 약간의 농후사료를 급여하였을 때 가축의 생산성이 좋았다고 보고하였다.

또한 Hong(1973)은 반추가축 중 Cattle 과 Buffalo를 사용하여 P.C.W.의 소화율을 측정하였는데 각각의 건물 소화율은 72.5%, 74.2% ; 유기물 소화율은 73.3%, 74.6% ; 조단백질 소화율은 39.9%, 47.4% ; 조섬유 소화율은 80.8%, 80.1% 이였다고 보고하였다.

하와이대학교의 Otagaki 등 (1961)이 pineapple bran과 pineapple hay를 착유우에게 30% 급여한 후 TDN을 측정한 결과 각각 66.1%와 53.1%이였으며 이때 DE (Mcal/kg)는 각각 1.18 및 0.935이였는데 이 수치는 Müller (1978)가 보고한 수치보다는 낮았다. 그리고 대조구 (0% 첨가구), 30% pineapple bran 첨가구 및

30% pineapple hay 첨가구의 산유량(lbs)이 각각 21.13, 21.54, 23.56 이었고 유지율(%)은 각각 2.54, 2.67, 2.98이었는데 Dronawat 등 (1966)도 착유우에게 pineapple hay를 급여하였을 때 유지율이 향상되었다고 보고하였다.

표 19. Feeding level of fresh pineapple cannery waste to ruminants

Country	Year	Animal (body weight)	Level of forage substitution(%)
Hawaii	1905	Dairy cattle (520 kg)	30
Hawaii	1931	Beef cattle (280 kg)	30
Hawaii	1946	Dairy cattle (510 kg)	50
South Africa	1961	Dairy cattle (470 kg)	55
Taiwan	1963	Dairy cattle (450 kg)	67
Congo	1965	Beef cattle (220 kg)	48
Zululand	1966	Beef cattle (240 kg)	69
Malaysia	1973	Dairy cattle (340 kg)	92
		Heifers (68 kg)	95
		Beef cattle (136 kg)	88
		Goats(27.5 kg) Sheep(20.5 kg)	100
Philippines	1975	Beef cattle (330 kg)	85
Malaysia	1977	Beef cattle (200 kg)	100

자료 : Müller (1978).

Müller (1978)는 반추가축용사료로 pineapple cannery waste (47.5%), poultry litter (33.0%), palm press fiber (10.0%), industry waste (1.0%), molasses (6.5%), feed additive supplement (2.0%)를 그림 7과 같은 방법으로 제조한 사료의 영양소 함량이 수분 45.4% ; 조단백질 14.3% ; pH 4.7 ; acid value (mg KOH) 15.2 ; TDN 70.0%라고 발표하였다. 이 사료를 비육우에게 급여한 후 비육우의 경제성(운반비, 노동비, 시설운영비, 감가상각비 등 포함)을 비교한 결과 1 kg 증체에 필요한 비용이 U.S \$ 0.40 ~ \$ 0.50 이었다고 보고하였는데 이 실험결과를 우리들은 관심을 갖고 보다 깊은 연구할 필요가 있다.

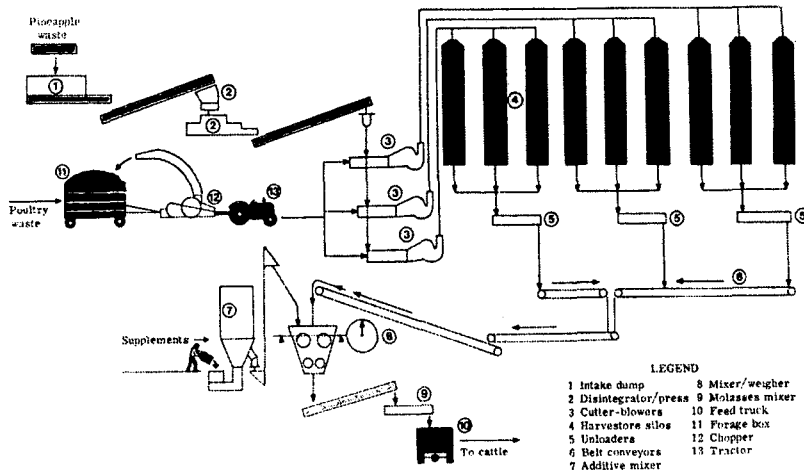


그림 7. Schematic flow sheet for the processing of pineapple waste as animal feed (Müller, 1978).

