

예취빈도에 따른 무기태 질소시비가 초지의 생산성에
미치는 영향
II. 예취빈도와 질소시비에 따른 오차드그라스의 주요 영양성분의 변화
조익환 · 이주삼* · 안종호*

The Effect of Mineral Nitrogen Fertilization on Grassland
Production under Various Cutting Frequencies.

II. The changes of major nutritional components in orchardgrass
(*Dactylis glomerata* L.) according to cutting frequencies
and nitrogen fertilization.

Ik Hwan Jo, Ju Sam Lee* and Jong Ho Ahn*

Summary

The experiment was carried out to investigate the effects of cutting frequencies (3, 4 and 5 cuts per year) in relation to fertilization of mineral nitrogen on crude protein yield and the contents of crude protein and acid detergent fibre in orchardgrass(*Dactylis glomerata* L.). The results are as follows :

1. The content of crude protein increased according to the increase in cutting frequency and showed the highest in the 1st cut in all treatments. At 4 and 5 cutting frequencies per year, the content of crude protein increased in a large extent according to the increased fertilization of mineral nitrogen. However at 3 cutting frequency, the content of crude protein appeared higher for no application of mineral nitrogen than for the treatments with fertilization.
2. The content of acid detergent fibre(ADF) was considerably reduced at 4 and 5 cutting frequencies and in all treatments, the lowest were recorded in the 1st cut or in the last cut. At 3, 4 and 5 cutting frequencies, the highest ADF were shown in the 2nd cut, 3rd cut and 3rd cut respectively. However, the general trend was that the content of ADF was greatly reduced according to increased level of mineral nitrogen fertilization.
3. The yeild of crude protein was the highest at 5 cutting frequency(1.2 ton DM/ha) and it indicated that the yield of crude protein increased in accordance to the increase in fertilization of mineral nitrogen and cutting frequency.
4. In all treatments, positive correlation($p < 0.001$) between the yeilds of crude protein and annual dry matter yield appeared. Negative correlation($p < 0.01$) was recorded between the contents of crude protein and ADF at 4 and 5 cutting frequencies. Between the content of ADF and annual dry matter yield at 4 cutting frequency and between the content of crude protein and annual dry matter yield at 5 cutting frequency, positive and negative correlation($p < 0.05$) respectively were recored.

대구대학교 농과대학(College of Agriculture, Taegu Univ., Kyongsan 713-714, Korea)

* 연세대학교 문리대학(College of Liberal Arts and Sciences, Yonsei Univ., Wonju 220-701, Korea)

I. 서 론

최근까지 집약적인 초지관리는 다량의 화학비료, 특히 무기태 질소질 비료를 시비하여 생산량을 높이는 데만 주력하였으나, 이제는 단순한 사료로서가 아니라 수확된 목초를 가축에게 급여하여 최종산물인 축산물의 생산을 극대화하기 위하여 영양가치가 높고 기호성이 양호한 목초생산이 이루어져야 한다고 생각된다. 이러한 목초의 품질은 축산물생산과 밀접한 관계가 있으므로 가축에게 급여하여 얻어진 축산물 생산에 근거한 평가가 가장 바람직하다. 경우에 따라서는 목초의 분석 즉, 영양소 함량, 화학적 조성분, 섭취량, 소화율, 흡수된 영양소의 축산물 전환효율 등의 측정만으로도 사양가치를 정확히 평가할 수 있다고 한다.

특히 이 중 조단백질과 조섬유함량은 가장 보편화된 사양가치의 평가방법으로 알려져 있으며, 생육이 진행됨에 따라 목초의 건물생산량은 증가하는 반면에 조단백질의 함량은 감소하고 섬유질함량이 증가하여 사양가치를 크게 저하시킨다²⁾.

Kading 등(1993)은 질소시비수준의 증가에 따라 조단백질함량이 증가한다고 하였고 김 등(1983)과 전(1987)등은 영양생장기(특히 봄철) 또는 재생기간이 짧을수록 목초의 사양가치가 증가하나 조단백질 함량은 봄철이용을 늦게 할수록 재생기간이 비교적 길어 증가하였다고 보고하였다.

