

알팔파 및 尿素를 이용한 畜牛用 代用大豆粕 開發에 관한 研究

신형태*, 정기환*, 권오광*, 구분화**
(*성균관대학교 농과대학 낙농학과, **(주)우성사료)

Studies on the Development of New Starch-Alfalfa-Urea Complex for Ruminants

Shin H. T.*, Chung K. H*, Kwon O. K*, Koo B. H.**

*Dept. of Dairy Science, Coll. of Agric., Sung Kyun Kwan Univ., Suwon, 440-746, Korea.

**WOOSUNG FEED LTD., Nonsan, 320-820, Korea.

Abstract

These studies were conducted to evaluate of starch-alfalfa-urea complex (SAUC-I, II) as a substitute of soybean meal for ruminants ration.

In experiment I, starch-alfalfa-urea complex I, II production and liberated $\text{NH}_3\text{-N}$ contents of SAUC-I, II were measured by *in vitro* method.

In experiment II, digestibility of experimental diet(NBDMD and NBOMD), ruminal pH, $\text{NH}_3\text{-N}$, microbial protein synthesis and blood urea nitrogen were observed by rumen fistulated Korean native goats fed different levels of SAUC-II. The substitution levels of SAUC-II to soybean meal were 0, 20, 40 and 60% for each treatment.

In experiment III, daily feed intake, milk yield, milk fat and blood urea nitrogen were measured by lactating dairy cows fed different levels of SAUC-I. The substitution level of SAUC-I to soybean meal were 0, 20, 40, 60% and experimental diet were fed totally mixed with roughage.

And experiment IV, feed intake and growth rate according to substitution levels of SAUC-II(0, 20, 40 and 60%) to soybean meal were measured by Korean native goats.

The result obtained were summarized as follows:

1. Experiment I

The *in vitro* $\text{NH}_3\text{-N}$ contents(mg/100ml) at 0, 1, 2, 4, 8 and 12 hours using the ruminal inoculum for soybean meal were 1.01, 1.47, 2.51, 4.96, 16.99, 13.78; for urea were 3.00, 12.15, 49.85, 11.08, 10.45, 1.29; for SAUC-I were 1.10, 7.57, 33.39, 12.93, 9.78, 3.95; for SAUC-II were 2.03, 10.90, 25.87, 16.73, 3.41, 2.62, respectively.

2. Experiment II

1) Nylon bag dry and organic matter digestibility(%) of control, SAUC-II 20%, 40%, 60% at 48 hr of incubation were 87.3, 86.8; 85.7, 85.5; 79.6, 78.5; 79.3, 78.5, respectively.

2) Ruminal pH change were a range of 6.2-6.9, respectively.

3) Ammonia nitrogen(mg) per 100ml rumen fluid of control, SAUC-II 20%, 40%, 60% at 1 hours after feeding were 40.8, 42.3, 56.7, and 58.5, respectively.

4) Average microbial protein synthesis(mg) per 100ml rumen fluid of control, SAUC-II 20%, 40% and 60% after

feeding were 40.2, 35.8, 39.7 and 29.9, respectively.

5) Urea nitrogen(mg) per 100ml blood of control, SAUC-II 20%, 40% and 60% at 2 hr after feeding were 13.1, 14.4, 15.1 and 16.2, respectively.

6) According to the results the optimal substitution level of SAUC-II for soybean meal was 40%.

3. Experiment III

1) The daily dry matter intake(kg) of control, SAUC-I 20%, 40% and 60% were 16.5, 16.3, 15.8 and 14.5, respectively (P<0.05).

2) The milk fat contents(%) of control, SAUC-I 20%, 40%, and 60% were 3.24, 3.25, 3.38 and 3.41, respectively(P<0.05).

3) The daily milk yield(kg) of control, SAUC-I 20%, 40%, and 60% were 17.0, 16.6, 16.5 and 14.2, respectively.

4) Blood urea nitrogen per 100ml blood of control, SAUC-I 20%, 40%, and 60% were 16.8mg, 18.0mg, 18.7mg and 23.4mg respectively.

5) The optimal substitution level of SAUC-I to soybean meal was 40%~50% according to the dry matter intake, milk production and the reproductive failure in this experiment.

4. Experiment IV

1) Voluntary feed intake according to substitute levels of SAUC-II (0, 20, 40 and 60 %) to soybean meal for concentrate, 248.8g, 247.2g, 240.8g and 235.3g, respectively.

2) Average daily gain of control, SAUC-II 20%, 40%, and 60% were 60.32g, 57.14g, 56.19g and 55.56g, respectively.

I. 서 론

반추동물은 단위동물과는 영양생리적 특성이 달라 반추위내에 서식하는 미생물의 작용으로 요소를 비롯한 비단백태질소화합물을 이용하여 미생물 단백질을 합성하므로서 단백질 요구량의 일부를 충당하게 된다(Roffler등, 1978; Hagemester등, 1980).

반추위내 서식하는 미생물의 약 82%가 암모니아(NH₃)를 질소원으로 이용하여 성장할 수 있기 때문에 미생물 단백질 합성을 위한 암모니아 공급은 매우 중요하다(Bryant와 Robinson, 1963; Hungate, 1966; Ibrahim과 Ingalls, 1972; Kropp등, 1977a, b). 특히 암모니아는 섬유소 및 전분분해미생물의 성장을 촉진하므로 저질 조사료의 이용시 필수적인 영양소로서 작용한다(Reid, 1953; Belasco, 1954, 1956; Chalupa, 1968).

그러나 반추위내 암모니아의 농도가 높을수록 미생물 단백질을 합성하는 이용속도 보다 요소의 분해 속도가 빠르면 상당량이 뇨로 배설되고 심하면 요소중독에 걸리게 된다(Dinning등, 1948; Davis와 Roberts, 1959). 이 같은 손실과 요소중독을 예방하기 위해서는 반추위내 미생물의 단백질 합성 속도를 최고로 유지해 주고, 요소의

분해속도를 저하시키는 것이 중요하다(Reid, 1953; Jones등, 1964; Chalupa, 1968).

미생물의 단백질 합성을 최대로 증진시키기 위하여는 미생물이 필요로 하는 영양소를 충분히 공급해 주어야 하는데 요소 사용시에는 미생물의 성장에 가장 영향을 미치는 에너지원의 선택에 유의해야 한다(Davis등, 1955; Belasco, 1956; Johnson, 1976). 이러한 관점에서 전분은 반추위에서 분해속도가 빠른 반면, 섬유소는 분해속도가 느리므로 요소의 이용 효율을 높이기 위해서는 전분(starch)이 가장 좋은 에너지 공급원으로 전분을 열처리하면 더욱 효과적이다(Belasco, 1954, 1956).

그러므로 열처리된 전분으로 부터 방출되는 에너지와 요소태 암모니아의 생성속도가 비슷하게 유지될 경우 반추위 미생물이 암모니아를 효과적으로 이용할 수 있기 때문에 요소의 분해속도를 조절한 비단백태질소화합물 공급원 개발은 고가인 단백질 사료 대체의 관점에서 매우 중요하다.

따라서 본 실험의 목적은 요소와 알팔파 및 tapioca를 혼합하여 가열·가압 처리를 한 대용대두박을 제조하여 암모니아태 질소생성량 조절효과를 조사하고, 대두박과 대체하였을 때 대체 수준별에 따른 반추위내 발효 상태와 질소의 이용성을 조사한 후 착유우와 재래산양을 이용한

사양실험을 통해 대용대두박의 사료적 가치를 규명하는데 있다.

