

Alfalfa를 첨가한 갈참수엽급여 산양의 섭취량, 소화율과 질소 및 에너지이용에 관한 연구

이인덕 · 이중해 · 이형석

Intake, Digestibility, Nitrogen and Energy Utilization by Goats Consuming Oak Browse Supplemented with Alfalfa

In Duk Lee, Joong Hae Lee and Hyung Suk Lee

Summary

This study was conducted to determine the influence of alfalfa supplementation on intake, digestibility nitrogen and energy utilization in Korean native goats fed oak browse. This experiment was conducted by total collection method in laboratory, 1994. Diets included 100% oak browse(control), 75% oak browse + 25% alfalfa, and 50% oak browse + 50% alfalfa.

Alfalfa supplemented diets were slightly higher CP(P<0.05), but lower NDF(P<0.05), ADF(P>0.05), lignin (P<0.05) and tannin(P<0.05) contents than those control diets. Increasing levels of alfalfa supplementation, dry matter intake slightly increased, but no differences were observed in all diets. Digestibility for dry matter and cellular constituents showed higher for alfalfa supplemented diets than control diets(P<0.05), but NDF and ADF digestibility were similar for all diets. Alfalfa supplemented diets furnished higher dietary N, apparently digested N and retained N than did the control diets(P<0.05). Consumed energy slightly increased with increasing levels of alfalfa supplementation(P>0.05). DE was high(P<0.05) in alfalfa supplemented diets, but ME was similar for all diets. As above results, oak browse diets alone did not supply N and energy in excess of NRC recommended allowance for goats. Hence, goats fed oak browse with supplementation of protein sources such as alfalfa will be need to provides adequate nutrients.

I. 서 론

참나무수엽에 함유된 화학적성분은 수종, 채취부위, 채취시기 및 장소에 따라 차이가 있다(이 등, 1993). 특히 이를 가축이 채식할 경우 섭취량, 소화율 및 체내에서의 질소 및 에너지이용성은 참나무 잎에 함유되어 있는 탄닌성분과도 상당히 연관성이 있음이 보고되고 있다(Robbins 등, 1987; 이 등, 1994). 탄닌이 함유되어 있는 참나무수엽은 모든 가축이 즐겨 채식하는 것은 아니고 주로 사슴류나 산양과 같은 작은 반추가축이 즐겨 채식하는 데 이들 가축의 경우는 타액을 상당히 많이 분비하여 저작할 때 탄닌의 일부를 중화시키는 한편 간이나 신장의 기능이 발달하여

어느정도 탄닌에 대한 저항성도 갖고 있고 스스로 탄닌에 대한 생리적장해를 극복해 나간다(McLeod, 1974; Robbins 등, 1987). 또한 이들 가축은 조단백질 함량이 낮은 탄닌함유 수엽류를 채식할 경우에는 오히려 탄닌의 보호단백질 역할로 인해 1위에서의 단백질 분해를 방지하여 필요로 하는 단백질의 일부를 충족해 나가기도 한다. 그러나 두과를 제외한 대부분의 수엽류는 조단백질의 함량이 낮고 계절에 따라 품질도 급격히 감소되는 경향을 보이고 있는데 참나무수엽도 비슷한 경향을 나타내고 있음이 보고된 바 있다(윤과 맹, 1984; 이 등, 1993; 한 등, 1971). 따라서 일정한 시기에 채취된 참나무 잎만을 주 조사료원으로 급여할 경우 단백질함량이 낮고 탄닌함량이 높을

경우에는 오히려 체내의 질소균형이 좋지 않을 것으로 보아 이 경우에는 단백질원의 보충급여가 이루어져야 할 것으로 본다(Dick와 Umess, 1991; Nastis와 Malechek, 1981). 특히 산양류는 어린 가축일수록 단백질의 요구량이 크고 탄닌을 함유한 수염류만을 장기간 채식할 경우 탄닌에 의한 질소 및 유황의 흡수가 저해되어 S:N의 비율이 달라짐으로 1위 미생물에 의한 단백질 합성효율이 저하될 수도 있다(Doyle 등, 1984; Haenlein, 1991). 본 연구에서는 참나무수염을 주 조사료원으로 단용 급여할 경우에 단백질 급원으로서 alfalfa를 첨가하였을 때의 산양에 의한 채식량, 소화율과 질소 및 에너지이용성등을 비교 검토하여 참나무수염의 효과적인 활용방안을 찾는 데 기초자료로 이용하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