이상과 같이 사양가치를 결정하는 목초의 품질은 질소시비수준 뿐만아니라 재생기간과 밀접한 관계를 갖는 이용빈도, 식물체의 생육시기 및 계절에 따라서도 크게 좌우된다.

따라서 본 시험에서는 前報¹⁾에 이어 다양한 예취빈도와 질소시비수준에 따른 오차드그라스의 주요 영양성분, 특히 조단백질과 ADF(acid detergent fibre) 함량을 분석하여 초지의 관리조건에 적합한 시비체계 및 생산체계를 확립시키고자 한다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 제 I 보¹⁾에서 건물수량을 산출한 후 일부 시료를 채취하여 조단백질함량은 AOAC(1980)법으로, ADF함량(acid detergent fibre)는 Georing과 Van Soest(1970)법에 의해 구하였다. 한편 얻어진 조

단백질함량을 각 처리별 건물수량으로 곱하여 조단백질수량을 산출하였다. 또한 예취빈도와 질소시비수준에 따라 조단백질함량, ADF함량, 조단백질수량 및 前報¹⁾의 연 평균 건물수량과의 상관관계를 조사하였다.

III. 결 과

1. 예취빈도에 따른 평균 조단백질함량

예취빈도와 질소시비수준에 따른 오차드그라스의 조단백질함량을 나타낸 것이 表 1이다.

연간 평균 조단백질함량은 무질소구에서 예취빈도가 증가할수록 크게 증가 하지만 연간 4회 예취구에서 5회 예취구 보다 3회 예취구에서 4회 예취구로 예취횟수가 증가할수록 더욱 뚜렷한 증가 경향을 나타내었다.

한편 예취회수별 조단백질의 함량은 3회, 4회 및 5회 예취구에서 1번초가 각각 평균 9.60, 14.26 및 16.30%로 가장 높았고 다음은 마지막 예취였으나 2번초에서는 각각 9.19, 9.33, 9.50%로 전 예취 처리중 가장 낮은 조단백질함량을 보였다.

질소를 시비하지 않은 인산과 칼리 시용구의 평균 조단백질함량은 질소시비수준이 낮은 예취빈도당 30kg의 시비구의 경우 보다 높거나 거의 비슷한 수치를 보였으며, 특히 3회 예취구에서는 인산과 칼리만을 시용한 구가 평균 9.81%로 질소를 예취빈도별 120kg(연간 360kg/ha)까지 시비한 실험구 보다 현저하게 높은 조단백질함량을 보였는데, 이러한 경향을 예취빈도별로 보면 특히 2와 3번초의 경우에 뚜렷하였다. 한편 4회와 5회 예취구에서는 질소시비수준(예취빈도별 ha 당 60kg 이상)의 증가에 따라서 유의하게 높은 조단백질함량을 나타내었다. 특히 5회 예취구에서는 질소시비수준이 가장 높은 예취빈도별 ha 당 120kg(연간 600kg N/ha)의 질소시비로 각 예취빈도별 20.47, 12.06, 11.38, 12.53 및 16.55%의 조단백질함량을 나타내어 다른 시험구보다 계속해서 유의하게 높은 수치를 나타내었다.

2. 예취빈도에 따른 ADF함량

예취빈도와 질소시비수준에 따른 오차드그라스의 ADF함량을 나타낸 것이 表 2이다.

Table 1. Efficiency of mineral nitrogen(kg / ha and cut) and cutting frequencies on the content of crude protein(%) in orchardgrass sward.

