

비음과 질소시비가 Orchardgrass의 건물생산에 미치는 영향

이 주 삼

The Effects of Shade and N Fertilization on the Dry Matter Production of Orchardgrass

Joo Sam Lee

Summary

The purpose of this experiment was to evaluate the effects of shade and levels of N fertilization on the dry matter yield and chemical compositions of orchardgrass grown under floor of chestnut tree. Shading conditions consist of S_0 (full light), S_1 (about 60% shade) and S_2 (about 70% shade). And, nitrogen fertilizer was applied at 3 levels, $0(N_0)$, $12(N_1)$, and $30(N_2)$ kg per 10a, respectively. The results are may be summarized as follows:

1. Maximum total dry matter yield of S_0 was obtained about 1.28 ton/10a at N_2 level. But, total dry matter yields of N levels in S_1 and S_2 were decreased about 42-45% compared with S_0 .
2. The response of the dry matter yield to N fertilization were differences between shading and levels of N. Thus, the dry matter yield of S_0 increased almost linear up to about 30 kg/10a level, while the dry matter yield of S_1 was increased slightly up to 30 kg/10a. But, S_2 was increased up to 12 kg/10a and then decreased slightly with N fertilization over the 12 kg/10a.
3. Average increase in total dry matter yield to N fertilization were 23.85 kg, 7.97 kg and 5.08 kg DM for S_0 , S_1 and S_2 , respectively.
4. The level of 12 kg N/10a is the limiting N level to obtain dry matter production under 60-70% shading conditions.
5. The contents of crude protein and nitrate nitrogen were increased with shading and incremental N fertilization up to 30 kg/10a. But, water soluble carbohydrate content was decreased greatly with high shading and high levels of N.
6. Nitrate nitrogen content indicated highly significant positive correlation with crude protein, but significant negative correlation with water soluble carbohydrate content.
7. At 30 kg N level with S_1 was necessary to exceed the potentially toxic nitrate nitrogen level of 0.20%.

I. 緒 論

산지를 이용하여 임간초지를 조성하는 경우 단위면적당의 임목도가 고르지 못하고 수종이 다양하여 잎의 형태와 잎이 만개되는 시기가 달라서 계절적인 비음정도의 차이가 심하여 진다.

또한 임간초지의 한 형태인 초생재배에서는 수종간

의 식재거리가 일정하여 잎이 만개되는 시기가 같고 잎의 만개후에는 차광의 정도가 거의 일정하여 산지를 이용한 임간초지에서 보다 건물생산에 유리한 환경조건을 갖고 있다고 할 수 있으나 점진적인 수관의 확대에 의하여 비음의 정도가 심하여 진다.

임간초지에서 안정된 식생의 유지를 위한 자연광량은 일반적으로 40~50% 정도라고 할 수 있으나^{1,10,14)},

연세대학교 문리대학 낙농학과(College of Liberal Arts and Sciences, Yonsei University, Wonju 220-840, Korea)

※본 연구는 1990년도 연세대학교 학술연구비 지원에 의하여 수행되었음.

비음의 정도가 심한 조건에서는 일사량의 부족에 의한 생육불량과^{10, 14, 15)} 질소질비료의 사용에 의한 질산태질소의 증가 및 그에 따른 수용성탄수화물 함량이 저하되는^{3, 5, 11, 14)} 등의 문제점이 야기되어 목초의 건물생산과 그 이용에 있어서 제한 요인이 된다.

따라서 임간초지에서는 목초의 안정된 식생의 유지를 위한 최소한의 일사량의 확보와 비음조건에 알맞는 질소시비에 의하여 안정된 건물생산이 보장되어야 한다고 생각된다. 지금까지의 비음에 관한 실험은 인위적인 차광에 의한 비음조건의 설정에 의하여 실시되어 왔으나^{3, 5, 10, 11, 16)} 본 실험에서는 자연광 조건과 밤나무의 수관에 의하여 차광되는 자연적인 비음조건에서 질소시비 수준은 달리했을 때 orchardgrass의 건물생산과 식물체의 화학적 구성성분에 미치는 영향을 조사하여 임간초지에서 안정된 식생의 유지와 건물생산을 위한 비음정도와 질소시비 수준을 추정하려고 하였다.

II. 材料 및 方法

본 실험은 1990년 4월부터 9월까지 연세대학교 덕소농장에서 실시되었다.

조사대상지는 개체간 식재거리를 5m로 하여 ha당 입목도가 500주가 되도록 조성된 15년생 밤나무 단지로서 orchardgrass(Potomac)를 파종하여 10년이 경과된 영년초지였다.

비음조건은 밤나무 앞에 전개되기 전인 4월 5일에 일사량이 100%가 되는 전광조건(S_0 , 대조구)과 잎의 만개 후 수관에 의하여 자연적으로 차광될 수 있는 곳을 임의로 선정하여 차광정도가 적을 것으로 예상되는 S_1 및 차광정도가 보다 심할 것으로 예상되는 곳을 S_2 로 설정하여 2주간격으로 상대조도를 측정하였으며 생육기간중의 평균 상대조도는 S_1 이 42.1%로써 비음도는 약 60%였으며 S_2 의 상대조도는 32.8%를 나타내어 비음도는 약 70%에 달하였다(Fig. 1).