3. Forage tree legumes

1) Forage tree legumes 의 중요성

축산이 발전하기 위해서는 저렴한 가격의 양질 단백질 공급원이 필수적 인데 tree legumes는 수명이 길면서 유지비용이 저렴하기 때문에 단백질공급원으로서 대단히 중요하다. 그리고 tree legumes의 잎은 가축용 단백질 공급원 뿐만 아니라 식용과 green manure, 그리고 firewood, 목재, 목책, 그늘, 토양손실방지 등 다방면으로 사용하기 때문에 “Multi-purpose tree for Agriculture”로 불리어 지고 있다 (Gutteridge 와 Shelton, 1994). 그리고 나무를 재배하는 국가마다 나무의 이름이 Table 20과 같이 다르기 때문에 문헌을 볼 때 특히 유의하여야 한다. 그 동안 농업에서의 tree legumes의 중요성이 인정되어 호주 및 동남아시아국가들에서 국제 Workshop이 여러 번 개최되었으나 아직 우리 나라에는 이에 관한 연구가 미비한 실정이다.

2) 주요 tree legumes의 종류

동남아시아 지역에서 주로 재배되고 있는 Tree and Shrub Legumes는 Table 21과 같은데 국가에 따라 생육되는 legumes의 종류가 다르다.

Table 20. Some common names of *Leucaena leucocephala*(Lam.) and *Albigia lebbeck* in different countries

<i>Leucaena leucocephala</i>		<i>Albigia lebbeck</i>	
Common name	Countries	Common name	Countries
Leucaena	Australia, U.S.A		
Ipil ipil	Philippines		
Lamtoro	Indonesia	Tekik	Indonesia
Katin	Thailand	Khago	Thailand
Yin ho huan	China		
Kubabul	India	Siris	India
Koa haole	Hawaii		

Sources: Brewbaker *et al.* (1985), Gutteridge and Shelton(1994).

Table 21. Multipurpose shrubs and tree predominantly grown in some Asian countries

Indonesia	Philippines	Thailand
<i>Acacia leucophloea</i>		
<i>Albizia falcataria</i> (= <i>Paraserianthes falcataria</i>)	<i>Albizia falcataria</i>	<i>Albizia falcataria</i>
<i>Albizia lebbeck</i>	<i>Albizia lebbeck</i>	<i>Albizia lebbeck</i>
	<i>Albigia saman</i>	<i>Albigia saman</i>
<i>Calliandra calothyrsus</i>	<i>Calliandra calothyrsus</i>	<i>Calliandra calothyrsus</i>
<i>Cassia siamea</i>		<i>Cassia siamea</i>
<i>Codariocalyx gyroides</i> (= <i>Desmodium gyroides</i>)		
		<i>Erythrina peoppigiana</i>
<i>Flemingia macrophylla</i>		
<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Gliricidia sepium</i>
<i>Leucaena diversifolia</i>	<i>Leucaena diversifolia</i>	<i>Leucaena diversifolia</i>
<i>Leucanena leucocephala</i>	<i>Leucanena leucocephala</i>	<i>Leucanena leucocephala</i>
<i>Leucaena pallida</i>	<i>Leucaena pallida</i>	<i>Leucaena pallida</i>
<i>Pithecellobium dulce</i>		<i>Pithecellobium dulce</i>
<i>Sesbania sesban</i>	<i>Sesbania sesban</i>	<i>Sesbania sesban</i>
<i>Sesbania glandiflora</i>	<i>Sesbania glandiflora</i>	<i>Sesbania glandiflora</i>

Source : Gutteridge and Shelton(1994).

3) 주요 tree legumes 의 사료가치

Tree legumes의 사료가치를 측정하기 위하여 가장 중요한 것은 일반 분석에 의한 chemical composition, neutral detergent fiber (NDF)와 acid detergent fiber (ADF), 광물질 등 성분에 관한 분석자료이다.

(1) 조성분

같은 품종의 tree legumes 일지라도 각 조성분은 그 나무가 자라는 토양, 계절, 나무의 연령 및 부위에 따라 각각 다른데 주요 tree legumes의 조성분은 Table 22와 같고 광물질 함량은 Table 23과 같다.