	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut	4th Cut	5th Cut	Mean
3 Cutting frequencies ;						
0 kg N	9.12 ^c	10.27 ^a	10.05 ^a			9.81 ^a
30 kg N	9.61 ^b	7.67 ^e	9.26 ^c			8.84 ^d
60 kg N	9.64 ^b	9.22 ^c	9.26 ^c			9.37 ^c
90 kg N	9.74 ^b	8.97 ^d	9.56 ^b			9.42 ^c
120 kg N	9.89 ^a	9.85 ^b	9.22 ^c			9.65 ^b
Mean	9.60 ^a	9.19 ^e	9.47 ^b			
4 Cutting frequencies ;						
0 kg N	11.43 ^d	8.92 ^e	11.29 ^d	14.32 ^a		11.49 ^d
30 kg N	12.79 ^c	8.75 ^e	12.36 ^{ab}	12.32 ^c		11.55 ^d
60 kg N	15.02 ^b	8.94 ^e	11.49 ^c	11.58 ^d		11.76 ^c
90 kg N	15.11 ^b	10.24 ^a	12.33 ^b	13.02 ^b		12.67 ^b
120 kg N	16.99 ^a	9.78 ^b	12.52 ^a	12.58 ^c		12.96 ^a
Mean	14.26 ^a	9.33 ^d	12.00 ^c	12.76 ^b		
5 Cutting frequencies ;						
0 kg N	12.76 ^d	8.13 ^d	10.57 ^b	12.56 ^a	14.08 ^c	11.62 ^d
30 kg N	15.48 ^c	7.77 ^e	9.11 ^d	12.05 ^c	13.03 ^d	11.49 ^d
60 kg N	15.66 ^{bc}	9.41 ^c	9.37 ^c	11.88 ^d	13.27 ^d	11.92 ^c
90 kg N	17.15 ^b	10.13 ^b	10.67 ^b	12.38 ^b	14.95 ^b	13.05 ^b
120 kg N	20.47 ^a	12.06 ^a	11.38 ^a	12.53 ^a	16.55 ^a	14.60 ^a
Mean	16.30 ^a	9.50 ^e	10.22 ^d	12.40 ^c	14.37 ^b	

Note. Means separation within a column by Duncan's Multiple Range Test, 5% level.

연간 평균 ADF함량은 3회 예취구에서 평균 36.86%를 나타내어 다른 예취구 보다 높은 경향을 나타냈고 4회와 5회 예취구에서는 각각 31.92와 33.26%를 나타내었다.

예취번호별 평균 ADF함량은 3회 예취구의 2번초, 4회와 5회 예취구의 3번초에서 가장 높은 수치를 나타낸 반면에 최종 예취시기와 제 1번초에서 가장 낮은 ADF함량을 기록하였다.

질소시비수준에 따른 평균 ADF함량은 3회와 4회의 예취번호별 30kg의 질소시비수준을 제외하고 질소시비수준이 증가할수록 현저하게 낮아지는 경향이 있었다. 즉 가장 높은 질소 시비수준(예취번호별 ha 당 120kg/ha)에서 각 예취구별 평균 ADF함량이 35.88, 30.65 및 30.28%를 나타내었다.

3. 예취빈도와 질소시비수준에 따른 조단백질 수량

조단백질함량을 기초로하여 얻어진 예취빈도와 질소시비 수준에 따른 단위 면적당 조단백질수량을 나타낸 것이 表 3이다.

연간 평균 조단백질수량은 4회 예취구의 무질소구(인산과 칼리만 시용한 구)를 제외하고 예취횟수가 늘어남에 따라 큰 폭으로 증가하여 5회 예취구에서 ha 당 1.2ton 수량으로 가장 높았고 질소시비수준의 증가에 따라서 이러한 효과가 더욱 현저하게 되었다.

예취번호별 조단백질 생산량은 전 예취구 모두 예취가 진행됨에 따라 감소하였는데, 이러한 감소경향은 연간 3회 예취이용시에 더욱 현저하였다.

Table 2. Efficiency of mineral nitrogen(kg / ha and cut) and cutting frequencies on the content of acid detergent fibre(ADF, %) in orchardgrass sward.

