

사슴용 사료를 위한 한방제재 부산물의 사일리지 발효특성 연구

전병태·김경훈·문상호*·김창원

(건국대학교 동물자원연구센터)

* 건국대학교 자연과학대학 축산학과

이 자료는 최근 발간된 한국영양사료학회지 제23권 제2호에 발표된 내용이다.

I. 서 론

우리나라에 있어서 사슴사육의 목적은 녹용 생산에 있으며, 식육생산을 목적으로 하는 서구와는 크게 다르다. 경기도 지역(김 등, 1994)과 충북지역(전 등, 1995)에서 조사된 사슴사육 실태조사에서도 조사대상의 모든 양육가가 녹용생산을 목적으로 양육을 하고 있는 것으로 나타났다. 국내 소비자는 녹용을 동양의학에 기초하여 보신용 약제로 생각하고 있으며, 산야에서 수렵류 및 약초들을 먹고 자란 사슴의 녹용을 최고 품질로 인정하고 있다. 그러나 집약적인 펜스내 사육형태와 수입값일 것으로 대표되는 사료 급여체계는 이러한 소비자의 요구와는 맞지 않은 것이 사실이기 때문에 세계 최대의 녹용시장을 자국내에 두고 있는 우리로서는 국산녹용을 수입녹용과 차별화할 수 있는 방안으로 손쉽게 재배할 수 있는 약초를 선발, 재배하여 사슴사료의 보충제로 이용하거나 한방제재 부산물을 사료화하는 방안 등을 검토해 볼 가치가 있다.

녹용이 갖고 있는 생리활성기능이 실험적으로 증명된 것과 같이, 동양의학에서 사용되는 약초들도 영양소 함유는 물론이고, 약초별로 식육촉진 물질, 색소, 곰팡이 생육억제, 항산화제, 면역기능의 강화, 스트레스 완화, 대사

조절 등의 기능을 갖고 있고, 또한 자연원료로서 무독성, 무잔류성, 그리고 미생물의 저항성을 유도하지 않는다는 등의 특성을 갖고 있기 때문에, 특히 인공합성된 항생제나 무기화학물과 비교할 때, 식품생산이나 축산에서 가축에게 급여될 수 있는 이상적인 첨가제라는 것이 밝혀지고 있다(Wang 등, 1998).

국내에서 생산되는 한방 및 생약제재는 원료가 바로 이들 약초이고, 생산과정에서의 최종 배출물인 부산물에 남아 있을 잔류 약효성분과 특히 열탕추출에 의한 세포벽물질의 파괴효과 등, 잠재적 사료가가치는 높은 자원이며, 특히 사슴의 사료자원으로 이용될 수만 있다면 고부가가치의 녹용을 생산할 수 있을 것이다. 그러나 고수분의 한방제재 부산물을 사슴 사료로 이용하기 위해서는 먼저 이들 원료의 저장성을 높여야 하며, 혐기발효에 기초한 사일리지 제조는 하나의 방법이 될 것이다. 꽃사슴에 있어서 사료작물 옥수수과 호밀 사일리지에 비해 영양소 이용효율이 약 40% 이상 높았고, 반추효율에서는 차이가 없었다는 Kim 등(1996)의 연구결과를 보면, 한방제재 부산물을 이들 사료작물과 혼합하여 사일리를 제조한다면 고부가가치의 사슴용 사료를 안정적으로 확보할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 안전성과 수량면에서 사료화

에 가장 적합한 열탕추출 한방제재 부산물을 재료로 사료작물 옥수수과 혼합사일리지를 제조하였을 때, 그리고 건물조정을 위해 beet pulp, flaked corn grain과의 혼합 사일리지를 제조하였을 때의 발효특성을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 사일리지 제조

사일리지 제조에 가장 적합한 특성을 갖고 있는 사료작물 옥수수에 한방제재 부산물(OHM)을 ①무첨가 ②현물기준으로 20% 첨가 ③40% 첨가 ④60% 첨가하였을때와 ⑤100% OHM으로 사일리지 제조하였을 때의 발효특성과 각 혼합비율의 사일리지에 대한 유산균 ①무첨가 ②현물기준 0.2% 첨가 ③0.4% 첨가 효과를 알아보기 위하여 각 요인당 3반복의 사일리지를 제조하였다.