Table 22. The chemical composition of some forage tree legumes (g/kg, DM)

Species	Crude protein	Fat	Ash	Crude fiber	NDF	ADF	Lignin	Tannin
<i>Acacia angustissima</i>	225		46					66
<i>Albizia chinensis</i>	263		46		603	348	145	33
<i>Albizia lebbek</i>	181	47	80	265				
<i>Albizia saman</i>	221	70	60	294				
<i>Cajanus cajan</i>	214	60	58	308				
<i>Calliandra calothyrsus</i>	212		43		259	209	69	111
<i>Codariocalyx gyroides</i>	198		55					71
<i>Desmanthus virgatus</i>	115	24	58	393				
<i>Faidherbia albida</i>	197	16	72	196				
<i>Gliricidia sepium</i>	275		60		255	216	94	30
	234	14	107		231			
	261		22	186		232	88	
<i>Leucaena leucocephala</i>	267		57		312	226	99	37
<i>Sesbania grandiflora</i>	348	42	125	75				
<i>Sesbania sesban</i>	213		80		219	153	36	ND
	263	9	100	122				

Source : Gutteridge and Shelton(1994).

(2) 광물질 함량

Table 23. Mineral composition of some forage tree legumes (g/kg, dry matter)

Species	S	P	Na	K	Ca	Mg
<i>Acacia angustissima</i>	1.4	1.3				
<i>Albizia chinensis</i>	1.8	2.0				
		1.4			11.7	
<i>Albizia lebbek</i>	2.0	1.6				
		2.0			18.0	5.0
<i>Albizia saman</i>	2.8	1.5				
		2.1			14.2	
<i>Cajanus cajan</i>		2.4			8.9	
<i>Calliandra calothyrsus</i>	1.9	1.5				
	2.0	1.4				
<i>Chamaecytisus palmensis</i>		1.7	0.8	7.2	4.8	2.5
<i>Codariocalyx gyroides</i>	1.2	1.4				
<i>Gliricidia sepium</i>		1.8	1.6	30.0	13.8	4.1
		2.8	0.5	33.1	10.5	4.4
<i>Leucaena leucocephala</i>	2.2	1.6				
		1.6		13.0	23.0	6.0
		2.9			5.4	
<i>Sesbania grandiflora</i>		3.3			23.3	
		4.7			13.2	
<i>Sesbania sesban</i>	2.7	2.4				
		4.3			27.8	

Source : Gutteridge and Shelton(1994).

(3) 항영양인자

Tree legumes를 가축에게 급여할 때 가장 문제가 되는 것은 그 legumes에 포함된 항영양인자인데 주요 tree legumes의 항영양인자는 Table 24와 같다.

Table 24. Anti-nutritive factors (secondary compounds) in some forage tree legume

Species	Plant part	Secondary compounds
<i>Acacia cana</i>	Leaf, Stem	Selenium
<i>Acacia salicina</i>	Leaf, Bark Pods	Tannins Saponins
<i>Albizia chinensis</i>	Bark Leaf	Echinocystic acid Glycosides, Oleanolic acid Sterols Condensed tannins
<i>Albizia lebbek</i>	Leaf Root	Pipecolic acid derivatives Echinocystic acid
<i>Calliandra calothyrsus</i>	Leaf	Condensed tannins
<i>Calliandra haematocephala</i>	Leaf	Pipecolic acid derivatives
<i>Calliandra portoricensis</i>	Leaf	Tannins, Saponins, Flavonoids, Glycosides
<i>Gliricidia sepium</i>	Leaf Leaf Leaf Leaf Seed	Pinitol Condensed tannins Coumarins, Melilotic acid Nitrate Canavanine, Heat stable toxin
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leaf Leaf Leaf	Mimosine Condensed Tannins Flavanol glycosidases
<i>Sesbania grandiflora</i>	Leaf, Seed	Condensed tannins, Glycosides
<i>Sesbania sesban</i>	Leaf Leaf Seed	Saponin (Glucuronide-oleanolic acid) Saponin, Heat labile toxin Saponin (stigmasta galactopyranoside)

Source : Gutteridge and Shelton(1994).