	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut	4th Cut	5th Cut	Mean
3 Cutting frequencies ;						
0 kg N	35.54 ^{ab}	41.53 ^{ab}	33.50 ^a			36.86 ^b
30 kg N	37.14 ^a	42.39 ^a	35.07 ^a			38.20 ^a
60 kg N	35.27 ^{ab}	40.71 ^{bc}	34.62 ^a			36.87 ^b
90 kg N	34.51 ^b	41.37 ^{abc}	32.19 ^a			36.02 ^b
120 kg N	33.50 ^b	40.45 ^c	33.69 ^a			35.88 ^b
Mean	35.19 ^b	41.29 ^a	33.81 ^c			
4 Cutting frequencies ;						
0 kg N	26.80 ^b	35.79 ^c	35.80 ^d	29.30 ^a		31.92 ^b
30 kg N	28.54 ^a	36.81 ^b	38.14 ^c	28.11 ^a		32.90 ^a
60 kg N	27.87 ^a	38.63 ^a	39.13 ^{bc}	25.30 ^b		32.73 ^a
90 kg N	24.55 ^c	38.19 ^a	39.33 ^{ab}	23.99 ^{bc}		31.52 ^b
120 kg N	22.89 ^d	36.77 ^b	40.28 ^a	22.67 ^c		30.65 ^c
Mean	26.13 ^c	37.24 ^b	38.54 ^a	25.87 ^c		
5 Cutting frequencies ;						
0 kg N	26.30 ^a	35.59 ^{ab}	39.32 ^{ab}	35.42 ^{ab}	29.68 ^a	33.26 ^a
30 kg N	24.57 ^a	34.64 ^b	40.85 ^a	37.42 ^a	26.80 ^b	32.86 ^{ab}
60 kg N	24.35 ^{ab}	35.18 ^b	40.64 ^a	36.31 ^{ab}	24.48 ^{bc}	32.19 ^{bc}
90 kg N	25.73 ^a	36.87 ^a	37.95 ^b	35.60 ^{ab}	23.45 ^c	31.92 ^c
120 kg N	22.33 ^b	34.01 ^b	37.50 ^b	33.09 ^b	24.48 ^{bc}	30.28 ^d
Mean	24.66 ^d	35.26 ^b	39.25 ^a	35.57 ^b	25.78 ^c	

Note. Means separation within a column by Duncan's Multiple Range Test, 5% level.

질소시비수준에 따른 조단백질수량은 4회 예취구의 ha 당 90에서 120kg으로 증시하였을 때를 제외하고는 대부분 증가하였고, 3회 예취구에서는 ha 당 90에서 120kg, 4회와 5회 예취구에서는 ha 당 0에서 30kg으로 예취빈도별 질소시비를 증가시켰을 때 질소 1kg 당 각각 3.0, 2.7 및 2.3kg의 조단백질수량을 나타내어 가장 넓은 증가폭을 보이고 있다.

4. 예취빈도별 질소시비에 따른 조단백질함량, ADF함량, 조단백질수량 및 연 건물수량과의 상호관계

예취빈도별 질소시비에 따른 조단백질함량, ADF함량, 조단백질수량 및 연 평균 건물수량과의 상호관계를 나타낸 것이 表 4이다.

모든 예취구에서 조단백질수량과 연간 건물수량과는 유의한 정상관(0.1%)을 나타내었고 4회와 5회 예취구에서는 조단백질함량과 ADF함량간에 각각 1과 0.1% 수준의 부상관을 나타내었다. 한편 4회 예취구에서는 ADF함량과 건물수량간에 5% 수준의 정상관, 5회 예취구에서는 조단백질함량과 건물수량간에 5% 수준의 부상관을 나타내었다.

IV. 고 찰

목초의 이용은 재생이나 영양가면에서 생리적인 필수요건으로 이용횟수에 따라서 양과 질이 결정된다. 또한 목초의 생산에 있어서 질소시비는 수량에 큰 의미를 지니고 있어 다른 생산요인과 비교할 때

Table 3. Efficiency of mineral nitrogen(kg / ha and cut) and cutting frequencies on the yield of crude protein(DM kg / ha) in orchardgrass sward.