II. 대용대두박 제조가 요소의 분해를 저하에 미치는 효과(실험 I)

1. 재료 및 방법

가. 공시축 및 사양관리

본 실험에 사용된 공시축은 rumen fistula가 장착된 Holstein 젖소(♀)로 시험환경 및 시험사료에 약 1개월간 적응시킨 후 공시축으로 사용하였다.

공시축에게 급여하는 사료는 착유우용 배합사료로 1일 2회(8:00, 16:00)에 나누어 급여 하였으며, 그의 사양관리는 성균관대학교 실험목장의 관행 사양방법에 준해 수행하였다.

나. *In vitro*용 인공반추위액의 제조

Rumen fistula가 장착된 Holstein젖소로부터 아침사료 급여 3시간후 rumen fluid를 채취한 후 4겹의 cheese cloth로 여과하여 보온병에 담아 CO₂ gas를 주입한 후 혐기상태를 유지하였다.

여과된 반추위액을 Table 1과 같은 McDougall's buffer solution(1948)과 4:6으로 혼합하여 인공반추위액을 제조하였다.

Table 1. Chemical composition of McDougall's buffer solution(1948)^a

Item	Contents(g)
NaHCO ₃	9.80
Na ₂ HPO ₄ ·7H ₂ O	7.00
KCl	0.57
NaCl	0.47
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.12
CaCl ₂ ^b	0.04
Deionized water(ml)	1,000
Final pH	6.8-6.9

^a These chemicals are dissolved just prior to use and the

buffer solution is heated and maintained 39°C.

^b CaCl₂ are added just prior to use.

다. 대용대두박 제조 및 성분분석

대용대두박은 조단백질 함량이 45%와 50%가 되게 옥수수, tapioca, alfalfa meal과 요소를 적당한 비율로 혼합하여 젖소용(대용대두박 I)과 비육우용(대용대두박 II)을 제조하였다.

Extruder로 제조된 대용대두박의 원료 조성 및 함량은 Table 2와 같고 제조시 사용된 기기는 Fukami사 Model No. FK-120 이었으며, 제조공정은 Figure 1과 같다.

Table 2. Ingredients and chemical composition of SAUC I, II.

Item	Starch-Alfalfa-Urea Complex	
	I	II
Ingredients ^a		
Corn ground	20	10
Tapioca	60	71
Alfalfa meal	4	-
Urea	16	19
Chemical composition ^b		
Dry matter	90.5	85.9
Crude protein	44.5	53.5
Crude fiber	3.4	4.1
Crude fat	1.7	0.5
Crude ash	2.72	5.39

^a Ingredient : as fed basis.

^b All values are expressed dry matter basis except dry matter.

라. *In vitro* 방법에 의한 NH₃-N 함량측정

제조된 대용대두박을 25mg의 질소를 함유하게끔 칭량한 후 50ml in vitro fermentation tube에 넣고 rumen inoculum 25ml를 첨가한 후 CO₂ gas(O₂ free)를 10여 초 분사한 다음 bunsen release valve가 부착된 rubber stopper로 막는다.

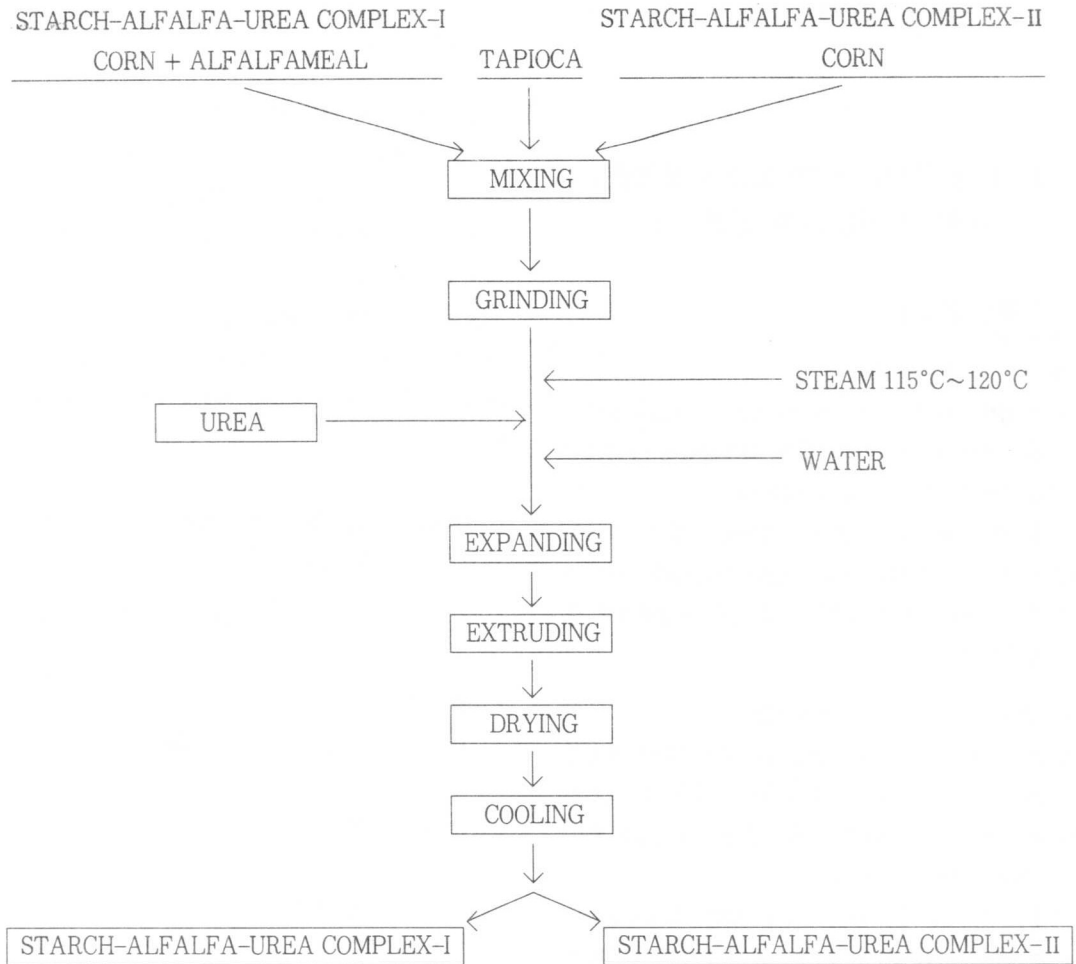


Figure 1. Flow diagram for making the starch-alfalfa-urea complex- I , II

Shaking water bath(390°C)에서 배양하고 시간별(0, 1, 2, 3, 4, 8, 12) 발생하는 NH₃-N 함량을 측정하여 요소의 분해속도를 파악하였는데, NH₃-N 함량은 Chaney와 Marbach방법(1962)에 의하여 측정하였다.

2. 결과 및 고찰

제조한 대용대두박 I과 II의 요소 분해율 저하정도를 파악하기 위하여 대두박과 요소를 대조구로 하여 배양한

결과 배양시간별 pH 변화는 Table 3과 같고 NH₃-N 함량 변화는 Figure 2와 같다.

pH 변화는 요소 첨가구가 타 질소공급원첨가구에 비해 높게 나타났으나 대두박과 대용대두박 I, II간에는 큰 차이가 없었으며, 요소분해에 의해 생성된 NH₃-N 함량은 요소, 대용대두박 I, II순으로 배양 2시간째 가장 높게 나타났으나 대두박은 서서히 분해되어 8시간째 최고 함량을 나타냈다.