4) *Leucaena* 의 사료가치

*Leucaena*는 forage tree legumes 중에서 가장 많이 이용되는 것으로서 수명이 길고 잎의 영양가치가 높으며 fire wood, timber, human foods, green manure, shade와 토양손실 방지용으로도 사용되기 때문에 일명 “Miracle tree” (Gutteridge 와 Shelton, 1994) 라고 불리어진다.

*Leucaena leucocephala*는 가시가 없으며 나무가 7 ~ 8 m까지 자랄 수 있고 나무를 재배하는 국가마다 Table 20과 같이 지칭하는 이름이 다르다. 그리고 품종에 따라 항영양인자인 mimosine의 함량이 다르고 또한 psyllid (*Hetropsylla cubana*) 해충에 대한 저항성도 다르다. *Leucaena*를 비롯한 forage tree legumes 은 Table 22에서 보는 바와 같이 조단백질 함량이 25%정도로 대단히 높아 앞으로 개발할 여지가 많으며 특히 *Leucaena* leaf는 알팔파 잎에 비하여 β -carotene 함량이 높아 (표 25) 가축의 수태율 증진에 효과가 높다고 생각된다.

표 25. 알팔파 잎 과 *Leucaena* 잎의 조성분 함량

General composition	<i>Leucaena</i> leaf	Alfalfa leaf
Total ash (%)	11.0	16.6
Total N (%)	4.2	4.3
Crude protein (%)	25.9	26.9
Modified-acid-detergent fibre (%)	20.4	21.7
Calcium (%)	2.36	3.15
Phosphorus (%)	0.23	0.36
β -carotene (mg/kg)	536.0	253.0
Gross energy (kJ/g)	20.1	18.5
Tannin (mg/g)	10.15	0.13

자료 : NAS (1977).

Leucaena leucocephala 내에 포함된 mimosine은 rumen bacteria에 의하여 분해되는데 mimosine을 분해할 수 있는 rumen bacteria를 갖고있는 반추가축은 Table 26과 같이 국가에 따라 다른데 앞으로 *Leucaena leucocephala*을 수입하려고 할 때에는 DHP degrading rumen bacteria가 포함된 사료첨가제를 함께 수입하는 것이 좋다고 생각된다.

Table 26. Countries without or with DHP degrading rumen bacteria

Countries without DHP degrading bacteria	Countries with DHP degrading bacteria
Australia	Indonesia
Papua New Guinea	Vanuatu
Fiji	Thailand
Japan	Malaysia
China	India

IV. 조사료 수입 시 문제점 및 활용방안

지금까지 우리 나라에서 유통되고 있지는 않지만 활용 가능한 해외 조사료자원들을 수입하여 경제적으로 활용하기 위해서는 외국에서 한국 업체 상호간의 현지 구매 경쟁을 지양하고 정부기관이나 협회 또는 조합 등을 통하여 계약을 맺음으로서 국내에서 필요로 하는 물량을 적정가격에서 확보하는 일이다. 비록 처음에는 현지 사정 때문에 국내에서 필요로 하는 양을 충분히 확보하지 못하는 경우가 있다하더라도 구매 가능한 조사료 물량을 조금씩 구입하면서 점차 그 양을 늘려나가면 우리가 원하는 충분한 물량을 확보할 수 있다고 생각한다.

그리고 수입조사료로부터 유입되는 구제역 등 악성 가축전염병의 국내 유입방지와 효율적인 검역 업무 수행이 요망된다.

값싸고 깨끗한 양질의 해외 조사료 자원 활용방안의 일환으로서 대상 국가들에 대한 인종, 종교, 가축, 사료자원의 종류와 생산량 및 이용에 관한 연구결과들을 정밀하게 조사 및 평가하여 우리 나라 축산의 생산비를 절감시키며 국제경쟁력을 가질 수 있는 방안을 대학교, 연구기관, 농림부, 한국단미사료협회, 한국사료협회, 농협중앙회 및 양축가 단체 등이 단결하여 공동으로 연구해야 한다고 생각된다.

특히 동남아시아 지역은 우리 나라 사료자원의 보고라고 생각하고 이들 국가들의 관련된 학자들과 연구기관, 산업체들과의 보다 깊은 연대와 결속이 요망된다.

※ 감사의 말씀

본 발표문 작성 시 여러 가지 바쁜 상황하에서도 성심 성의를 다 하여 본인을 도와 준 본 학과 4학년 오준석(吳俊錫)군의 노고에 깊이 감사드립니다.