	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut	4th Cut	5th Cut	Annual Yield
3 Cutting frequencies ;						
0 kg N	474.2	367.7	271.4			1,126.2
30 kg N	528.6	317.5	221.3			1,064.3
60 kg N	628.5	376.2	215.8			1,211.5
90 kg N	634.1	393.8	233.3			1,256.5
120 kg N	878.2	455.1	217.6			1,530.5
4 Cutting frequencies ;						
0 kg N	340.6	253.3	247.3	203.3		1,083.5
30 kg N	378.6	393.8	352.3	226.7		1,403.3
60 kg N	570.8	462.2	392.8	180.6		1,577.0
90 kg N	592.3	590.8	420.5	197.9		1,852.4
120 kg N	542.0	500.7	431.9	244.1		1,774.2
5 Cutting frequencies ;						
0 kg N	349.6	270.7	237.8	184.6	108.4	1,227.1
30 kg N	453.6	380.0	273.3	194.0	160.3	1,568.4
60 kg N	510.5	541.1	355.1	192.5	209.7	1,908.4
90 kg N	379.0	630.1	485.5	173.0	212.3	2,060.6
120 kg N	595.7	763.4	419.9	150.4	251.6	2,286.4

Table 4. Correlation coefficient between the content of crude protein(CP), the content of acid detergent fibre(ADF), crude protein yield(CPY) and annual dry matter yield(DM) according to cutting frequencies and mineral nitrogen fertilization.

	3 Cutting frequencies			4 Cutting frequencies			5 Cutting frequencies				
	CP	ADF	CPY	CP	ADF	CPY	CP	ADF	CPY		
ADF	-0.3558			ADF	-0.6236**		ADF	-0.8183***			
CPY	0.3004	-0.0607		CPY	0.1827	0.1903	CPY	0.0537	-0.0243		
DM	0.1750	-0.0038	0.9913***	DM	-0.3682	0.5110*	0.8374***	DM	-0.4265*	0.3380	0.8702***

Note *, ** and *** are significant at 5%, 1% and 0.1% level, respectively.

비교적 쉽게 영향을 미칠 수 있는 요인으로 간주되고 있다. 그러나 이러한 질소는 항상 양과 질에서도 동일한 반응을 일으키지 않음이 보고되고 있다^{2), 10)}. 일반적으로 예취빈도와 질소시비관리에 의해 생산된 목초류는 단위면적 당 수확량의 측정만으로 양적인 면을 결정¹⁷⁾ 할 수 있으나 가축의 먹이로 제공되어 최종생산물인 축산물을 얻고자 하는데 그 목적이 있

으므로 목초류의 사료가치를 평가해야 함이 바람직하다^{9), 11), 12)}.

이들 사료가치 평가법 중 주요 영양성분의 지표인 조단백질함량은 일반적으로 생육시기가 어릴수록 높으며 또한 예취횟수가 많을수록 더욱 높아져^{5), 11)} 본 실험의 결과와 일치하고 있다(表 1). 이는 예취빈도가 빈번하지 않으면 염수가 감소하지는 않고 각 개체

의 잎의 크기가 증가하기 때문에 수량확대요인이 되지만 예취간격이 길어 광경합으로 경수가 증가하여 건물중에 차지하는 경중의 비율이 크게 되므로 엽수의 증가와 건물중에 대한 잎의 비율이 증가하는 빈번한 예취구 보다 조단백질함량이 적게 된다¹³⁾.

또한 Jung 등(1974)은 오차드그라스에 있어서 예취횟수의 감소와 함께 높은 질소시비는 사료가치를 저하시키지만 어린 목초류에서 질소시비는 조단백질함량등을 증가하여 품질을 향상시켰다고 하였는데 이러한 경향은 본 실험에서도 입증되고 있다. 즉 모든 예취구에서 생육단계가 어린 1번초에서 가장 높은 조단백질함량을 보였고 질소시비는 이러한 현상을 더욱 촉진시켰는데(表 1), 이는 질소의 시비로 잎의 출현율을 조장하지만 예취빈도가 적으면 고사엽수를 증가하여 간혹 조단백질함량을 크게 감소시킬 수도 있기 때문이다^{7, 13)}.