Table 3. Effect of dietary protein sources on pH values in *in vitro*

Item	Incubation Time (hr.)					
	0	1	2	4	8	12
Soybean meal	6.9	6.6	6.7	6.6	6.6	6.2
Urea	6.9	7.0	7.5	7.3	7.5	7.5
SAUC-I	6.9	6.8	6.9	6.9	6.7	6.4
SAUC-II	6.9	6.9	7.1	7.2	6.8	6.6

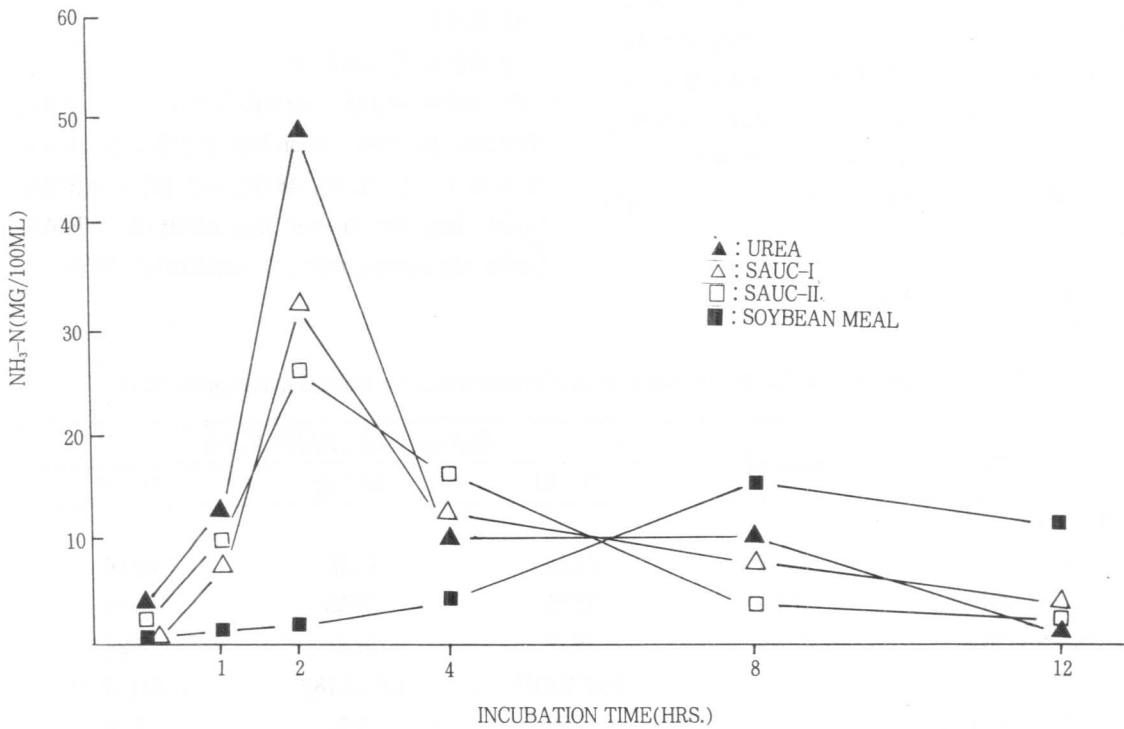


Figure 2. Effect of dietary protein sources on ammonia nitrogen concentration in *in vitro*

III. 대용대두박 II 첨가가 재래산양의 반추위 발효특성에 미치는 영향 (실험 II)

1. 재료 및 방법

가. 공시축 선정 및 사양관리

본 실험에 사용된 공시축은 Johnson의 방법(1969)에 따라 직경 4cm인 rumen fistula가 부착된 평균 체중이 31.8kg인 재래산양(♂) 4두를 대사틀(metabolism crate)에 넣어 실험에 사용하였다. 실험사료는 매일 2회(07:00, 19:00)에 걸쳐 농후사료는 600g(건물기준), 조사료는 볏짚 300g을 급여하였는데, 사료급여 1시간후 사료잔량은 rumen fistula를 통하여 rumen내에 넣어 반추위내 발효조건을 동일하게 하였다. 물은 자유 음수토록 하였으며, 광물질 공급원으로는 mineral block을 사용하였다.

나. 시험사료 및 성분분석

시험사료는 NRC(1988) 사양표준을 기준으로 *in vitro* 실험에서 $\text{NH}_3\text{-N}$ 생성량이 대두박과 가장 유사한 대용대두박 II(SAUC-II)의 적정 대두박 대체수준을 조사하기 위하여 대두박을 100% 사용한 대조구와 대두박을 SAUC-II와 20%, 40% 및 60% 대체한 사료를 제조 급여하였는데 각 처리구별 사료의 배합비와 A. O. A. C. 방법(1980)에 의하여 분석한 시험사료의 일반 성분 분석은 Table 4와 같다. 그리고 볏짚의 조성분은 건물, 89.6%; 조단백질, 5.23%; 조섬유, 33.76%; 셀룰로스, 31.21%였다.

다. 조사항목

1) 시험사료의 소화율 측정

본 실험에 사용한 시험사료(농후사료)의 소화율은 Mehrez와 Ørskov의 nylon bag 방법(1977)을 이용하여 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48시간 배양시킨 후 NBDMD (nylon bag dry matter digestibility)와 NBOMD (nylon bag organic matter digestibility)를 측정하였다.

Table 4. Ingredient and chemical composition of concentrates for Korean native goats(%)^a

Item	Control	Soybean meal : SAUC-II(%)		
		80 : 20	60 : 40	40 : 60
Ingredient				
Corn, yellow	62.16	62.16	62.16	62.16
Wheat bran	15.55	15.55	15.55	15.55
Soybean meal	19.69	15.75	11.81	7.88
SAUC-II	—	3.94(0.59) ^b	7.88(1.18) ^b	11.81(1.77) ^b
Vitamin premix ^c	1.70	1.70	1.70	1.70
Mineral premix ^d	0.90	0.90	0.90	0.90
Chemical composition				
Dry matter	88.49	88.39	87.74	87.53
Organic matter	94.50	94.54	93.13	95.17
Crude ash	5.50	5.46	4.87	4.83
Crude protein	18.73	18.84	19.04	19.45
Crude fiber	4.48	3.86	3.74	3.68
Crude fat	3.14	3.09	2.97	2.84

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

^b Urea content in concentrate(%).

^c Vit. A, 705 IU ; Vit. D, 15.70 IU ; Vit. E, 4.71 IU per kg feed.

^d Ca, 4.72g ; P, 2.17g ; Fe, 3.14mg ; Cu, 1.26mg ; Zn, 6.28mg ; Mn, 0.32mg ; Co, 0.016mg ; Se, 0.031mg per kg feed.

2) 반추위내 pH 측정

대용대두박 II의 대두박 대체 수준에 따른 반추위내 pH변화를 측정하기 위해 사료급여전과 사료급여후 1, 2, 4, 8 및 12시간째 반추위액을 채취하여 4점의 cheese cloth로 여과한후 pH-meter(Fischer Model 230A pH/ion meter)를 사용하여 측정하였다.

3) 반추위내 NH₃-N 함량 측정

대용대두박 II 급여후 시간별(0, 1, 2, 4, 8, 12시간)에 따른 반추위내 NH₃-N 함량을 Chaney와 Marbach 방법(1962)에 따라 측정하였다.

4) 반추위내 미생물 단백질 합성량 측정

대용대두박 II의 대두박 대체 수준에 따른 미생물단백질 합성량은 반추위액내 사료단백질을 단계적으로 제거하고 사료에 부착되어 있는 bacteria를 분리한 후 Lowry등(1951)의 방법으로 측정하였다.