갈참나무(*Quercus aliena Blume*) 수염은 1994년 6월과 7월 하순경에 2회에 걸쳐 계룡산 지역에서 채취한 것을 풍건후 혼합하여 시험사료로 준비하였고 alfalfa는 미국에서 도입된 alfalfa펠렛(표 1 참조)을 분쇄하여 이용하였다. 시험처리는 건물기준으로 (1) 갈참수염 100% (2) 갈참수염 75%+alfalfa 25% (3) 갈참수염 50%+alfalfa 50%의 3 처리를 두어 시험하였다. 급여사료는 선택채식을 방지하고 균일한 혼합을 위해서 처리별로 출사구가 1cm인 소형 펠릿기를 이용하여 거친상태로 분쇄하였다. 공시축은 1994년 2월에 분만한 새끼중에서 체중과 출생일이 비교적 고른 육성산양 9두(평균체중, 9.1kg)를 이용하여 시험하였다. 시험기간은 예비기간 7일(8월 2일~8일)과 분뇨 채취기간 5일(8월 9일~13일)을 두어 실내 소화케이지에서 시험하였는데 공시축은 시험 1주일전부터 시험사료의 적용을 위해 갈참수염과 alfalfa를 자유채식하도록 하였다. 사료의 급여시간은 오전 8시와 오후 4시에 2회 급여하였으며 급여량은 예비시험 기간 중의 평균채식량에 30%를 증량하여 충분한 량을 채식하고 남도록 하였다. 물과 미네랄은 자유채식하도록 하였다. 뇨의 수집은 30ml의 25% 황산용액을 매일 처리별로 첨가하였으며 배뇨량을 측정된 뒤 그 중에서 분석용 뇨를 수거하여 -15℃의 냉동고에 보관하였다. 분은 배분량을 측정후 분석용 분을 수거하여

냉동 보관하였다. 시험기간중의 평균기온은 28℃, 평균습도는 67% 이었다. N는 macro kjeldahl방법으로, gross energy는 oxygen bomb calorimeter로 분석하였다. neutral detergent fiber(NDF)와 acid detergent fiber(ADF)는 Goering과 Van Soest(1970) 방법으로, lignin은 Crampton Maynard(1938) 방법으로, total tannin은 Folin-Denis 방법(McLeod, 1974)으로 분석하였다. 건물섭취량은 급여량-잔량의 차이로 구하였고, 건물, Cellular constituents, NDF 및 ADF소화율은 분석된 사료와 분의 성분함량을 (섭취량-분량/섭취량)의 수식에 각각 곱하여 산출하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 화학적성분, 에너지 및 탄닌

CP함량은 alfalfa 첨가수준이 높아질수록 증가되는 경향을 나타냈으나 처리간에 유의적인 차이는 없었다. NDF함량은 갈참 100% 급여구가 상대적으로 높았으며($P<0.05$) alfalfa의 첨가수준이 높아질수록 감소되는 경향이였다. ADF함량도 같은 경향을 보였으나 처리간에 뚜렷한 차이는 인정되지 않았다. lignin함량은 갈참 100% 급여구에서 역시 높았으며 alfalfa의 첨가수준이 높아질수록 낮아졌으나 alfalfa 급여수준간에 차이는 없었다. 이러한 경향은 Dick와 Umess(1991) 및 Nastis와 Malechek(1981)의 시험결과에서도 갈참수염의 급여비율이 높아질수록 섬유소함량이 증가되었다는 보고와 부합되는 것이라 하겠다. 에너지수준은 갈참 100% 급여구에서 높았고 alfalfa의 첨가수준이 높아질수록 감소되는 경향을 나타냈다. 탄닌함량은 갈참 100% 급여구가 125.6mg/g였는데 비해 alfalfa의 첨가수준이 높아질수록 탄닌함량은 상대적으로 낮아지는 결과를 얻었다($P<0.05$)

2. 건물섭취량 및 소화율

체중 kg당 건물섭취량은 갈참 100% 급여구에 비하여 alfalfa의 첨가수준이 높아질수록 증가되는 경향이였으나 처리간에 뚜렷한 차이는 없었다. 건물소화율은 alfalfa의 첨가수준이 높아질수록 증가되는 경향이어서 갈참 50%+alfalfa 50% 급여구의 건물소화율이 57.3%로 처리구중에서 가장 높은 결과를 나타냈다($P<0.05$). 이러한 결과는 표 1에서 보는 바와 같이