반추가축의 소화율과 밀접한 관계를 갖는 ADF함량에 대해 김 등(1989)은 오차드그라스의 생육시기에 따라 33.45~36.69%(평균 35.13%)의 범위임을 밝혀 본 실험의 3회 예취구(36.86%)에서 얻은 결과와 유사하였다. 그러나 4회와 5회 예취구에서는 각각 31.92와 33.26%를 나타내어 질소시비로 ADF함량의 감소경향을 촉진시켰는데(表 2), 이러한 ADF함량의 저하는 ADF함량이 31%이하는 1등급이고 31~35%에서는 2등급수준이라 규정하고 있는 건초의 품질(kautz 등, 1990)에 영향을 미치고 있어 예취이용과 그에 따른 질소시비로 조사료의 품질개선 가능성을 시사하고 있다. 한편 ADF함량이 주로 여름철에 해당하는 시기(3회 예취구에서는 2번초, 4회와 5회 예취구에서는 3번초)에 가장 높았는데, 이는 기온의 상승이 사초의 섬유소와 리그닌함량을 증가시키는데 기인한 것으로 생각된다¹⁵⁾.

본 실험에서는 前報¹⁷⁾에서 보고한 것과 같이 모든 예취구에서 질소시비효율(질소시비에 따른 건물수량의 증가폭)이 가장 크게 나타난 수준에서 역시 조단백질수량의 증가폭도 컸다(表 3). 질소 1kg 당 가장 큰 조단백질수량의 증가폭이 2.3~3.0kg을 나타내어 Lee 등(1977)의 결과와 유사하였으며 조단백질수량과 건물수량간에 0.1%의 유의한 정상관이 인정되어 질소시비에 의한 영양수량의 증가에 크게 기여하고 있음을 입증하고 있다.

일반적으로 목초류에서 조단백질함량이 높고

ADF함량이 낮으면 사료가치가 높은 것으로 알려져 있는데^{2, 15)}, 본 실험의 결과에 의하면 예취횟수가 연간 4회 이상의 예취구에서만 조단백질함량과 ADF함량간에 부의 상관이 인정되었다(表 4). 이들은 질소시비 뿐만 아니라 예취이용의 관리조건이 크게 관여하였기 때문으로 생각된다¹¹⁾. 한편 3회 예취구에서는 질소시비로 질소를 사용하지 않는 경우 보다 오히려 낮은 조단백질함량과 더욱 높은 ADF함량을 기록하여 예취빈도에 따른 시비질소조절의 필요성을 더욱 강조하고 있다⁸⁾.

V. 적 요

본 실험은 orchardgrass(*Dactylis glomerata* L.)의 초지에서 예취빈도와 무기태 질소시비가 조단백질함량, ADF함량 및 조단백질수량에 미치는 영향을 검토하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 조단백질함량은 오차드그라스의 초지에서 이용횟수가 빈번할수록 증가하였고 모든 예취구는 1번초에서 가장 높았다. 연간 4회와 5회 예취구에서는 질소시비수준이 증가함에 따라서 조단백질함량이 큰 폭으로 증가하였으나 3회 예취구에서는 오히려 무질소구(인산과 칼리만을 사용한 구)가 질소시비구 보다 높은 조단백질함량을 나타내었다.

2. ADF함량은 3회 예취구 보다 4회와 5회 예취구에서 현저하게 낮아졌고 모든 예취구는 1번초 혹은 최종예취시기에 가장 낮은 수치를 기록하였다. 한편 3회 예취구에서는 2번초, 4회와 5회 예취구에서는 3번초에서 가장 높은 ADF함량을 나타내었다. 그러나 전 예취구에서 질소시비수준이 증가함에 따라서 ADF함량이 크게 감소되는 경향을 나타내었다.

3. 연간 5회 이용시에 가장 높게 나타난 조단백질수량(1.2 ton DM/ha)은 질소시비와 함께 예취빈도가 증가할수록 높게 나타났으나 예취가 진행됨에 따라 감소하였다.