옥수수는 하베스터를 이용하여 수확 세절된 것을 이용하였으며, 주문제작된 비닐백 사일리로 생중량 약 3kg의 재료조를 넣어 충전하였고, vaccum pump에 의해 잔존공기를 빼낸 후 heat sealer를 이용하여 밀봉하였다.

다음으로는 수분조절을 주목적으로 beet pulp(BP)와 flaked corn grain(FCG)을 혼합하였을 때의 사일리지 발효특성을 조사하였다. BP와의 혼합비율은 혼합 후의 수분 함량이 70%와 60%가 되도록 혼합비율을 정하였고, 각 혼합비율에 있어서 발효기질로서 당밀의 첨가효과를 조사하기 위하여 ①당밀 무첨가와 ②현물기준 10~12% 수준의 당밀첨가(178.8g) 사일리지를 제조하였다. FCG와의 혼합비율은 수분 70%, 60%, 50%가 되도록 혼합비율을 정하였고, 사일리지 제조방법은 위의 방법과 동일하였다.

개봉된 사일리지의 건물(DM), 조단백질(CP)은 A.O.A.C법(1990)에 의해, Neutral detergent fiber(NDF)는 Van Soest 등(1991)의 방법으로 분석하였고, NH₃-N는 MgO산화법(A.O.A.C, 1990)에 의해, pH는 pH meter로 측정하였다.

2. 기호성 조사

한방제재 부산물이 기호성에 미치는 영향은 유산균 무첨가의 사료작물 옥수수 단독 사일리지와 한방제재 부산물의 첨가비율에 따른 섭취량 차이로 조사하였다. 4년생의 꽃사슴(♀) 2두에게 1일 두당 600g의 사슴전용 시판사료를 2회(08:30과 17:00) 균등 분할 급여하면서, 옥수수 사일리지에 15일간 적응시켰다. 조사방법은 적응기간의 사료급여와 동일하게 08시30분에 농후사료 300g을 급여하였고, 완전섭취가 이루어진 후인 09:00시에 각 혼합비율의 사일리지를 1.0kg씩 용기에 넣어 cafeteria법으로 배치하여, 급여 30분 후(09:30)까지의 섭취량 그리고 7시간째(16:00)까지의 섭취량을 각각 4일간 측정하였고, 측정된 량을 1두당 섭취량으로 환산하였다. 기호성 조사 후의 저녁관리는 농후사료를 아침과 동일하게, 조사료는 옥수수 사일리지만을 자유섭취할 수 있도록 충분히 급여하였다. 시험결과에 대한 통계 분석은 SAS package(1996)의 분산 분석 및 일반선형 모델(GLM)을 이용하였고, 한방제재 부산물 100% 사일리지에서 유산균 0.2% 첨가효과는 개봉후의 보관과정에서 문제가 있었기 때문에 결측치로 처리하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분과 발효 특성

사료작물 옥수수와 한방제재 부산물의 혼합비율에 따른 건물, 조단백, NDF의 변화(표 1)를 보면, 사료작물 옥수수 단독사일리지는 건물 34.1%, 조단백질 6.4%이었고, 한방제재 부산물 100% 사일리지는 이보다 건물이 약 10% 낮았고, 조단백질 함량은 1.0% 높았다. 그러나 NDF 함량은 거의 차이가 없었다. 따라서 BCM의 첨가비율이 높아짐에 따라 건물함량은 감소하였고, 조단백질은 1.0%의 작은 범위이지만 증가하였다. 그리고 유산균 첨가가 건물 및 조단백질 함량 변화에도 영향을