5) 혈액내 요소태질소함량 측정

대용대두박 II의 대두박 대체 수준에 따른 혈액내 요소태질소함량 변화를 측정하기 위하여 재래산양으로 부터 사료급여전과 급여후 0.5, 1, 2, 4 및 8시간째에 경정맥(jugular vein)에서 heparinized vacutainer tube(green sectum)을 사용하여 10ml의 혈액을 채취한 뒤 3,000rpm에서 15분간 원심분리하여 상등액으로 부터 요소태질소함량을 측정하였다(Chaney와 Marbach, 1962).

6) 실험설계 및 통계분석

실험설계는 대용대두박 II의 대두박 대체 수준 0%, 20%, 40% 및 60%에 따라 재래산양 1두씩을 4 × 4 Latin square design에 의하여 4개 처리구로 배치하였다. 실험결과를 분산분석에 의하여 처리하였고 처리구 평균간의 유의성 검정은 Duncan's multiple range test (1955)에 의하여였다.

2. 결과 및 고찰

가. 시험사료(농후사료)의 소화율(%)

대용대두박 II의 대두박 대체 수준별에 따른 시험사료의 건물 소화율(nylon bag dry matter digestibility)과 유기물 소화율(nylon bag organic matter digestibility)은 Table 5와 같다.

시험사료의 건물 소화율은 대체수준에 관계없이 배양 12시간째까지는 거의 비슷한 경향을 나타냈으나 배양시간이 지남에 따라 차이가 나 대조구와 20%대체구의 경우에는 24시간째, 40%와 60%대체구의 경우에는 36시간째 건물소화율이 70%에 도달하였으며 일반적으로 대용대두박 II의 대두박 대체 수준이 높아짐에 따라 낮은 소화율을 나타냈다. 그리고 유기물 소화율도 배양시간이 지남에 따라 증가하는 것으로 나타났으나 건물소화율과 같이 대용대두박 II의 대체수준이 증가함에 따라 낮은 소화율을 나타냈다.

Table 5. Effect of various substitution levels of SAUC-II to soybean meal on nylon bag dry matter digestibility (NBDMD, %) and nylon bag organic matter digestibility(NBOMD, %) in the rumen of Korean native goats

Treatment	After feeding(hr)						
	3	6	9	12	24	36	48
Control							
NBDMD	38.7	44.0	49.8	55.2	72.7	79.7	87.3
NBOMD	37.0	42.2	47.9	53.5	71.9	79.0	86.8
SAUC-II 20%							
NBDMD	36.0	43.1	46.8	55.0	69.6	77.7	85.7
NBOMD	34.1	41.6	44.7	53.5	68.6	77.2	85.5
SAUC-II 40%							
NBDMD	35.1	42.0	44.1	50.5	62.2	75.7	79.6
NBOMD	33.6	40.2	42.2	48.2	60.4	74.8	78.5
SAUC-II 60%							
NBDMD	35.0	41.8	44.0	47.6	62.0	75.2	79.3
NBOMD	33.3	39.8	40.8	46.5	60.2	74.4	78.5

3. 반추위내 pH 변화

대용대두박 II의 대두박 대체 수준별에 따른 반추위내 pH 변화는 Table 6과 같이 대두박을 60%까지 대체시

켜도 반추위내 pH는 제1위 미생물의 성장과 섬유소의 소화율에 영향을 미치지 않는 pH를 유지하는 것으로 나타났다.

Table 6. Effect of various substitution levels of SAUC-II for soybean meal on ruminal pH change of Korean native goats

Treatment	After feeding(hr)					
	0	1	2	4	8	12
Control	6.65	6.28	6.14	6.25	6.36	6.76
SAUC-II 20%	6.90	6.64	6.51	6.41	6.59	6.81
SAUC-II 40%	6.59	6.48	6.33	6.21	6.32	6.57
SAUC-II 60%	6.81	6.63	6.48	6.39	6.46	6.67

4. 반추위내 NH₃-N 함량

대용대두박 II의 대두박 대체 수준별 반추위내 NH₃-N 함량(mg/100ml)은 Table 7과 같이 대조구의 경우 사료급여 후 2시간째 42.17mg으로 최고치를 나타냈으나 20%, 40% 및 60%대체구는 사료급여 후 1시간째 각각

42.27mg, 56.67mg 및 58.47mg으로 최고치를 나타냈다. 이는 반추위내 암모니아의 농도는 사료급여 후 1-2 시간 이내에 최고치를 나타내며 이용효율은 주로 사료의 이용 가능한 에너지 함량에 절대적으로 의존한다는 Davis와 Stallcup (1967), Stallcup과 Looper(1968) 및 Tillman과 Sidhu(1969)의 보고와 비슷한 경향으로, 본

실험에서 대용대두박을 대두박의 60%까지 대체시켜도 요소 중독증은 관찰되지 않았다.

5. 반추위내 미생물 단백질 합성량

대용대두박 II의 대두박 대체 수준에 따른 미생물 단백질 합성량은 Figure 3과 같이 대조구 및 처리구 모두 사료급여 후 1시간째 최고치를 나타냈고 시간이 경과함에

따라 감소되었다.

대용대두박 20%대체구가 대조구보다 사료급여 후 1시간째 미생물 단백질 합성량이 다소 높게 나타났다가 시간이 지남에 따라 감소되는 경향을 보였는데 이는 대용대두박에 의한 암모니아 농도가 일시적으로 높았지만 이용 가능한 에너지 함량이 부족하기 때문에 대조구보다 미생물 단백질 합성량이 계속 낮았다고 생각된다. 40%대체구의 경우 반추위내 암모니아 농도가 사료급여 후 4시간

Table 7. Effect of various substitution levels of SAUC-II for soybean meal on ruminal NH₃-N of Korean native goats

Treatment	After feeding(hr)					
	0	1	2	4	8	12
Control	19.17	40.79	42.17	34.92	22.34	18.05
SAUC-II 20%	23.51	42.27	38.53	29.98	21.85	23.26
SAUC-II 40%	30.61	56.67	53.87	51.76	29.46	27.46
SAUC-II 60%	22.74	58.47	56.53	41.61	16.89	16.64

째까지 높게 유지되면서 미생물 단백질 합성량도 높게 나타났는데 이는 에너지의 방출과 요소의 분해속도가 비슷

해짐에 따라 암모니아의 이용 효율이 높아져 미생물 단백질 합성량이 증가되었다고 생각된다.

그리고 60%대체구의 미생물단백질 합성량이 가장 낮았는데 이는 반추위내 암모니아의 농도가 높다 할지라도 이용 가능한 에너지원이 부족하기 때문에 암모니아의 손실로 이용효율이 저하된 것으로 사료된다.

대체수준별 미생물 단백질 합성량을 비교하여 보면 대용대두박 II를 대두박의 40% 까지 대체할 수 있다고 생각되며 소장에 도달하는 미생물 단백질 합량을 정확하게 알기 위하여 re-entrant canula가 부착된 공시축이 필요하다고 생각되며 이에 관한 보다 깊은 연구가 요망된다.