Table 1. Chemical composition (DM basis) of feed components of experimental diets fed to goats

Diets	CP (%)	NDF (%)	ADF (%)	Lignin (%)	Gross energy (Mcal/kg)	Tannin (mg/g)
Oak browse(OB) 100%	12.9 ^a	64.6 ^a	39.1 ^a	15.4 ^a	4.196 ^a	125.6 ^a
OB 75%+ alfalfa 25%	14.8 ^a	61.6 ^b	38.7 ^a	14.6 ^{ab}	4.170 ^b	86.9 ^b
OB 50%+ alfalfa 50%	16.4 ^a	61.1 ^b	38.0 ^a	14.2 ^b	4.108 ^c	57.7 ^c

^{ab,c} Means in the same column with different letters were significantly different(P<0.05).

Alfalfa; CP 18.7%, NDF 53.8%, ADF 38.9%, lignin 10.7%, Gross energy 3.881 Mcal/kg.

CP; crude protein, NDF; neutral detergent fiber, ADF; acid detergent fiber.

갈참 100% 급여구는 상대적으로 탄닌과 특히 섬유소의 함량이 높았기 때문에 건물소화율이 낮았던 것이라 하겠다(Spalinger 등, 1986). 이에 대해서는 Barry와 Manley(1984), Dick와 Urness(1991) 및 Reid 등(1974)도 탄닌함유 관목류를 가축에 급여하였을 때 탄닌에 의한 건물소화율의 감소를 보고하였고 Nastis와 Malechek(1981)도 탄닌함유 참나무수엽을 산양에 급여하였을 때 lignin과 탄닌에 의한 건물소화율의 감소를 보고한 바 있어 본 시험의 결과도 이와 부합된다고 하겠다. 그러나 Nunez-Hernandez 등(1989, 1991)은 탄닌이 건물소화율의 감소에 직접 영향을 주지 않았다는 다른 견해를 보이고 있으나 지금까지 대부분의 연구자들은 탄닌이 소화율감소에 영향을 주는 물질이라고 보고하고 있어 본 시험에서도 영향이 있었을 것으로 본다. 한편 세포내용물의 소화율은 갈참 100% 급여구에서 가장 낮았던 반면에 alfalfa 50% 급여구에서 가장 높은 결과를 얻었는데(P<0.05) McLeod(1974)가 보고한 바와 같이 탄닌이 건물소화율보다는 CP와 세포내용물의 소화율감소에 더 영향을 주는 물질이라 보고하여 본 시험에서의 CP와 세

포내용물의 소화율감소는 갈참함유 탄닌(표 1 참조)의 영향이 크다고 할 수 있는 데 이에 대해서는 Robbins 등(1987)도 견해를 같이 하고 있다. NDF와 ADF의 소화율은 섬유소함량이 높았던 갈참 100% 급여구에서 높은 편이었고 alfalfa의 수준이 높아질수록 증가되는 경향을 보였으나 처리간에 유의적인 차이는 보이지 않았다.

3. 질소이용성

섭취한 질소량은 갈참 100% 급여구에 비하여 alfalfa의 첨가수준이 높아질수록 증가되었는데 이는 건물섭취량의 증가와(표 2) alfalfa의 첨가에 의한 조단백질의 증가에 따른 영향이 크다고 하겠다. 분에 의한 질소 손실량은 alfalfa의 첨가수준이 높아질수록 상대적으로 조금씩 낮아지는 결과를 보였으나 처리간에 차이는 없었다. 그러나 섭취된 질소량중에서 분으로 손실된 질소량은 갈참 100% 급여구가 65%로 가장 높아서 갈참수엽에 함유된 탄닌의 보호단백질화로 이루어진 탄닌+단백질 또는 탄닌+암모니아의 복합체로 결합된 것중 장에서 완전히 가수분해가 이

Table 2. Dry matter(DM) intake and digestibility of the chemical constituents in the experimental diets consumed by goats

Diets	Intake ¹⁾ (DM, g/BWkg/Day)	Digestibility (%)			
		DM	Cellular constituents	NDF	ADF
Oak browse(OB) 100%	31.0 ^a	51.9 ^b	71.2 ^b	43.1 ^a	28.0 ^a
OB 75%+ alfalfa 25%	39.2 ^a	54.4 ^{ab}	71.6 ^b	43.7 ^a	28.7 ^a
OB 50%+ alfalfa 50%	43.5 ^a	57.3 ^a	76.4 ^a	48.0 ^a	34.0 ^a

^{ab,c} Means in the same column with different letters were significantly different(P<0.05).