표 1. 한방제재 부산물과 옥수수 사일리지의 혼합비율 및 유산균제제 첨가비율이 사일리지의 발효 및 사료가치에 미치는 영향

Mixed ratio (WC: OHM)	Inoculant (%)	DM (%)	CP (% DM)	NDF (% DM)	NH ₃ -N (% TN)	pH
100:0	0	34.79	6.26	58.89	5.89	3.87
	0.2	33.31	6.48	61.40	5.84	3.85
	0.4	34.26	6.52	64.78	4.68	3.87
80:20	0	30.93	6.60	62.11	5.50	3.75
	0.2	32.61	7.03	61.29	4.04	3.78
	0.4	32.33	6.58	59.31	3.92	3.82
60:40	0	28.63	6.49	65.81	4.96	3.68
	0.2	28.34	6.89	61.54	3.31	3.76
	0.4	29.15	6.75	62.54	3.89	3.73
40:60	0	26.76	7.04	60.70	4.27	3.67
	0.2	26.38	7.64	61.18	2.77	3.71
	0.4	28.70	6.66	61.10	3.10	3.69
0:100	0	23.15	7.51	60.66	1.33	3.58
	0.4	23.78	7.30	59.73	1.47	3.62
Significant effects						
Mixed ratio		***	***	***	***	***
Inoculant		*	***	NS	***	NS
M×I		NS	**	***	***	NS

*** P<0.001; ** P<0.01; * P<0.05; NS, Non Significant

미쳤고, 조단백질 변화에 대한 두 요인의 상호 효과(P<0.01)도 있었다.

표2와 3은 BP와 FCG를 한방제재 부산물에 혼합하여 수분 조절을 하였을 때의 사일리지 건물과 조단백질, NDF 함량 변화를 보여주고 있다. 건물 함량을 보면 수분조절을 위한 혼합비율이 정확하였음을 알 수 있고, BP첨가 사일리지는 한방제재 부산물 100% 사일리지(표1)와 비교하여 조단백질 함량이 평균 3.0% 높았고, 당밀첨가는 특히 사일리지의 NDF 함량을 감소시켰다. FCG도 혼합비율이 높아질수록 NDF 함량을 유의성(P<0.001)있게 감소시켰다.

옥수수는 예취적기를 지난 황숙기 후기에 예취되었지만 하베스터에 의해 잘게 세절되었고 발효특성은 pH가 3.9, 총질소당 NH₃-N의 비율이 5.9%이었다(표1). 그러나 한방제재 부산물의 첨가비율이 높아질수록 NH₃-N과 pH는 점차 유의성있게(P<0.001) 낮아

졌고, 한방제재 부산물 100%구는 pH가 3.6 그리고 NH₃-N은 1.3% 수준이었다. 유산균의 첨가는 사일리지의 NH₃-N 함량을 낮추는 효과(P<0.001)가 있었으나 pH 감소에는 영향이 없었던 것으로 나타났다.

BP와의 혼합사일리지에서 당밀첨가는 NH₃-N의 비율에 대한 효과는 없었으나 pH를 유의성(P<0.001)있게 저하시키는 효과가 있었다. 총질소당 NH₃-N 함량 비율과 pH가 낮은 특성은 BP와 FCG를 혼합한 한방제재 부산물 사일리지(표2와 3)에서도 공통적으로 나타났고, 이러한 결과들은 한방제재 부산물의 활용과 앞으로의 연구방향에 여러가지 흥미있는 점을 시사하고 있다. 일반적으로 화본과목초나 사료작물은 사일리지 발효과정에서 35~40%의 순단백질이 분해되고, 알팔파는 44~87%까지 분해(Ohshima와 McDonald, 1978)되기 때문에 NH₃-N의 생성 비율이 총질소 10% 미만이면 우수한 품질

표 2. 수분함량과 당밀의 첨가가 한방제재 부산물 사일리지의 발효 및 사료가치에 미치는 영향

Treatments (Moisture content)	Molasses (%)	DM (%)	CP (% DM)	NDF (% DM)	NH ₃ -N (% TN)	pH
70%	0	30.60	10.72	58.60	1.94	3.98
	7	31.78	10.26	54.39	1.67	3.80
60%	0	40.30	10.58	61.37	2.86	4.10
	7	41.20	10.23	54.24	2.62	3.91
Significant effects						
Moisture content		***	NS	*	***	**
Molasses		*	NS	***	NS	***
MC×M		NS	NS	*	NS	NS