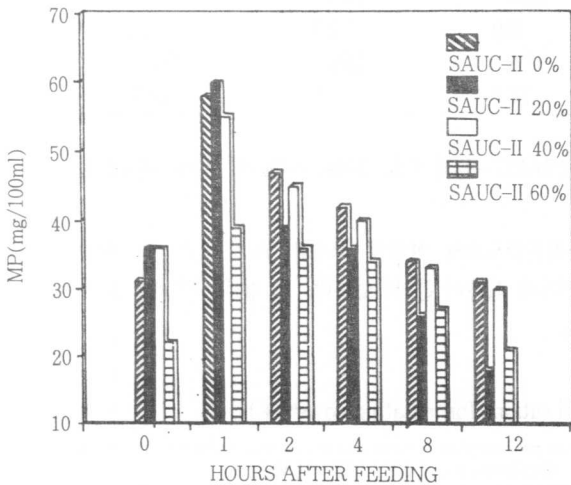


Figure 3. Effect of various substitution levels of SAUC-II for soybean meal on microbial protein of Korean native goats

6. 혈액내 요소태 질소 함량

혈액내 요소태 질소 함량은 대용대두박 II의 대두박 대체 수준이 증가될수록 높은 수준을 나타냈으나(Table 8), 혈액100ml내 요소태질소 함량이 50mg때 요소 중독 증상이 발생한다고 보고한 Davis와 Roberts(1959)의 결과와 같이, 본 실험에서는 최고 18.40mg의 혈액내 요소태 질소가 생성되어 요소중독 증상은 나타나지 않았다.

IV. 대용대두박 I 급여가 착유우의 산유량 및 유지율에 미치는 영향 (실험 III)

1. 재료 및 방법

가. 공시축 선정 및 사양관리

본 실험은 성균관대학교 실험목장에서 체중, 산차수,

비유시기 및 산유량이 유사한 12두를 선발하여 Table 9 와 같이 배치하였으며, 일반 사양관리는 관행 사양방법에 준하였다.

사료는 조사료와 농후사료를 완전혼합(total mixed ration, TMR)하여 1일 2회(05 : 00, 17 : 00) 급여하였으며, 물은 항상 자유 음수토록 하였고 착유는 2회(04 : 30, 16 : 30) 기계착유 하였다.

Table 8. Effect of various substitution levels of SAUC-II for soybean meal on blood urea nitrogen of Korean native goats

Treatment	After feeding(hr)					
	0	0.5	1	2	4	8
Control	9.92	10.18	14.41	13.14	13.08	11.40
SAUC-II 20%	10.78	12.12	15.08	14.40	13.81	12.79
SAUC-II 40%	12.46	13.56	15.50	15.09	13.45	12.50
SAUC-II 60%	13.84	16.70	18.40	16.19	14.39	14.02

Table 9. Experimental design and the condition of experimental dairy cows

Item	Control	Soybean meal : SAUC-I(%)			\bar{X}
		80 : 20	60 : 40	40 : 60	
No. of animal	3	3	3	3	3
Body weight(kg)	603	582	596	608	597
No. of calving	2.6	1.7	2.0	2.3	2.15
Days after calving	142	146	154	162	151
Milk yield(kg/day)	18.0	17.3	17.6	17.9	17.7

나. 시험사료 및 성분분석

공시축에 급여한 시험사료의 영양소 요구량은 NRC (1988) 유우 사양표준 중에서 체중, 600kg ; 일당 산유량, 20kg 및 유지율, 4.0%를 기준으로 배합하였다. 또한 처리구별에 따라 단백질 공급원인 대두박을 대용대두

박 I(SAUC-I)과 0%, 20%, 40% 및 60% 대체하였다.

완전혼합사료의 화학적 조성은 A. O. A. C. 방법 (1980)에 의하여 분석하였는데, 그 결과는 Table 10과 같다.

Table 10. Chemical composition of total mixed rations for lactating cows*(%)

Item	Control	Soybean meal : SAUC-I(%)		
		80 : 20	60 : 40	40 : 60
Dry matter	51.3	51.2	51.4	51.5
Crude protein	18.2	18.2	18.2	18.2
Crude fiber	17.1	16.8	16.6	16.5
TDN	69.9	69.0	68.4	67.6

* All values are expressed on a dry matter basis except dry matter.

다. 조사항목

1) 사료섭취량(kg) 측정

사료섭취량은 매일 사료 급여전(오전)에 처리구별로 따라 잔량을 수거하여 칭량한 후 풍건물 사료 섭취량을 구하였고, 건물사료섭취량은 완전혼합사료 제조시 혼합한 농후사료와 조사료의 수분 함량 비율에 따라 계산하였다.

2) 산유량(kg) 측정

산유량은 일일 2회 착유하여 합산한 것을 일당 산유량으로 하였고, 4%유지율보정산유량(4% fat corrected milk, 4% FCM)으로 각 처리구별간의 산유량을 비교하였다.

3) 유지율(%) 분석

유지율은 5일 간격으로 측정하였는데 오전(04:30)과 오후(16:30)에 착유된 우유를 150ml씩 채취하여 잘 혼합한 후 water bath에서 5~10분간 교반시키면서 가온한 후 자동분석기기인 Dairy Lab. II(Multipeca사, UK)를 사용하여 측정하였다.

4) 혈액내 요소태질소 함량 측정

혈액내 요소태질소(blood urea nitrogen, BUN) 함량 측정은 사료급여 후 3시간째에 경정맥에서 혈액 10ml를 heparin으로 처리된 vacutainer tube(green sectum)에 채취하여 3,000rpm에서 원심분리시킨 후 serum을 분석용 시료로 사용하였으며, urease solution을 첨가하여 요소를 NH₃로 분해시킨 다음 NH₃함량을 측정하여 요소태질소 함량을 측정하였다(Chaney와 Marbach, 1962).

5) 실험설계 및 통계분석

본 실험설계는 사료내 급여하는 대두박을 대용대두박 I으로 0%, 20%, 40% 및 60% 대체하여 착유우의 생산성을 측정하였으며 실험 후 얻어진 결과는 분산 분석 처리하였고 유의성 검정은 Duncan's multiple range test (1955)에 의하였다:

2. 결과 및 고찰

1) 사료섭취량(건물)

대용대두박 I을 대두박과 대체하여 급여하였을 때 착유우의 일당 사료섭취량은 Figure 4와 같다. 일당 건물섭취량은 처리구별로 따라 대용대두박 급여후 15일째 대체수준이 증가될수록 대조구 대비 건물섭취량이 현저히 감

소하였으나 실험기간이 점차 지날수록 거의 회복이 되어 대조구와 유사한 수준으로 건물섭취량이 유지되었다. 전 실험기간중 각 처리구별 평균 사료섭취량(건물)은 각각 16.5kg, 16.3kg, 15.8kg 및 14.5kg이었다.

따라서 본 실험에서 대용대두박 60% 대체구의 사료섭취량이 다른구에 비하여 현저히 낮았는데(P < 0.05) 그 이유는 사료내 대두박과의 대체수준이 높아 기호성이 떨어졌을 뿐만 아니라 일부 미반응된 요소가 과분해되므로서 사료섭취량을 현저히 저하시켰기 때문이라고 생각된다(Van Horn등, 1967; Van Horn과 Jacobson, 1971; 후등, 1986). 그러므로 사료섭취량을 고려했을 때 SAUC-I의 대두박 대체 수준은 40-50%일 때가 가장 최적 수준이라 생각된다.