¹⁾ Mean weight of goats during digestion trials was 9.04kg/head.

BW; body weight.

Table 3. Average daily nitrogen balance of experimental diets consumed by goats

Diets	Consumed (g)	Fecal (g)	Urinary (g)	Apparently digested		Retained		Retained % of absorbed
				g	%	g	%	
Oak browse(OB) 100%	5.79 ^b	3.77 ^a	0.91 ^c	2.20 ^c	34.2 ^c	1.10 ^c	19.1 ^c	54.2 ^a
OB 75% + alfalfa 25%	8.41 ^a	4.54 ^a	1.65 ^b	3.87 ^b	45.5 ^b	2.22 ^b	26.4 ^b	57.4 ^a
OB 50% + alfalfa 50%	10.32 ^a	4.57 ^a	2.26 ^a	5.76 ^a	56.2 ^a	3.49 ^a	33.6 ^a	60.7 ^a

^{ab,c} Means in the same column with different letters were significantly different(P<0.05).

루어지지 못하여 흡수되지 못하였기 때문에 분으로 배설된 질소량이 상대적으로 높았던 것으로 보는데 Nunez-Hernandez(1991)도 같은 경향을 보고한 바 있다. 한편 뇨에 의한 질소 손실량은 분에 의한 질소 손실량과는 반대로 갈참 100% 급여구에서 가장 낮았던 반면에 alfalfa를 50% 급여한 구에서 가장 높은 결과를 얻었는데 이것 역시 Nunez-Hernandez(1991)의 보고와 같이 갈참 100% 급여구가 다른 처리구에 비하여 낮은 암모니아 축적과 함께 3~4위에서의 단백질 흡수가 낮았기 때문이 아닌가 생각된다.

한편 외관상 소화된 질소량(가소화질소량)과 체내에 축적된 질소량(대사질소량)은 갈참 100% 급여구에 비하여 alfalfa의 첨가수준이 높아질수록 증가되었는데 이는 질소섭취량이 상대적으로 이들 처리구에서 높았기 때문이라 하겠다(P<0.05). 생물가도 alfalfa의 첨가수준이 높아짐에 따라 증가되는 경향을 보였으나 처리간에 차이는 없었다. 이러한 시험결과는 표 3에서 보는 바와 같이 갈참 100% 급여구는 NRC의 사양표준에서 제시하고 있는 체중 10kg 산양의 유지에 필요로 하는 가소화단백질의 요구량을 충족할 수 없었다. 이러한 경향은 Nastis와 Malechek (1981)가 참나무수엽을 80% 이상 산양에 급여하였을 때 유지에 필요한 단백질요구량을 충족할 수 없었다

는 보고와 부합되는 것이었다. 그러나 alfalfa를 25% 급여한 처리와 50%를 급여한 처리구에서는 각각 유지 + 25%증체, 유지 + 75%증체에 요구되는 가소화단백질을 충당할 수 있어서 갈참수엽만을 급여하는 것보다는 alfalfa와 같은 단백질원을 함께 급여하는 것이 산양의 단백질 요구량을 충족시킬 수 있는 한가지 방법이라 하겠다. 이에 관해서는 Caton (1988), Guthrie와 Wagner(1988) 및 Judkins 등(1978)도 참나무잎을 급여할 때 단백질원의 보충급여가 효과적이었음을 제시한 바 있다.

