

탄닌함량이 높고 낮은 사초류를 급여했을 때 산양에 의한 섭취량, 소화율 및 질소이용성 비교 연구

이인덕 · 이형석 · 이중해

Comparison of Intake, Digestibility, and Utilization of Nitrogen by Goats Consuming High and Low Tannin Forage Sources

In Duk Lee, Hyung Suk Lee and Joong Hae Lee

Summary

This study was conducted to compare the intake, digestibility and utilization of nitrogen by goats consuming high and low tannin diets. Low tannin diets were 100% grass(GS) and 50% grass + 50% alfalfa (GA), and high tannin diets were 50% grass + 50% lespedeza(GL) and 50% grass + 50% oak browse(GO). Dry matter intake did not differ among all diets, but digestibility of dry matter, cellular constituents, NDF and ADF showed slightly lower for high tannin diets(GO) than low tannin diets(GS and GA), but those were not differ between GL and low tannin diets with the exception of ADF digestibility. Total feces and urinary N were lower for high tannin diets than for low tannin diets. Apparently digested N was high in GA diets, but low in GO diets($P < 0.05$), whereas retained N was high in GO diets, but low in GS diets. Biological value were higher for high tannin diets (GL and GO) than for low tannin diets(GS and GA).

I. 서 론

사초위주로 반추가축을 사육하고자 할 때 단백질의 급원으로 어떤 사초류를 급여할 것인가 하는 것은 가축의 단백질균형에 있어서 매우 중요하다. 이는 반추가축에 의해 섭취된 사초원의 종류가 1위내의 분해단백질, 미생물단백질 및 비분해단백질의 균형에 영향을 주기 때문이라 하겠다. 이때 사초류에 함유되어 있는 탄닌이 비분해단백질의 증가에 좋은 영향을 주기도 하지만 한편으로 섭취량이 증가될 경우에는 가축의 기호성, 섭취량 및 소화율 등을 감소시키는 역할을 하기도 한다. 그러나 최근 가축이 섭취한 단

백질의 이용효율을 증가시키는데 탄닌을 이용하려는 연구가 활발히 진행되고 있으며(Broderick, 1995; Reed, 1995; Poppi 등, 1995) 일부에서는 탄닌에 의한 체내에서의 단백질 이용율을 높임으로서 분뇨로 배출되는 총 질소량을 줄여 환경오염을 낮추고자 하는 연구의 일환도 검토되고 있다.

따라서 본 연구에서도 이와 연관해서 탄닌함량이 높은 사초류(lespedeza와 갈참수염)와 탄닌함량이 낮은 사초류(화본과 목초와 alfalfa)를 산양에 급여하였을 때 산양에 의한 섭취량, 소화율 및 질소이용성 등을 상호 비교하여 탄닌함유 사초원의 역할에 대한 기초자료를 얻는데 목적을 두고 본 시험을 수행하였

다.

II. 재료 및 방법

혼과목초는 1994년 1-2번초를 채취하여 일광건조 후 기초사료로 준비하였고 alfalfa는 미국에서 도입된 alfalfa 펠렛을 분쇄하여 이용하였다. 탄닌함량이 높은 사초류인 lespedeza는 대전 유성구 궁동 일대의 유희지에 자생한 것을 6~7월 2회에 걸쳐 채취하여 일광 건조시켰고, 갈참나무(*Quercus aliena* Blume) 수엽은 1994년 6월과 7월 하순경에 2회에 걸쳐 계룡산 지역에서 채취한 것을 풍건후 혼합하여 시험사료로 준비하였다(표 1 참조). 시험처리는 건물기준으로 탄닌함량이 낮은 사초류로 화본과 목초 100% 급여구(목초 급여구) 및 화본과 목초 50%+alfalfa 50% 급여구(alfalfa 급여구)와 탄닌함량이 높은 사초류로 화본과 목초 50%+lespedeza 50% 급여구(lespedeza 급여구) 및 화본과 목초 50%+갈참 50% 급여구(갈참급여구) 등의 4처리를 두어 시험하였다. 급여시료는 선택채식을 방지하고 균일한 혼합을 위해서 처리별로 출사구가 1cm인 소형 펠렛기를 이용하여 거친 상태로 분쇄압착하여 급여하였다. 공시축은 1994년 2월에 분만한 새끼중에서 체중과 출생일이 비교적 고른 육성