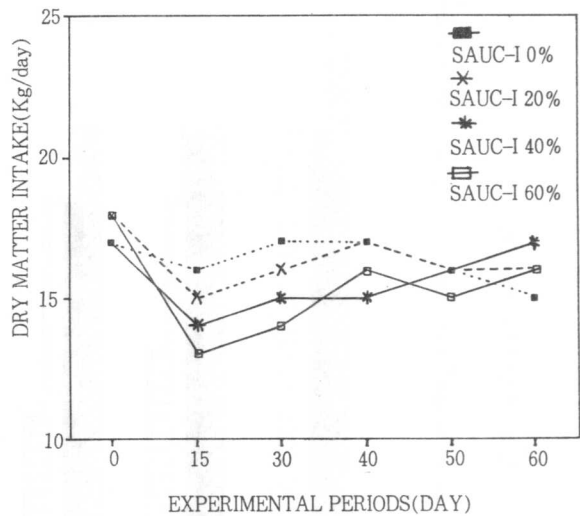


Figure 4. Daily dry matter intake of lactating cows fed various level of SAUC-I supplementation

2) 산유량

대용대두박 I의 대체수준별 산유량은 Figure 5와 같은데 전 실험기간의 평균 일당 산유량은 대조구가 17.0kg, 20% 대체구 16.6kg, 40% 대체구 16.5kg, 60% 대체구가 14.2kg로 대조구와 20% 대체구 및 40% 대체구는 유사한 산유량을 나타냈으나(P > 0.05) 60% 대체구는 산유량이 대조구 대비 16.5% 감소된 것으로 나타났다(P < 0.05).

또한 4% 유지율보정산유량(4%FCM)은 Figure 6과 같이 20% 대체구와 40% 대체구의 4% FCM은 대조구와 유사하였으나 60% 대체구는 대조구 대비 15.0% 감소되었다.

3) 유지율 변화

대용대두박 I의 대체수준별에 따른 유지율변화는 Table 11과 같이 대조구, 20%, 40 및 60% 가 각각 3.24%, 3.25%, 3.38% 및 3.41%로 대체수준이 증가될수록 유지율이 높아지는 것으로 나타났다.

4) 혈액내 요소태 질소 함량

대용대두박 I 급여후 채취한 혈액중 요소태 질소 함량

은 Table 11과 같이 혈액 100ml당 대조구 및 대용대두박 I 대체구별에 따라 각각 16.8mg, 18.0mg, 18.7mg 및 23.4mg으로 대조구, 20% 및 40% 대체구는 유사한 수준이었으나 60% 대체구는 대조구 대비 39.3% 높은 것으로 나타났다($P < 0.05$).

5) 번식장애

대용대두박 I 60% 대체구에서 공시축 1두가 유산하였는데(Table 11), 이는 혈액내 흡수된 ammonia에 의한 영향(Vissek, 1984) 이라고 생각되며 혈액내 NH_3-N 함량과 유산과의 관계에 대한 깊은 연구가 요망된다.

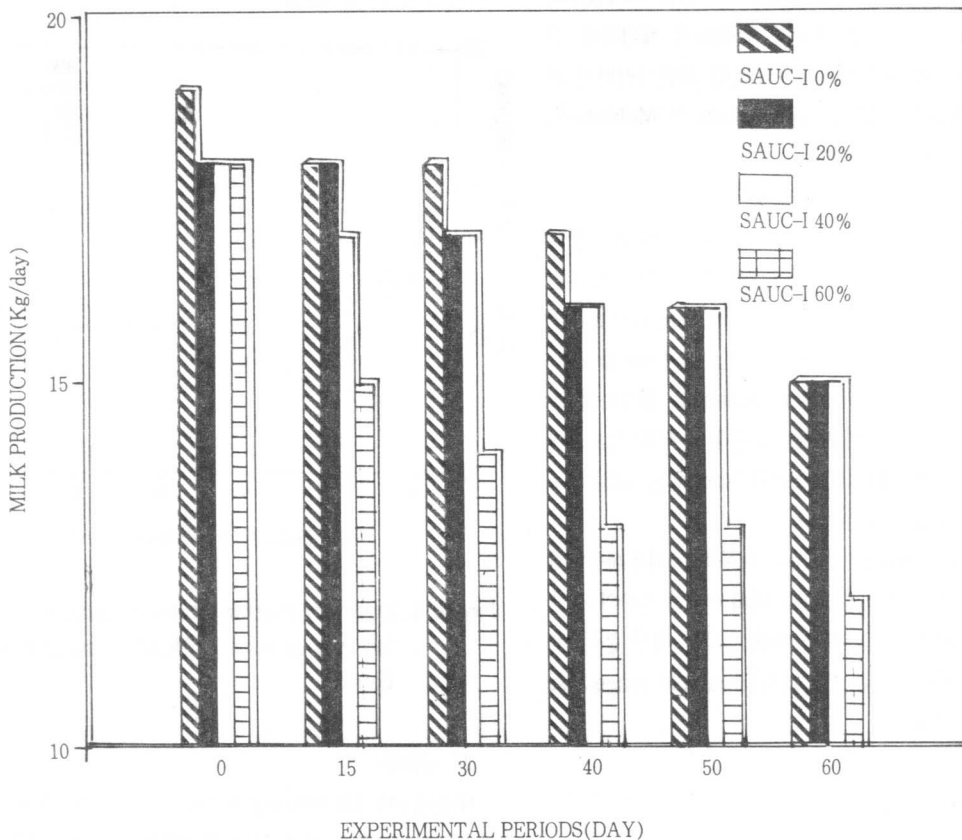


Figure 5. Daily milk production of lactating cows fed various level of SAUC-I supplementation

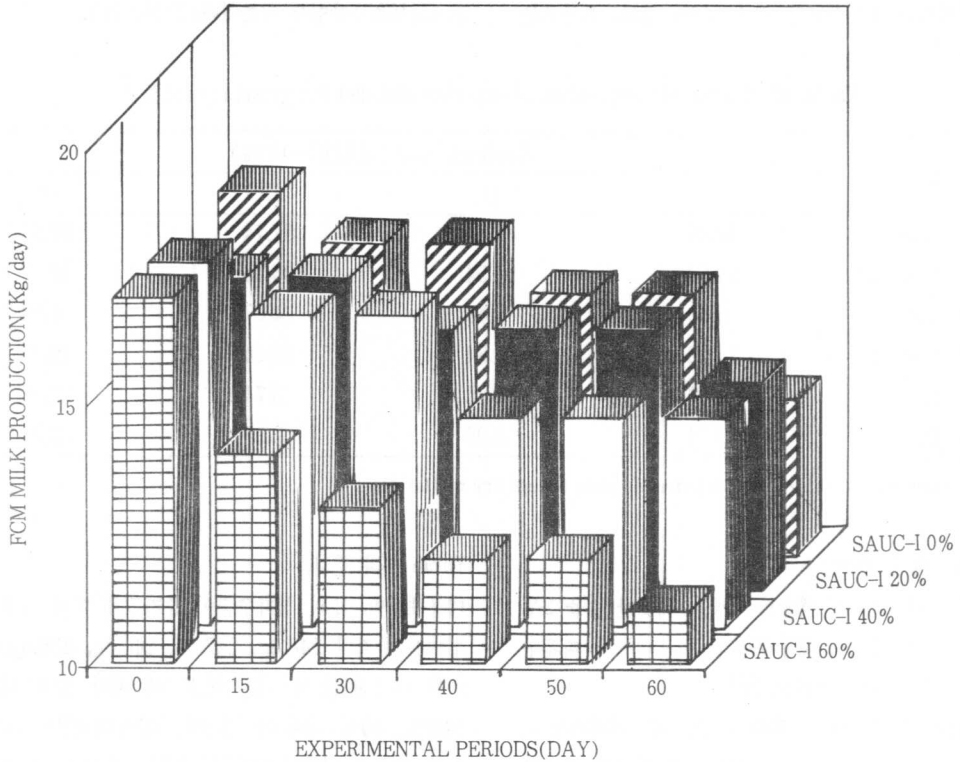


Figure 6. Daily 4% fat collectde milk production of lactating cows fed various level of SAUC-I supplementation