*** P<0.001; ** P<0.01; * P<0.05; NS, Non Significant.

표 3. 압편옥수수 첨가에 의해 조절된 수분함량이 한방제재부산물 사일리지의 발효 및 사료가치에 미치는 영향

Treatments (Moisture content)	DM	CP (%)	NDF (% DM)	NH ₃ -N (% DM)	pH (% TN)
70	29.78	8.99	54.87	0.96	3.96
60	38.18	8.86	50.62	0.93	4.07
50	47.35	8.91	44.62	0.91	4.25
Significant effects	***	NS	***	NS	***

*** P<0.001; NS, Non Significant.

의 발효형태로 평가된다(Haigh, 1987). 이와같이 사일리지의 발효과정중의 단백질의 분해는 피할 수 없는 과정이고, 사일리지 섭취 후 반추위에서의 단백질 재분해와 NH₃-N의 생성비율은 NH₃-N이 미생물단백질 합성에 이용되는 속도를 초과하게 된다. 이러한 잉여 NH₃-N은 반추위벽으로 흡수되어 간에 독성으로 작용하기도 하고 오줌으로 배설되어 사료질소의 손실을 초래한다(Chamberlain과 Chong, 1993). 이 때문에 반추가축의 단백질 이용효율의 저하를 막기 위한, 즉 사일리지 발효과정중의 단백질의 분해를 억제할 수 있는 각종 처리에 대한 연구들이 진행되어 왔다(Carpintero 등, 1979; Waldo와 Goering, 1979; Grum 등, 1991; 전 등, 1992). 그러나 본 실험에서는 한방제재 부산물의 첨가비율이 증가할 수록 유산발효가 활발히 진행되었으면서도 NH₃-N 비율은 현저히 감소하였

다. 그 주 원인으로서 한방제재 제조시의 열탕 추출에 따른 가용성 질소의 추출과 maillard 반응의 결과로 잔존질소의 상당량이 비분해성 질소(ADIN)로 존재하기 때문에 사료된다. 또 한가지 검토해 볼 필요성이 있는 것은 대부분의 많은 약초들이 함유하고 있는 것으로 알려진 탄닌(Vandergrift, 1998)의 사일리지 발효중 미생물에 의한 단백질의 분해 억제효과이다.

Albrecht와 Muck(1991)은 탄닌 함량이 다른 두과목초들로 사일리지를 제조한 결과, 발효 35일 후에 있어서 총 질소에 대한 가용성 비단백태질소의 비율과 탄닌 함량과는 부의 상관관계($r^2 = -0.75$)가 있음을 보여주어 탄닌이 두과목초 사일리지의 단백질 분해를 억제하는 중요한 역할을 한다는 것을 증명하였다. 탄닌은 엄밀히 hydrolyzable tannins 과 condensed tannins로 구분되고, 그 중

condensed tannins이 단백질과 반응하여 침전을 형성시키며 반추가축의 사료 섭취량과 소화율을 감소시키기도 한다(Barry와 Duncan, 1984). 앞으로의 연구에서 한방제재 부산물의 질소중 비분해성 질소 함량의 조사가 선행되어야 하겠지만, 탄닌이 잔존하는지의 여부와 잔존량의 조사 그리고 한방제재 열탕 추출 과정에서 condensed tannins이 제거되었는지를 조사하는 것도 중요하다고 생각된다. 그 이유는 연구결과에 따라 사료섭취량이나 소화율을 낮추지 않는 이상적인 단백질 분해 억제제로서 활용가능성을 고려해 볼 수 있기 때문이다.