산양 9두(평균 체중 9.9kg)를 이용하여 시험하였다. 시험기간은 예비기간 7일(8월 14일~19일)과 분과 뇨 채취기간 5일(8월 20일~24일)을 두어 실내 소화케이지에서 시험하였다. 시험사료는 오전 8시와 오후 4시에 2회 급여하였으며, 급여량은 예비시험 기간중의 평균채식량에 30%를 증량하여 충분한 량을 채식하고 남도록 하였다. 물과 미네랄은 자유채식도록 하였다. 뇨의 수집은 30ml의 25% 황산용액을 매일 처리별로 첨가하였으며 배뇨량을 측정한 뒤 그 중에서 분석용 뇨를 일정량 수거하여 -15℃의 냉동고에 보관하여 이용하였고 분은 배분량 측정후 역시 일정량의 분석용분을 수거하여 냉동보관 후 분석용 시료로 이용하였다. 시험기간중의 평균기온은 27℃, 평균습도는 65%이었다. N는 macro Kjeldahl 방법으로, gross energy는 oxygen bomb calorimeter로 분석하였다. neutral detergent fiber(NDF)와 acid detergent fiber(ADF)는 Goering과 Van Soest(1970) 방법으로, lignin은 Crampton과 Maynard(1938) 방법으로, total tannin은 Folin-Denis방법(McLeod, 1974)으로 분석하였다. 건물섭취량은 급여량-잔량의 차이로 구하였고, 건물, cellular constituents, NDF 및 ADF의 소화율은 시료와 분의 분석된 성분합량을 (섭취량-분량/섭취량)의 수식에 각각 곱하여 산출하였다.

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)
Grass 100%	15.9 ^c	70.4 ^a	34.4 ^b	7.6 ^a	4.186 ^c	14.4 ^c
Grass 50%+alfalfa 50%	17.9 ^a	66.6 ^b	39.7 ^a	9.2 ^{ab}	4.063 ^d	15.0 ^c
Grass 50%+lespedeza 50%	16.9 ^b	70.9 ^a	39.1 ^a	8.6 ^b	4.271 ^a	37.6 ^b
Grass 50%+oak leaves 50%	15.7 ^c	71.1 ^a	39.5 ^a	10.5 ^a	4.191 ^b	54.4 ^a

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

Grass ; Grass mixtue hay.

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

Lespedeza ; CP 15.5%, NDF 66.8%, ADF 40.7%, Lignin 9.9%, Gross energy 4.502 Mcal/kg.

Oak leaves ; CP 12.9%, NDF 64.6%, ADF 39.1%, Lignin 15.4%, Gross energy 4.196 Mcal/kg.

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

III. 결과 및 고찰

1. 화학적 성분, 에너지 및 탄닌

조단백질(CP) 함량은 alfalfa 급여구가 17.9%로 가장 높았고 역시 두과를 혼합한 lespedeza 급여구가 16.9%로 다음이었으며 목초급여구와 갈참급여구는 각각 15.9와 15.7%이었다($P<0.05$). NDF 함량은 alfalfa 급여구가 다른 처리구에 비하여 상대적으로 낮은 결과를 가져왔으나($P<0.05$) 나머지 3처리간에 NDF 함량의 차이는 크지 않았다. ADF와 lignin 함량은 목초급여구에서 가장 낮았던 반면에 갈참급여구가 높은 경향을 보였는데($P<0.05$) Dick와 Umess (1991) 및 Nastis와 Malecheck(1981) 등도 참나무잎을 급여하였을 때 이들 함량이 높았음을 보고한 바 있다. 에너지수준은 lespedeza 급여구에서 높았고, 탄닌 함량은 갈참급여구가 54.4mg으로 가장 높았으며 다음이 lespedeza 급여구로 37.6mg이었고 목초급여구(14.4mg)와 alfalfa 급여구(15.0mg)는 탄닌함량이 상대적으로 낮은 결과를 보였다.

2. 건물섭취량 및 소화율

체중 kg당 건물섭취량은 alfalfa 급여구에서 다소 높은 편이었으나 처리간에 뚜렷한 차이는 없었다. 건

물소화율은 alfalfa와 lespedeza 및 목초급여구에서 각각 62.6, 61.8 및 60.8%를 나타내어 3처리간에 차이가 없었으나 탄닌함량이 가장 높았던 갈참급여구는 (58.3%) 상대적으로 이들 처리구에 비하여 건물소화율이 낮은 결과를 나타내었다($P<0.05$). 이러한 결과는 표 1에서 보는 바와 같이 갈참급여구는 상대적으로 다른 처리구에 비하여 섬유소물질의 함량이 높았고 여기에 탄닌함량도 상대적으로 높았기 때문에 건물소화율이 낮았던 것이라 하겠다(Dick와 Umess, 1991; Spalinger, 1986; Villena와 Pfister, 1990).