Table 11. Effect of various level of SAUC-I supplementation on milk fat, urea intake, blood urea nitrogen, and reproductive failure of lactating dairy cows

Item	Control	Soybean meal : SAUC-I (%)		
		80 : 20	60 : 40	40 : 60
Milk fat (%)	3.24	3.25	3.38	3.41
Urea intake(g/day)	0	124	240	336
Blood urea nitrogen(mg/100ml)	16.8	18.0	18.7	23.4
Abortion(Head)	0	0	0	1

V. 대용대두박 급여가 어린산양의 증체량에 미치는 영향(실험 IV)

1. 재료 및 방법

가. 공시가축 및 공시축의 사양관리

본 실험에 사용한 어린재산양은 성균관대학교 실험 목장에서 분만된 자양으로(♀ : 4두, ♂ : 4두), 공시축의 사양관리는 농후사료는 300g(건물기준), 조사료는 건초를 100g(건물기준)씩 1일 2회(07 : 00, 19 : 00) 급여하였고 물은 자유음수케 하였으며 산료잔량은 다음날 아침사료 급여전에 측정하였다.

나. 실험사료 및 성분분석

본 실험에서는 농후사료는 제조 급여하였고, 조사료는

건초를 급여하였는데 농후사료의 일반성분 분석은 A. O.

A. C(1980)방법에 의하였다(Table 12).

Table 12. Chemical composition of experimental diet for growth trial(%)^a

Item	Soybean meal : SAUC-II(%)			
	I	II	III	IV
Dry matter	88.49	88.39	87.74	87.53
Organic matter	94.50	94.54	95.13	95.17
Crude ash	5.50	5.46	4.87	4.83
Crude protein	18.73	18.84	19.04	19.45
Crude fiber	4.48	3.86	3.74	3.68
Crude fat	3.14	3.09	2.97	2.84

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

다. 실험설계 및 통계분석

본 실험은 처리구당 출생일과 체중이 비슷한 것을 2두씩(♂ : 1두, ♀ : 1두), 대용대두박 II의 대두박 대체수준별에 따라 4개처리로 배치하였다.

통계처리는 분산분석에 의하여 data를 처리하였고, Duncan's multiple range test(1955)에 의하여 처리구 평균간의 유의성 여부를 조사하였다.

라. 증체율 측정

대용대두박 II의 대두박 대체수준별 사료섭취량은

Table 13과 같다.

대용대두박 II의 첨가수준이 증가됨에 따라 농후사료의 섭취량은 각각 248.8g, 247.2g, 240.8g, 235.3g으로 감소를 나타내었는데 이는 대조구에 비해 20% 대체구는 0.64%, 40% 대체구는 3.2%, 60% 대체구는 5.4% 감소한 것으로 나타났으며(P > 0.05) 조사료 섭취량을 보면 처리 I에 비해 처리 II, 처리 III, 처리 IV의 경우 각각 2.18%, 8.03%, 12.79%로 증가의 경향을 나타내었지만 유의성은 인정되지 않았다(P > 0.05).

Table 13. Average daily feed intake and animal performance

Item	T r e a t m e n t			
	I	II	III	IV
Feed intake ^a				
Concentrate(g)	248.8	247.2	240.8	235.3
Roughage(g)	73.5	75.1	79.4	82.9
Animal performance ^b				
Initial body weight(Kg)	9.80	8.15	7.85	9.45
Final body weight(Kg)	13.60	11.75	11.39	12.95
Average daily gain(g)	60.32	57.14	56.19	55.56

^a Dry matter basis

^b Average body weight of two experimental animals

마. 증체율

대용대두박 II의 대두박 대체수준별 실험사료의 증체효과는 Table 13과 같다.

일당 증체량에 있어 대조구는 60.32g, 20% 대체구는 57.14g, 40% 대체구는 56.19g 그리고 60% 대체구는 55.56g으로 대용대두박 II의 첨가수준이 증가할 수록 일당증체량은 감소하는 경향을 나타내었다. 이상의 결과 대두박의 40%까지 대체 가능하며, 아울러 그에 따른 대두박의 절약효과가 기대되나, 한국실정에 맞는 조사료원을 고려한 급여비율의 제정이 요망된다.

적 요

본 실험은 반추가축의 비단백태질소화합물 이용성 증진을 목적으로 요소와 tapioca, 옥수수 및 알팔파 분말을 혼합한 후 물리·화학적으로 처리하여 젖소용 대용대두박 I과 비육우용 II를 제조한 후 이들의 NH₃-N 생성속도를 *in vitro* 방법으로 조사하였다(실험I).

그리고 요소분해율이 가장 낮은 대용대두박 II를 재래산양 사료내 대두박과 0%, 20%, 40% 그리고 60% 대체하여 급여하였을 때 건물 및 유기물 소화율, 반추위내 pH, NH₃-N 함량, 미생물 단백질 합성량 그리고 혈액내 urea-N 농도에 어떠한 영향을 미치는가를 조사하였다(실험II). 이때 사용한 공시축은 rumen fistula가 부착된 한국재래산양 4두였으며, 1일 농후사료는 600g, 조사료는 300g을 2회에 나누어 급여하였다.

실험 III은 착유우 사료내 젖소용 대용대두박 I을 대두박과 0%, 20%, 40% 그리고 60% 대체하여 급여하였을 때 착유우의 사료섭취량, 산유량, 유지율 및 혈액내 urea-N 함량에 어떠한 영향을 미치는가를 규명하기 위해 수행하였다. 이때 사용한 공시축은 비유시기가 유사하고 평균 체중이 597kg, 산차가 2.15이고, 평균 산유량이 17.7kg인 착유우 12두였으며, 사료급여는 NRC(1988) 사양표준을 기준으로 하여 농후사료와 조사료를 완전배합하여 자유채식토록 하였다.

그리고 실험 IV는 대용대두박 II의 대두박대체수준이 어린재래산양의 사료 섭취량 및 증체율에 미치는 효과를 측정하였는데 그 결과는 다음과 같다.

실험 I(*In vitro*)

Rumen inoculum을 사용하여 0, 1, 2, 4, 8, 12시간 배양한 경우 NH₃-N함량(mg/100ml)은 대두박이 1.01, 1.47, 2.51, 4.96, 16.99, 13.78이고 요소는 3.0, 12.15, 49.85, 11.08, 10.45, 1.29고 대용대두박 I은 1.10, 7.57, 33.39, 12.93, 9.78, 3.95고 대용대두박 II는 2.03, 10.90, 25.87, 16.73, 3.41, 2.62 이었다.

실험 II

1) Nylon bag 방법에 의한 건물 소화율(NBDMD) 및 유기물 소화율(NBOMD)은 배양 48시간째 대조구, SAUC-II 20%, 40% 및 60% 대체구별에 따라 각각 87.3%, 86.8% ; 85.7%, 85.5%와 79.6%, 78.5% ; 79.3%, 78.5%로 SAUC-II 대체수준이 증가할 수록 감소하였으나 20% 대체구는 대조구와 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

2) 반추위내 pH는 대조구, SAUC-II 20%, 40% 및 60% 대체구 모두 6.2-6.9로 반추위 미생물의 성장과 활동을 유지하기 위한 정상적인 pH 범위를 넘지 않았다.