V. 인용문헌

1. Babatunde, G. M., W. G. Pond and E. R. Peo, Jr. 1990. Nutritive value of rubber seed (*Hevea Brasiliensis*) meal : Utilization by growing pigs of semi-purified diets in which rubber seed meal partially replaced soybean meal. J. Anim. Sci. 68:392-397.
2. Bhattacharya, A. N. and W. F. Lubbadah. 1971. Feeding high levels of beet pulp in high concentrate dairy rations. J. Dairy Sci. 53: 95-99.
3. Dahlan, Ismail. 1996. Oil palm by-products: Its utilization and contribution to livestock industry. Proc. Agricultural Conference

- on International Palm Oil Congress. p. 269-274. Palm Research Institute of Malaysia. Malaysia.
4. Devendra, C. 1979. Malaysian Feedingstuffs. Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI), Serdang, Sedangor, Malaysia.
 5. Devendra, C. 1992. Non-Conventional Feed Resources in Asia and the Pacific (4th Ed.). FAO-APHCA Publication No. 14. Bangkok, Thailand.
 6. Dronawat, N. S., R. W. Stanley, E. Cobb, and K. Morita. 1966. Effect of feeding limited roughage and a comparison between loose and pelleted pineapple hay on milk production, milk constituents, and fatty acid composition of milk fat. J. Dairy Sci. 49:28-31
 7. FAO. 1989. Production Yearbook. Rome, Italy.
 8. FAO. 1990. Production Yearbook. Rome, Italy.
 9. Gason, J. P., J. M. Noiret and J. Meunier. 1989. Oil palm. G. R?bbelen. R. K. Downey and A. Ashri (Eds.). Oil Crop of the World. McGraw-Hill Publishing Company. p 475-494.
 10. Gerpacio, A. L. and L. S. Castillo. 1988. Nutrient Composition of Some Philippine Feedstuffs. University of the Philippines at Los Banos. Technical Bulletin No. 21, Philippines..
 11. Gohl, B. 1981. Tropical Feeds. FAO Animal Production and Health Series. No. 12.
 12. Gurmit, S. 1994. Management and utilization of oil palm by-products. Proc. 3rd Sym. On utilization of oil palm tree and other palms. p. 19-48

13. Gutteridge, R. C. and H. M. Shelton. 1994. Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. CAB International. Oxon, UK.
14. Hemingway, R. G., J. J. Parkins and J. Fraser. 1986. Sugar beet pulp products for dairy cows. Anim. Feed Sci. Technol. 15: 123-127.
15. Hong, K. S. 1973. The utilization of pineapple waste in ruminant nutrition. CAHS, Kluang, Malaysia.
16. I.C.A.R. 1983. Annual Report. All India Coordinated Research Project, College of Vet. Sci. & Anim. Husb., Jabalpur, India. p. 54
17. Islam, M. 1999. Nutritional evaluation and utilization of oil palm frond as feed for ruminants. Ph. D. thesis. Universiti Putra Malaysia, Malaysia.
18. Jalaludin, S. Z. A. Jelani, N. Abdullah and Y. W. Ho. 1991. Recent developments in the oil palm by-product based ruminant feeding system. Recent Advances on the Nutrition of Herbivores. p. 35-44.
19. Kellems, R. O., O. Wayman, A. H. Nguyen, J. C. Nolan, Jr., C. M. Campbell, J. R. Carpenter and E. B. Hoa. 1979. Post-harvest pineapple plant forage as a potential feedstuff for beef cattle: Evaluated by laboratory analyses, in vitro and in vivo digestibility and feedlot trials. J. Animal Sci. 48: 1040-1048.
20. Kelley, P. 1983. Sugar beet pulp - A review. Anim. Feed Sci. Technol. 8: 1-18
21. Mohamad, H., H. A. Halim and T. M. Ahamad. 1986. Availability and potential of oil palm trunks and fronds up to the year 2000. Palm Oil Research Institute of Malaysia (PORM), Pap. 20: 1-17.