4. 에너지이용성

섭취한 에너지는 alfalfa 첨가수준이 높아질수록 증가되었으나 처리간에 차이는 없었다. 섭취한 에너지중에서 분으로 손실된 에너지는 갈참 100% 급여구가 50%로 가장 높았고 alfalfa의 첨가수준이 높아질수록 낮아지는 결과를 얻었다. 한편 뇨로 손실된 에너지도 갈참 100% 급여구에서 6%로 역시 높았으며 alfalfa의 첨가수준이 높아짐에 따라 감소경향을 보였다(이 등, 1994). 가소화에너지는 alfalfa의 첨가수준이 높아질수록 증가되는 경향이 뚜렷하게 나타났으며(P<0.05), 대사에너지도 같은 경향을 보였으나 처리간에 차이는 인정되지 않았다. 따라서 표 4에서 보는

Table 4. Average daily balance of experimental diets consumed by goats

Diets	Consumed (Mcal)	Fecal (Mcal)	Urinary (Mcal)	Apparently digested		Apparently digested minus urinary losses	
				Mcal	%	Mcal	%
Oak browse(OB) 100%	1.180 ^a	0.594 ^a	0.070 ^a	0.587 ^b	49.5 ^b	0.467 ^a	43.1 ^a
OB 75% + alfalfa 25%	1.480 ^a	0.712 ^a	0.078 ^a	0.768 ^{ab}	51.6 ^{ab}	0.690 ^a	45.3 ^a
OB 50% + alfalfa 50%	1.619 ^a	0.741 ^a	0.056 ^a	0.878 ^a	54.7 ^a	0.822 ^a	51.1 ^a

^{ab,c} Means in the same column with different letters were significantly different(P<0.05).

바와 같이 가소화 및 대사에너지를 검토할 때 갈참 100% 급여구의 경우 NRC 사양표준이 제시하고 있는 10kg 산양의 유지에 필요로 하는 가소화 및 대사에너지의 요구량을 충족할 수 없었던 반면에 alfalfa 첨가구에서는 모두 유지+25%의 증체에 요구되는 에너지 수준을 충족할 수 있었다. 따라서 갈참수염만을 급여하는 것 보다는 역시 alfalfa와 같은 조사료원을 보충 급여하는 것이 산양의 에너지요구량을 충족시킬 수 있는 한가지 방법이라 하겠다. 그러나 Dick와 Urness(1991) 및 Nastis와 Malechek(1981)는 참나무잎을 80~100%까지 급여하여도 산양의 유지에 요구되는 에너지요구량을 충족할 수 있었다고 보고하고 있어 다른 견해를 보이고 있는 데 이는 Sidahmed 등(1981) 및 이 등(1993)이 보고한 바와 같이 참나무는 수종, 수확시기에 따라 품질의 차이가 크고 연구자들의 시험방법에서도 차이가 있었기 때문이 아닌가 생각된다.

IV. 적 요

갈참수염에 alfalfa를 첨가하였을 때의 영양가치를 구명하고자 재래산양을 공시하여 갈참수염 100%, 갈참수염 75%+alfalfa 25% 및 갈참수염 50%+alfalfa 50%의 3 처리를 두어 실내에서 소화시험한 결과는 다음과 같다. 갈참 100% 급여구에 비하여 alfalfa의 첨가수준이 높아질수록 CP함량($P>0.05$)이 증가된 반면에 NDF($P<0.05$), ADF($P>0.05$), lignin함량($P<0.05$) 및 에너지는 감소되었다. 건물섭취량은 alfalfa 수준이 높아질수록 증가되었으나 유의적인 차이는 없었다. 건물 및 세포내용물의 소화율은 alfalfa의 첨가수준이 높아질수록 증가되었고($P<0.05$), NDF와 ADF의 소화율도 증가는 되었으나 처리간에 차이는 없었다. 질소섭취량은 갈참 100% 급여구에 비하여 alfalfa 첨가구에서 높았으며($P<0.05$), 가소화 및 대사 질소량도 alfalfa 첨가구에서 높았다($P<0.05$). 에너지 섭취량은 alfalfa의 첨가수준이 높아질수록 증가되었으나 처리간에 차이는 없었다. 가소화에너지는 갈참 100% 급여구에 비하여 alfalfa를 첨가한 구에서 높았으며($P<0.05$), 대사에너지도 같은 경향을 나타내었으나 처리간에 차이는 없었다. 이상의 결과를 종합할 때 갈참 100% 급여구는 산양의 유지에 요구되는 질

소 및 에너지의 NRC 추천량을 충족할 수 없었던 것으로 보아 alfalfa와 같은 단백질원의 보충급여가 요망된다고 하겠다.