질소시비 수준은 무시비구(N_0)와 연간 10a 당 12kg(N_1) 및 30kg(N_2)을 사용하는 3수준으로 하여 이탄분과 예취후에 같은 양으로 분시하였다.

또한 인산은 연간 10a 당 15kg을 기비로 사용하였고 가리는 10a 당 10kg의 시비량을 기비로써 4kg, 추비로써 6kg을 예취후 같은량으로 분시하였다.

예취빈도는 연간 3회로 하여 1번초는 출수초기인 5

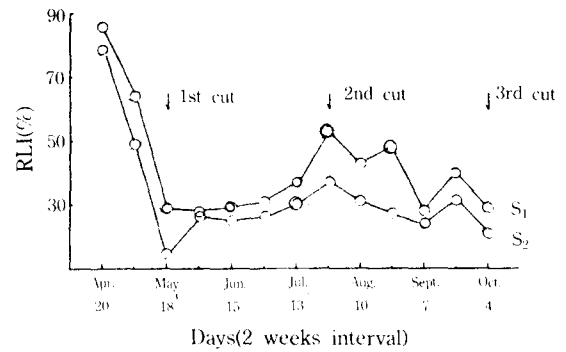


Fig. 1. The changes of relative light intensity(RLI, %) above the canopy structure of orchardgrass grown under different shading conditions.

Note. RLI: relative light intensity above the canopy structure of S_1 and S_2 /control \times 100

S_1 and S_2 : mean relative light intensity of 42.1% (about 60% shade) and 32.8%(70% shade) in experimental periods.

월 18일에, 2번초는 7월 27일, 3번초는 10월 4일에 각각 예취하였다.

시험구는 각 처리구당 1m²로 한 3반복의 분할구 시험법으로 하였다.

조식은 orchardgrass개체군 상부의 상대조도를 정오를 기준으로 하여 2주간격으로 측정하였으며 예취빈도에 따른 건물수량은 건조기내에서 80°C 48시간 건조 후 칭량하였다.

또한 각 예취번초별로 조단백질함량(semi-micro kjeldahl법), 질산태질소함량⁹⁾, 수용성탄수화물¹¹⁾ 및 소화율¹¹⁾을 분석하였다.

III. 結 果

1. 건물수량

비음조건과 질소시비 수준에 따른 건물수량의 변화를 예취빈도별로 나타낸 것이 Table 1이다.

연간 건물수량은 전광조건(S_0)의 N_2 구에서 약 1.28 ton의 건물수량을 나타내어 가장 높은 건물수량이었고 S_2 의 무비구의 0.35ton이 가장 낮은 건물수량이었다. 비음조건별로 비교하면 질소시비 수준 평균 S_1 에서 527.5kg, S_2 에서는 500.1kg을 나타내어 전광조건에 비하여 각각 58%와 55%에 달하는 건물수량이었다. 전광조건의 연간 건물수량은 30kg의 질소시비 수

준까지 거의 직선적으로 증가되었으나 S₁과 S₂에서는 12kg과 30kg 수준간의 건물수량에서 유의한 차이가 인정되지 않아서(Fig. 2) 비음조건에 따라서 건물수량에 대한 질소시비 반응의 차이가 인정되었다.

비음조건별 질소시비 수준에 대한 예취번호의 건물수량의 차이는 전광조건의 1번초와 2번초에서 N₂구의 건물수량이 각각 434.5kg과 652.4kg으로써 다른 질소시비 수준보다 유의하게 많았으나 3번초에서는 질소시비 수준간에 건물수량의 차이가 인정되지 않았다.

그러나 비음도가 약 60%인 S₁에서는 1번초에서 3번초까지 어느 시비수준에서도 건물수량의 유의한 차이가 인정되지 않았으나 비음도가 약 70%인 S₂의 3번초에서는 N₂구의 건물수량이 무시비구보다 유의하게 많았다.

또한, 연간 건물수량에 접하는 예취번호의 상대수량은 비음조건, 모두에서 질소시비수준이 높아질수록 2번초의 상대수량이 가장 높았으나 3번초의 상대수량이 가장 낮았다.

2. 연간 건물수량의 평균 증가량

질소시비 수준에 대한 연간 건물수량의 평균 증가량을 비음조건별로 나타낸 것이 Table 2이다.

전광조건(S₀)에서는 질소 1kg 당 23.85kg의 건물수량이 증가된 반면, S₁에서는 7.97g으로 전광조건의 33.4%, S₂에서는 5.08g으로 21.3%에 불과하여 비음조건에 따라서 질소 이용효율의 차이가 인정되었다.

3. 식물체의 화학적 구성성분

비음조건과 질소시비 수준에 따른 식물체의 화학적 구성성분의 변화는 Table 3과 같다.

조단백질 함량은 비음정도와 질소시비 수준이 높아질수록 증가되는 경향을 나타내었고 14.5%에서 20.3%의 범위내에서 변화되었다.