수거된 상태의 부산물 pH가 5.7이었던 것을 감안하면 고수분조건의 한방제재 부산물 단독으로 혐기발효의 진행과 유산이 다량 생산된 것으로 판단된다. 본 논문에서는 유기산 분석을 하지 못했으나, 부산물이 열탕추출 공정에서 배출된 것이기 때문에 세포벽 물질이 상당량 분해되어 가용성 탄수화물이 다량 잔존하고 있을 수 있고, 따라서 발효기질이 충분했을 것이다. 한방제재 부산물의 첨가 비율이 증가할수록 pH가 유의성있게 ($P < 0.001$) 감소하였던 것도 유산발효가 활발히 진행됐음을 뒷받침한다. 건물함량이 약 40% 이상이면 pH가 4.0% 이상이었던 본 실험의 결과로 보아 고수분조건에서 증식이 활발한 특정 유산균이 발효에 관여했을 가능성도 생각해 볼 수 있다. 열탕추출의 생산 공정과 배출과정에서 고열과 고수분조건에서도 생육이 가능한 균주가 있을 수 있기 때문에 이에 대한 연구도 흥미있다 할 수 있다.

이상의 실험 결과를 종합하면 한방제재 부산물은 80% 수준의 고수분조건임에도 단독 발효에서 나타나는 발효성상은 유산발효의 특징을 보여주고 있다. 또한 단백질의 분해에 의해 생성되는 $\text{NH}_3\text{-N}$ 의 수준이 총질소의 약 2% 미만으로 나타난 결과에 대한 차후 검토 결과에 따라 한방제재 부산물은 고수분 그리고 고단백 재료초의 사일리지 제조를 위한 첨

가제로서의 활용 등 넓은 목적으로 이용될 것으로 생각된다.

2. 기호성 실험

유산균 무첨가의 사료작물 옥수수 단독의 사일리지와 한방제재 부산물의 첨가수준을 점차적으로 증가시켜 제조된 사일리지 섭취량을 2회(30분 후, 7시간 후) 조사한 결과는 그림 1과 같다. 7시간 동안 섭취한 사일리지들의 건물섭취량은 사료작물 옥수수 단독 사일리지가 130g, 한방제재 부산물 20% 첨가 발효사료는 95g, 그리고 첨가수준이 증가할수록 건물섭취량은 감소하여 한방제재 부산물 단독구는 약 15g만을 섭취한 것으로 조사되었다. 7시간 동안의 총건물섭취량은 평균 350g으로 나타났다. 그리고 30분 후와 7시간 후의 기호성간에는 차이가 없었다.

혼합비율별로 현물 1.0kg씩의 사일리지를 5개의 각각의 용기에 넣어준 것은, 두당 2.5kg의 사일리지가 급여된 것과 같다. 이 급여량은 가장 기호성이 좋은 사일리지라도 기호성 조사 시간인 오전 동안의 채식 가능량의 30%가 넘지 않도록 할 목적으로 결정된 것이다. 7시간 동안 사슴이 섭취한 사일리지량으로 기호성을 판단하려 한 본 실험에서는 기호성이 가장 높은 사일리지로만 오전 채식량을 다 섭취할 수 없도록 하면서 그리고 기호성 차이에 의한 사일리지간의 섭취량 차이가 얻어질 수 있는 적절한 방법이 되었다고 사료된다. 한방제재 부산물이 20% 첨가된 사일리지는 사료작물 옥수수 단독 사일리지 섭취량의 73%를 섭취하였지만, 옥수수 사일리지를 제외시키고 나머지 처리간의 섭취량을 재조사 한다면 전량채식도 가능하다는 판단이다. 따라서 사일리지 발효 특성에서 제기된 검토과제들의 결과가 차후의 실험에서 얻어진 후에 적정 첨가비율이 결정되어야 하겠지만, 본 기호성 조사에 의하면 한방제재 부산물을 20~30%까지는 첨가하여 사일리지를 제조 급여할 수 있을 것으로 사료된다.