3) 반추위내 NH₃-N 함량은 사료급여 후 1시간째 대조구, SAUC-II 20%, 40% 및 60% 대체구별에 따라 각각 반추위액 100ml당 40.8mg, 42.3 mg, 56.7mg 및 58.5mg으로 나타나 대체 수준이 증가할 수록 높게 나타났으며, SAUC-II 60% 대체구는 대조구에 비하여 43.4% 높았다.

4) 평균 반추위내 미생물 단백질 합성량은 대조구, SAUC-II 20%, 40% 및 60% 대체구별에 따라 각각 반추위액 100ml당 40.2mg, 35.8mg, 39.7mg 및 29.9mg으로 SAUC-II 60% 대체구는 대조구에 비하여 25.6% 저하되었다.

5) 혈액내 urea-N 함량은 사료급여 후 2시간째 대조구, SAUC-II 20%, 40% 및 60% 대체구별에 따라 각각 13.1mg, 14.4mg, 15.1mg 및 16.2mg으로 대체 수준이 증가할 수록 높아졌으며, SAUC-II 60% 대체구는 대조구에 비하여 23.7% 증가된 것으로 나타났다.

6) 이상의 결과 대용대두박 II의 최적 대두박 대체수준은 40%가 안전한 것으로 나타났다.

실험 III

1) 일당 건물섭취량은 대용대두박 I의 대체수준(0, 20, 40 및 60%)이 증가할 수록 감소하였으나 사료급여

15일 후 부터 사료 섭취량이 회복되어 대조구와 유사한 사료 섭취량을 나타냈다.

2) 유지방 함량은 대용대두박 I의 대체수준이 증가할 수록 증가하는 경향을 나타냈다.

3) 일당 평균 산유량은 SAUC-I 20%와 40% 급여구가 유사하였으나 SAUC-I 60% 대체구는 대조구에 비하여 현저히 낮았으며 ($P < 0.05$), 4% 유지율보정산유량(4%FCM)도 유사한 경향을 나타냈다.

4) 혈액내 urea-N 함량은 대용대두박 대체수준이 증가할 수록 높아졌으며, SAUC-I 60% 대체구는 대조구에 비하여 39.3% 증가된 것으로 나타났다 ($P < 0.05$).

5) 이상의 결과를 종합했을 때 대용대두박 I과 대두박과의 최적 대체 수준은 40% - 50%이며, 이때 생산성과 대사기능에 안전한 것으로 나타났다.

실험 IV.

어린재래산양의 사료섭취량과 일당증체량은 대용대두박 II의 대체 수준이 증가(0, 20, 40 및 60%)할 수록 감소하는 경향을 나타냈으나 유의적인 차이는 없었다.

참고 문헌

1. A. O. A. C. 1980. Official Methods of Analysis (13th Ed.). Association Official Analytical Chemists. Washington, D. C.
2. Belasco, I. J. 1954. Comparison of urea and protein meals as nitrogen sources for rumen microorganisms : Urea utilization and cellulose digestion. J. Anim. Sci. 13 : 739.
3. Belasco, I. J. 1956. The role of carbohydrates in urea utilization, mcellulose digestion and fatty acid formation. J. Anim. Sci. 15 : 496-508.
4. Bryant, M. P. and I. M. Robinson. 1963. Apparent incorporation of ammonia and amino acid carbon during growth of selected species of ruminal bacteria. J. Dairy Sci. 46 : 150-154.
5. Chalupa, W. 1968. Problems in feeding urea to ruminant. J. Anim. Sci. 27 : 207-219.
6. Chaney, A. L. and E. P. Marbach. 1962. Modified reagents for determination of urea and ammonia. Clin. Chem. 8 : 130-132.
7. Davis, G. E. and H. F. Roberts. 1959. Urea toxicity in cattle. Univ. of Florida. Agricultural Experiment Stations. Bulletin 611.
8. Davis, G. V. and O. T. Stallcup. 1967. Effect of soybean meal, raw soy-beans, corn gluten feed, and urea on the concentration of rumen fluid components at intervals after feeding. J. Dairy Sci. 50 : 1638.
9. Davis, R. F., R. H. Wasserman, J. K. Loosli and C. H. Grippin. 1955. Studies on the availability of nitrogen from various ammoniated products for rumen bacteria and dairy cattle. J. Dairy Sci. 35 : 677-687.
10. Dinning, J. S., H.M. Briggs, W. D. Gallup, H. W. Orr and R. Butler. 1948. Effect of orally administered urea on the ammonia and urea concentration in the blood of cattle and sheep, with observations on blood ammonia levels associated with symptoms of alkalosis. Amer. J. Physiol. 153 : 41-46.
11. Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11 : 1.
12. Hagemester, H., W. Luppig and W. Kaufmann. 1980. Microbial protein synthesis and digestion in the high-yielding dairy cow. In W. Haresign (Ed.). Recent Advances in Animal Nutrition-1980. Butterworths, London.
13. Hungate, R. E. 1966. The Rumen and It's Microbes. Academic Press, New York.
14. Ibrahim, E. A. and J. R. Ingalls. 1972. Microbial protein biosynthesis in the rumen. J. Dairy Sci. 55 : 971-978.
15. Johnson, R. R. 1969. Techniques and procedures for *in vitro* and *in vivo* rumen studies. In Techniques and Procedures in Animal Science Research. American Society of Animal Science.
16. Johnson, R. R. 1976. Influence of carbohydrate solubility on non-protein nitrogen utilization in

- the ruminant. *J. Anim. Sci.* 43 : 184-191.
17. Jones, G. A., R. A. MacLeod and A. C. Blackwood. 1964. Ureolytic rumen bacteria. Effect of inorganic ions on urease activity. *Can. J. Microbiol.* 10 : 379-387.
 18. Kropp, J. R., R. R. Johnson, J. R. Males and F. N. Owens. 1977. Microbial protein synthesis with low quality roughage rations : Isonitrogenous substitution of urea for soybean meal. *J. Anim. Sci.* 45 : 837-843.
 19. McCullough, M. E. 1973. Optimum Feeding of Dairy Animals for Meat and Milk. The University of Georgia Press, Athens, U. S. A.
 20. NRC. 1988. Nutrient Requirements of Dairy Cattle(6th Ed.). National Academy Press. Washington, D. C.
 21. Reid, J. T. 1953. Urea as a protein replacement for ruminants : A review. *J. Dairy Sci.* 36 : 955.
 22. Roffler, R. E., L. D. Satter, A. R. Hardie and W. J. Tyler. 1978. Influence of dietary protein concentration on milk production by dairy cattle during early lactation. *J. Dairy Sci.* 61 : 1422-1428.
 23. Stallcup, O. T. and C. G. Looper. 1968. Ammonia formation in the bovine rumen with various diets. *Agr. Food Chem.* 6 : 916.
 24. Tillman, A. D. and K. S. Sidhu. 1969. Nitrogen metabolism in ruminants : Rate of ruminal ammonia production and nitrogen utilization by ruminants-A review. *J. Anim. Sci.* 28 : 689.
 25. Van Horn, H. H., C. F. Foreman and J. E. Rodriguez. 1967. Effect of high-urea supplementation of feed intake and milk production of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 50 : 709.
 26. Van Horn, H. H. and D. R. Jacobson. 1971. Response of lactating cows to added increments of dietary protein and nonprotein nitrogen. *J. Dairy Sci.* 54 : 379.
 27. 辛炯泰, 全相鴻, 裊熙東. 1986. 反芻家畜의 NPN 利用 增進을 위한 尿素의 理化學的 處理方法에 관한 研究. 農試論文集(農業產學協同篇). pp. 305-338.