한편 탄닌함량이 높은 lespedeza 급여구와 갈참급여구간의 건물소화율을 비교해 볼 때 lespedeza 급여구의 건물소화율이 갈참급여구보다 높은 결과를 가져왔는데 이는 사초원의 종류가 다르고 함유된 탄닌의 구조와 함량 및 섬유소물질의 함량이 근본적으로 두 사초원간에 차이가 있었기 때문이라 하겠다. 세포내용물의 소화율은 갈참급여구에서 가장 낮게 나타났으나($P<0.05$) 나머지 3처리간에는 차이가 나타나지 않았다. NDF 소화율은 탄닌함량이 낮은 목초급여구에서 가장 높았으며 탄닌함량이 높은 갈참급여구에서 가장 낮았다($P<0.05$). ADF의 소화율은 탄닌함량이 높은 lespedeza와 갈참급여구에서 낮았던 반면에 탄닌함량이 낮은 목초급여구와 alfalfa 급여구에서 높은 결과를 나타내었다($P<0.05$).

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
Grass 100%	47.2 ^a	60.8 ^b	68.1 ^a	63.3 ^a	54.2 ^a
Grass 50% + alfalfa 50%	47.5 ^a	62.6 ^a	68.2 ^a	59.7 ^b	55.2 ^a
Grass 50% + lespedeza 50%	47.9 ^a	61.8 ^{ab}	68.0 ^a	59.2 ^b	46.0 ^b
Grass 50% + oak leaves 50%	47.3 ^a	58.3 ^c	59.2 ^b	57.9 ^c	44.0 ^b

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

¹⁾ Mean weight of goats during digestion trials was 9.9kg/head.

BW; body weight.

이상의 결과를 종합해 볼 때 건물섭취량은 탄닌함량이 높은 사초류와 탄닌함량이 낮은 사초류간에 차이가 없었으나 소화율은 탄닌함량이 낮은 목초급여구와 alfalfa 급여구가 탄닌함량이 높은 갈참급여구에 비하여 상당히 높았고($P<0.05$) lespedeza 급여구와는 ADF소화율을 제외하고는 차이를 보이지 않았다.

3. 질소이용율

섭취한 질소량은 alfalfa 급여구가 처리구중에서 높은 편이었고($P<0.05$) 갈참급여구가 낮은 편이었으나 나머지 3처리간에 차이는 없었다. 그러나 섭취된 질소중에서 분으로 손실된 질소의 비율은 탄닌함량이 낮은 목초급여구나 alfalfa 급여구에 비하여 탄닌함량이 높은 갈참급여구와 lespedeza 급여구에서 높게 나타났는데 이는 탄닌+단백질 또는 탄닌+암모

니아의 복합체로 결합된 것 중에서 그 일부가 분으로 배설되었기 때문이라 하겠는데 Nastis와 Malechek (1981), Nunez-Hernandez(1991), Villena와 Pfister(1990) 및 이 등(1994)도 본 시험결과와 부합되는 결과를 보고한 바 있다. 그러나 뇨에 의해 손실된 질소는 분에 의해 손실된 질소와는 반대로 탄닌함량이 높은 갈참급여구(14.3%)와 lespedeza(24.0%) 급여구에서 가장 낮았던 반면에 탄닌함량이 낮은 목초급여구와 alfalfa 급여구에서는 높은 경향을 보였다(Nunez-Hernandez, 1991). 결과적으로 분과 뇨로 배설된 총 질소량은 탄닌함량이 높은 갈참급여구(7.10g)와 lespedeza 급여구(7.48g)가 탄닌함량이 낮은 목초급여구(8.81g)나 alfalfa급여구(8.43g)에 비하여 낮은 결과를 확인할 수 있었다.

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

Diet	Consumed (g)	Fecal (g)	Urinary (g)	Apparently digested		Retained		Retained % of absorbed
				g	%	g	%	
Grass 100%	11.68 ^b	4.65 ^b	4.16 ^{ab}	7.27 ^b	62.3 ^b	3.12 ^b	27.0 ^b	42.5 ^c
Grass 50% + alfalfa 50%	13.46 ^a	4.18 ^c	4.25 ^a	9.28 ^a	69.0 ^a	5.04 ^a	37.4 ^{ab}	54.3 ^{bc}
Grass 50% + lespedeza 50%	11.78 ^b	4.66 ^b	2.82 ^b	7.12 ^b	60.4 ^b	4.30 ^{ab}	36.4 ^{ab}	60.2 ^{abc}
Grass 50% + oak leaves 50%	11.70 ^b	5.43 ^a	1.67 ^c	6.27 ^c	53.6 ^c	4.60 ^{ab}	39.3 ^a	73.6 ^a

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

한편 외관상 소화된 질소량(가소화질소량)은 alfalfa급여구(9.28g)가 다른 처리구에 비하여 높았고 갈참급여구(6.27g)에서 낮았는데($P<0.05$) 이는 표 1과 표 2에서 보는 바와 같이 alfalfa 급여구가 건물섭취량과 단백질함량이 높았기 때문이라 하겠다. 그러나 체내에 축적된 질소량(대사질소량)은 오히려 탄닌함량이 높은 갈참급여구가 질소섭취량이 낮았음에도 불구하고 질소섭취량이 높았던 탄닌함량이 낮은 alfalfa 급여구에 비하여 높은 결과를 보였는데 이는 궁극적으로 탄닌에 의한 보호단백질화로 1위에서의 비분해 질소량이 높아 상대적으로 4위 및 소장에서 흡수량이 높았기 때문이라 하겠다. 이러한 경향은 탄