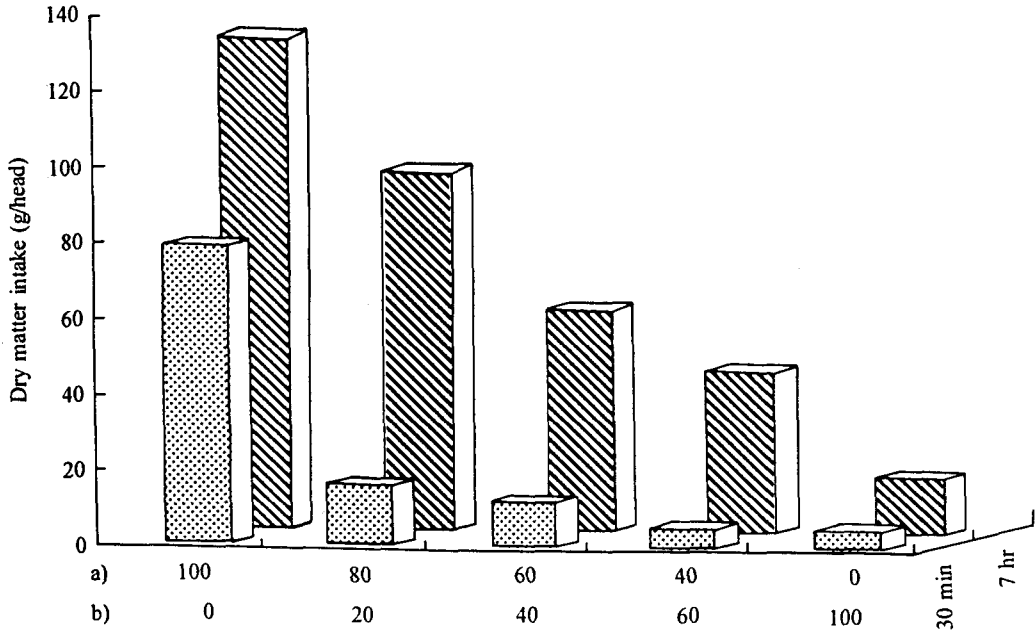


그림1. 한방제재 부산물과 옥수수 사일리지의 혼합비율이 건물섭취량에 미치는 영향

IV. 적 요

본 실험은 잠재적 이용성이 높은 한약재 부산물(OHM)을 사슴사료로 이용할 목적으로 안전성과 수량면에서 사료화에 가장 적합한 열탕추출 부산물을 사료작물 옥수수에 ①무첨가 ②현물기준으로 20% 첨가 ③40% 첨가 ④60% 첨가했을 때와 ⑤100% OHM으로 사일리지 제조하였을 때의 발효특성과 각 혼합비율의 사일리지에 대한 유산균 ①무첨가 ②현물기준 0.2% 첨가 ③0.4% 첨가 효과를 알아보기 위하여 각 요인당 3반복의 사일리지를 제조하였다. 그리고 건물조정을 위해 beet pulp(BP), flaked corn grain(FCG)과의 혼합 사일리지를 제조하였을 때의 발효특성도 조사하였다.

사료작물 옥수수 단독 사일리지의 발효특성은 pH가 3.9, 총질소당 NH₃-N의 비율이 5.9%이었다. 그러나 한방제재 부산물의 첨가 비율이 높아질수록 NH₃-N과 pH는 점차 유

의성있게 낮아졌고(P<0.001), 한방제재 부산물 100%구는 pH가 3.6 그리고 NH₃-N은 1.3%이었다. 유산균의 첨가는 사일리지의 NH₃-N 함량을 낮추는 효과(P<0.001)가 있었으나 pH 감소에는 영향이 없었던 것으로 나타났다. BP와 FCG를 혼합한 한방제재 부산물 사일리지에서도 총질소중 NH₃-N의 비율은 0.8~3.0%, pH는 수분 함량이 70% 이상에서는 4.0 이하였던 결과는 한방제재 부산물이 고수분 그리고 단백질 함량이 높은 재료초의 사일리지 제조를 위한 첨가제로 이용될 수 있다는 것을 시사한다. 한방제재 부산물은 첨가 수준이 증가 할수록 기호성이 낮아졌기 때문에 기호성을 높이기 위한 연구의 필요성이 제기되었고, 본 실험의 결과로 부터는 사료작물 옥수수 사일리지 채식량의 73%를 섭취한 20% 첨가 수준에서 한방제재 부산물이 이용될 수 있을 것으로 판단되었다.*