4. 전 예취구에서 조단백질수량과 연 건물수량간에는 유의한 정상관($P < 0.001$)이 인정되었고 4회와 5회 예취구의 조단백질함량과 ADF함량간에 1% 이상의 유의한 부상관이 인정되었다. 또한 4회 예취구에서는 ADF함량과 연 건물수량, 5회 예취구에서는 조단백질함량과 건물수량간에 각각 5%수준의 정상관과 부상관이 인정되었다.

VI. 引用文獻

1. A.O.A.C. 1980. Official methods of analysis(13 Ed.). Association of official analytical chemist. Washington D. C.
2. Bischoff, H.M. und G. Adolf. 1992. Einfluß der Stickstoffdungermenge, -form und Berechnung auf die floristische Entwicklung, Futterqualität und Ertragsleistung einer artenarmen Grasermischung (*Lolium perenne* L. und *Poa pratensis* L.) in Deichvorland der Elbe. Wirtschaftseig. Futter 38(3):188-201.
3. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis ARS. USDA Agr. Handbook No. 397.
4. Jung, G., J.A. Balasko, F.L. Alt and L.P. Stevens. 1974. Persistence and yield of 10 grasses in response to clipping frequency and applied N in the Allegheny Highlands. Agron. J. 66:517-521.
5. Kading, H., G. Schalitz und W. Leipnitz. 1993. Veränderungen der Gehalte an pflanzlichen Inhaltsstoffen durch extensive Bewirtschaftung von Niedermoor-grunland. Wirtschaftseig. Futter. 39(2) :157-167.
6. Kautz, W.P., E.J. Lazowski, W.C. Mahanna and R. Reinhart. 1990. Pioneer forage manual, a nutritional guide. Pioneer Hi-Bred International, Inc., Des Moines, Iowa. pp. 11.
7. Lee, J., J. Abe and K. Gotoh. 1977. Effect of nitrogen fertilization on the crude protein and total carbohydrates yields of 6 orchardgrass varieties. Res. Bull. Hokkaaido Univ. Farm, Japan. 20:23-31.
8. Niehaus. M.H. 1971. Effect of N-fertilizer on yield, crude protein, and *in vitro* dry-matter disappearance in *Phalaris arundinacea* L. Agron. J. 63:793-794.
9. Schneider. B.H. and W.P. Flatt. 1975. The evaluation of feeds through digestibility experiments. Uni. Georgia Press. pp. 3-8.
10. Theiß. H. and W. Opitz von Boberfeld. 1992. Zur N-Ausnutzung verschiedener Futtergraser. Wirtschaftseig. Futter 38(1):75-86.
11. Tillman. P. 1992. Die Nutzungselastizität von Grunlandbeständen verschiedener botanischer Zusammensetzung. Wirtschaftseig. Futter 38(3): 217-232.
12. Wilman. D. and J.A. Riley. 1993. Potential nutritive of a wide range of grassland species. J. Agri. Sci. 120:43-49.
13. Wilman. D. and P.T. Wright. 1983. Some effects of applied nitrogen on the growth and chemical composition of temperate grasses. Herbage abstracts. 53 (8):387-393.
14. 김대진, 김영길, 맹원재. 1989. Pepsin-cellulose에 의한 국내산 주요 조사료의 DMD에 관한 연구. 한축지. 31(5):324-333.
15. 김문철, 김중계, 김승찬. 1983. 제주도내 부락공동목장에 있어서 개량목초의 계절별 영양성분 및 식생구성을 변화에 관한 연구. 한축지. 25(4): 375-381.
16. 전우복. 1987. Orchardgrass 草地의 生産性 및 刈取管理에 관한 研究 I. 夏枯期間中 刈取時期가 Orchardgrass의 乾物收量, 粗蛋白質總量 및 炭水化合物含量에 미치는 영향. 한축지. 29(7):323-327.
17. 조익환, 이주삼, 안종호. 1994. 예취빈도에 따른 무기태 질소시비가 초지의 생산성에 미치는 영향. I. 오차드그라스의 건물수량과 적정 질소시비수준의 추정. 한축지. 14(2):69-75.