닌함량이 역시 높았던 lespedeza급여구에서도 비슷한 양상을 나타내고 있다. 생물이 역시 탄닌함량이 높은 갈참급여구에서 가장 높았고 다음이 lespedeza 급여구 이었으며 alfalfa 급여구 및 목초급여구에서 생물이 가장 낮았던 결과로서도 설명이 가능하다고 하겠다. 따라서 탄닌에 의한 보호단백의 역할이 섭취한 질소의 균형 및 배출에 미치는 영향이 크다고 볼 수 있어 탄닌을 함유한 사초류의 역할이 재 검토되어야 할 것으로 본다. 더욱이 질소질비료의 과다사용에 의한 질소함량이 높은 목초를 급여하거나 농후사료를 과다 급여할 경우에 흡수 이용되지 못한 과잉의 질소가 배출된다면 결국 환경문제인 토양 및 수질오

염이 누적될 것이 예상됨으로 이를 줄이기 위한 방안의 하나로 탄닌함유 사초원에 대한 연구가 심도있게 검토되어야 할 것이다(Broderick, 1995). 그러나 탄닌이 과다하게 섭취될 경우는 가축에 의한 기호성, 섭취량 및 소화율이 감소될 수 있으므로(Reed, 1995) 주의가 요망되고 있다.

IV. 적 요

탄닌함량이 높은 사초류와 탄닌함량이 낮은 사초류를 급여하였을 때 산양에 의한 섭취량, 소화율과 질소이용성 등에 미치는 탄닌의 영향을 비교 검토하고자 재래산양을 공시하여 탄닌함량이 낮은 화본과 목초 100% 급여구(목초급여구) 및 화본과 목초 50% + alfalfa 50% 급여구(alfalfa급여구)와 탄닌함량이 높은 화본과 목초 50% + lespedeza 50% 급여구(lespedeza 급여구) 및 화본과 목초 50% + 갈참수염 50% 급여구(갈참급여구) 등의 4처리를 두어 시험한 결과는 다음과 같다.

건물섭취량은 탄닌함량이 높은 사초류와 탄닌함량이 낮은 사초류간에 차이가 없었다. 그러나 소화율은 탄닌함량이 낮은 목초급여구와 alfalfa 급여구가 탄닌함량이 높은 갈참급여구에 비하여 높았고($P < 0.05$) lespedeza 급여구와는 ADF 소화율을 제외하고는 모든 소화율에서 차이가 없었다. 분과 뇨로 배출된 총 질소량은 탄닌함량이 낮은 사초류가 탄닌함량이 높은 사초류에 비하여 높은 결과를 보였다. 한편 가소화질소의 축적율은 탄닌함량이 낮은 alfalfa 급여구에서 높았던 반면에 탄닌함량이 높은 갈참급여구에서 낮았다($P < 0.05$). 그러나 대사질소의 축적율은 탄닌함량이 높은 갈참급여구가 탄닌함량이 낮은 목초급여구보다 높았다. 생물가는 탄닌함량이 높은 갈참급여구 및 lespedeza 급여구가 탄닌함량이 낮은 목초급여구 및 alfalfa를 급여한 구보다 높은 결과를 나타내었다($P < 0.05$).

V. 인용문헌

1. 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.
2. Broderick, G.A. 1995. Desirable characteristics of forage legumes for improving protein utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.* 73:2760-2773.
3. 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.
4. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. *Agr. Handbook No. 379.* ARS, USDA, Washington, D.C.
5. McLeod, M.N. 1974. Plant tannin- Their role in forage utility. *Nut. Abstr. Rev.* 44:803-815.
6. 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.
7. 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.
8. Reed, J.D. 1995. Nutritional toxicology of tannins and relation polyphenols in forage legumes. *J. Anim. Sci.* 73:1516-1528.
9. Poppi, D.P. and S.R. McLennan. 1995. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *J. Anim. Sci.* 73:278-290.
10. Villena, P. and J.A. Pfister. 1990. Sand shinnery oak as forage Angora and Spanish goats. *J. Range Manage.* 43(2):118-122.
11. 이인덕, 이중해, 이형석. 1989. 국내 양록농가의 수염류 이용실태. *양록회보.* 8:11-13.
12. 이인덕, 이중해, 이형석. 1994. 한국산 갈참나무 수염의 영양가치 구명에 관한 연구. *한초지.* 14(1):27-34.