V. 인용 문헌

1. Barry, T.N. and D.A. Forss. 1983. The condensed tannin content of vegetative *Lotus pedunculatus*, its regulation by fertilizer application and effect upon protein solubility, *J. Sci. Food Agric.* 43:1047.
2. Caton, J.S., S.A. Freeman and M.L. Galyean. 1988. Influence of protein supplementation on forage intake, *in situ* forage disappearance, ruminal fermentation and digesta passage rates in steer grazing dormant blue grama rangeland. *J. Anim. Sci.* 66:2262-2271.
3. Crampton, F.W. and L.A. Maynard. 1938. The relation of cellulose and lignin content to the nutritive value of animal feeds. *J. Nut.* 15:383-395.
4. Dick, B.L. and P.J. Urness. 1991. Nutritive value of fresh Gambel oak browse for Spanish goats. *J. Range Manage.* 44(4):361-364.
5. Doyle, P.J., J.K. Egan and A.J. Thalen. 1984. Intake, digestion, and nitrogen and sulfur retention in Angora goats and Merino sheep fed herbage diets. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 24:165.
6. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. *Agr. Handbook*. No. 379. ARS, USDA, Washington, D.C.
7. Gurthie, M.L. and D.G. Wagner. 1988. Influence of protein or grain supplementation and increasing levels of soybean meal on intake, utilization and passage rate of prairie hay in beef steers and heifers. *J. Anim. Sci.* 66:1529-1537.
8. Haenlein, G. 1991. Latest mineral and vitamin requirements healthy animals. *Dairy goat J.* July:398-399.
9. Judkins, M.B., J.D. Wallace, M.L. Galyean, L.J. Krysl and E.E. Parker. 1987. Passage rates rumen fermentation and weight change in protein supplemented grazing cattle. *J. Range Manage.*

- 40:100-104.
10. McLeod, M.N. 1974. Plant tannin- Their role in forage utility. *Nut. Abstr. Rev.* 44:803-815.
 11. Nastis, A.S. and J.C. Malechek. 1981. Digestion and utilization of nutrients in oak browse by goats. *J. Anim. Sci.* 53(2):283-290.
 12. Nunez-Hernandez, G., J.L. Holechek, J.D. Wallace, M.L. Gaylean. 1989. Influence of native shrubs on nutritional status of goats: Nitrogen retention. *J. Range Manage.* 35:751-758.
 13. Nunez-Hernandez, G., J.D. Wallace, J.L. Holechek, M.L. Gaylean and M. Cardenas. 1991. Condensed tannins and nutrient utilization by lambs and goats fed low-quality diets. *J. Anim. Sci.* 69:1167-1177.
 14. Spalinger, D.E., C.T. Robbins and T.A. Hanley. 1986. The assessment of handling time in ruminants: The effect of chemical and physical structure on the rate of breakdown of plant particles in the rumen of mule deer and elk. *Can. J. Zool.* 64:313.
 15. Reid, C.S.W., M.J. Uryatt and J.M. Wilson. 1974. Plant tannins, bloats and nutritive value, *Proc. N.Z. Soc. of Anim. Prod.* 34:82-89.
 16. Robbins, C.T., T.A. Hanley, A.E. Hagermann, D.J. Hjeiord, C.C.Schwaez and W.W. Mautz. 1987. Role of tannins in defending plants against ruminants: reduction in protein availability. *Ecology.* 68:98-107.
 17. Sidahmed, A.E., J.G. Morris, L.J. Koong and S.R. Radoservich. 1981. Contribution of mixtures of three chaparral shrubs to the protein and energy requirement of Spanish goats. *J. Anim. Sci.* 53: 1391-1396.
 18. 이인덕, 이중해, 이형석. 1993. 참나무수엽의 사료 가치 비교연구. *한초지.* 13(3):221-227.
 19. 이인덕, 이중해, 이형석. 1994. 한국산 갈참나무 수엽의 영양가치 구명에 관한 연구. *한초지.* 14 (1):27-34.
 20. 윤익석, 맹원재. 1984. 임지의 축산적 이용에 관한 연구. 제 3보, 채취시기가 잡관목수엽의 화학적 성분, 소화율과 섭취량에 관한 연구. *건대 학술지.* 28:253-263.
 21. 한인규, 박신호, 김영삼, 안병홍. 1971. 국산 야초류의 사료적가치에 관한 연구. I. 야초류의 일반 성분과 생육시기에 따른 성분변화에 관한 연구. *한초지.* 13:3-16.