22. Müller, Z. O. 1978. Feeding potential of pineapple waste for cattle. *World Animal Review* 25: 25-29
23. NRC. 1972. *Atlas of Nutritional Data on United States and Canadian Feeds*. National Academy of Sciences, Washington, D. C.
24. O' Mello, J. P. F. 1991. Nutritional potentialities of fodder trees and fodder shrubs as protein sources in monogastric nutrition. *Proc. FAO Expert Consultation on Legume Trees and Other Fodder as Protein Sources for Livestock*.
25. O' Donovan, P. B, M. C. Chem and P. K. Lee. 1972. Conservation methods and feeding value for ruminants of pineapple from mixtures. *Tropical Agriculture* 49(2): 135-141.
26. Osman, A. H. 1996. Oil palm as feed resource. *The 8th AAAP Animal Science Congress (Symposium V: Improvement of nutrition and effective utilization of feed resources in livestock)*, Japan, p 281-293.
27. Otagaki, K. K., G. P. Lofgreen, E. Cobb and G. D. Dull. 1961. Net energy of pineapple bran and pineapple hay when fed to lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 44:491.
28. Pathak, N. N. and S. K. Ranjhan. 1973. Nutritional studies with sal seed meal as a component of finisher rations in the large White Yorkshire pigs. *Indian J. Anim. Sci.* 43:424-427.
29. Ravindran, V. 1990. Feeding value and digestibility of cassava leaf meal for growing pigs. *Proc. 5th. Asian-Australasian Anim. Prod. Congress.* Vol.3:20.
30. Rozany, H. R. 1990. The utilization of rubber seed meal in the

- ration of native chicken. Proc. 13th Conf. Malay.-Soc. Anim. Prod. p. 91-94.
31. Sharma, K., C. S. Wah and M. G. Jackson. 1977. A comparison of calcium hydroxide spray treated and untreated sal seed meal as ingredients in goat and chick diets. Indian J. Anm. Sci. 47:473-478.
 32. Shukla, P. C. and P. M. Talapada. 1973. Studies on feeding sal seed meal to adult animals. Indian Vet. J. 50:669-672.
 33. Sonwane, S. N. and V. D. Mudgal. 1974. The utilization of sal seed (*Shorea robusta*) meal as a feed supplement in the ration of growing heifers. Indian J. Dairy Sci. 27:183-187.
 34. Tinnimit, P. 1991. Use of rubber and oil plam meal for ruminant feeding in Southern Thailand. Proc. III Int. Symp. on the Nutrition of Herbivores, Penang, Malaysia. p. 66
 35. Vaughan, J. G. 1970. The Structure and Utilization of Oil Seeds. Chapman and Hall Ltd., London.
 36. Verma, S. V. S. 1970. Studies on the metabolizable energy value of sal seed (*Shorea robusta*) and sal seed cake by chemical assay and biological evaluation in chicks. M. V. Sc. Thesis, Agra University, India.
 37. Winugroho, M., D. Sutjipto and D. Ffoulkes. 1987. Kapok seed meal supplementation to improve live weight of cattle fed rice straw and grass. In: Ruminant Feeding System Utilization Fibrous Agricultural Residues. p. 253-257.
 38. 광병오. 1996. Dole 회사 (필리핀)와 Samboo 회사 (인도네시아) 출장보고서. 대한제당주식회사.

39. 신형태. 1992. 값싼 원료를 이용하여 사료를 제조하는 방법을 연구하자. 양돈진흥 (1): 47-50.
40. 신형태. 1995. 새로운 농후사료 자원의 개발 및 이용. 제6회 사료가공단기과정 p. 104-116. 한국영양사료학회.
41. 신형태. 1997. 해외 부존 사료자원의 개발 및 이용. 제7회 사료가공단기과정 p. 52-71. 한국영양사료학회.
42. 신형태. 2000. 동남아시아 지역의 조사료 자원 이용 방안. 해외사료자원개발연구회 (심포지움). p. 64-81. 해외사료자원개발연구회.
43. 신형태. 2001a. 축우용 대체 조사료원의 개발, 이용 수급에 관한 연구 (연구보고서) 농협중앙회 사료축산연구소
44. 신형태. 2001b. 축우용 대체 조사료로서의 야자나무 잎의 사료가치. 제9회 사료가공단기과정. p. 423-440. 한국영양사료학회.
45. 이재용, 2003. 조사료 (수급 조사료)의 정책방안. 수입조사료의 유통현황과 개선방안 (심포지움). p. 5-15. 한국초지학회. (사)한국단미사료협회.