질산태 질소함량도 조단백질 함량과 거의 같은 경향을 나타내었으나 비음의 정도가 심하고 질소시비 수준이 높아질수록 급격한 질산태 질소의 증가경향을 나타내어 S₂의 N₂구에서는 0.67%의 높은 질산태 질소함량을 나타내었다.

그러나 수용성 탄수화물은 조단백질 함량과 질산태 질소함량과 반대의 경향을 나타내었다. 즉, 전광조건에서는 질소시비수준 평균으로 8.09%, S₁에서는 7.49%, S₂에서는 6.56%를 나타내었고, 질소시비수준간에

는 전광조건의 N₀구에서 8.93%, S₂의 N₂구에서는 5.24%까지 저하되었다. 또한 소화율은 비음조건과 질소시비 수준에 따라서 뚜렷한 변화 경향은 인정되지 않았다.

4. 화학적 구성성분간의 상호관계

화학적 구성성분간의 상호관계는 Table 4와 Fig. 3과 같다.

조단백질 함량은 질산태 질소함량과 0.1% 수준의 유의한 정상관을, 수용성 탄수화물함량과는 1% 수준의 유의한 부의 상관을 나타내었으나 소화율은 유의한 상관이 인정되지 않았다.

또한 질산태 질소 함량은 수용성 탄수화물과는 1% 수준의 유의한 부의 상관과 유의한 2차 곡선적인 감소경향($r^2=0.776^*$)을 나타낸 반면 소화율은 유의한 상관이 인정되지 않았고 수용성 탄수화물 함량과 소화율간에서도 유의한 상관이 인정되지 않았다.

또한 질산태 질소 함량 0.2%를 기준으로 하였을 때 0.2% 이상의 질산태 질소함량에서는 조단백질 함량이 17% 이상으로 증가되었고 수용성 탄수화물 함량은 7% 미만으로 구분되었다(Fig. 3).

IV. 考 察

연간 건물수량은 전광조건(S₀)의 N₂구에서 10a 당 약 1.28ton의 건물수량을 나타내었는데(Table 1), 이는 李와 阿部(1984)의 결과와 비교할 경우 연간 3회 예취빈도에서 얻을 수 있는 높은 건물수량이었으며, 화분과 목초의 건물수량이 연간 ha 당 300~400kg의 질소시비 수준에서 최고의 수량을 얻을 수 있다는 결과^{6,7)}와도 일치한다고 생각된다.

그러나 비음조건(S₁, S₂)에서는 전광조건보다 질소시비 수준평균 약 42~45%의 건물수량이 감소하여 비음의 정도에서 볼 때 朴 등(1987)의 결과와 거의 같은 감소율을 나타내었다. 이상과 같은 결과는 임간하에서 생태적 한계일사량은 자연광의 20%이나¹⁶⁾, 목초의 생육과 건물생산을 위한 한계비음도는 일반적으로 40~50% 정도이므로^{4,10,14)}, 본 실험에서와 같이 생육기간중의 평균 비음도가 약 60~70%가 되는 높은 비음조건에서는 일사량의 부족이 건물생산의 제한요인으로 작용하여 건물수량의 감소율이 상대적으로 높았다고 생각된다.

Table 1. The dry matter yield(kg/10a) of orchardgrass in each cutting as affected by different shading and levels of N fertilization.

Shading condition	N level (kg/10a)	Harvest date			Total
		1st cut (May 18)	2nd cut (Jul. 27)	3rd cut (Oct. 4)	
S ₀	N ₀	205.7	228.5	126.9	561.1
	N ₁	318.1	368.3	183.5	869.9
	N ₂	434.5	652.4	192.5	1279.4
S ₁	N ₀	150.4	151.6	80.4	382.4
	N ₁	241.7	206.4	119.3	567.4
	N ₂	203.2	277.9	151.7	632.8
S ₂	N ₀	122.0	175.4	55.5	352.9
	N ₁	230.9	303.2	82.7	616.8
	N ₂	158.8	225.9	145.7	530.6
Shade effect		**	**	**	**
N effect		**	**	*	**
S × N		**	*	NS	*

Note. Treatments significantly different at p=0.1 level from F-test

S₀: full light condition(control)

N₀: 0kg/10a, N₁: 12kg/10a and N₂: 30kg/10a.

Table 2. Average increase in total dry matter yield to N fertilization under different shading conditions.

	S ₀	S ₁	S ₂
kg DM/kg N	23.85	7.97	5.08

일사량이 부족한 비음조건에서는 질소시비량에 대한 연간 건물수량의 평균 증가량이 전광조건에 비하여 33.4%~21.3%에 불과하였고(Table 2), 가을철 3번초의 상대수량이 매우 낮아서(Table 1) 건물생산을 위한 질소의 이용효율이 일사량에 의하여 크게 영향을 받았다고 생각된다. 이는 화분과 목초에서 질소시비 효과는 일사량의 변화에 크게 의존하기 때문으로¹²⁾, 일사량의 계절적인 차이에 의해서도 질소의 이용효율이 영향을 받기 때문으로¹⁷⁾ 생각된다.

비음조건의 질소시비 수준에서는 N₁과 N₂의 건물수량간에 유의차가 인정되지 않아서(Table 1, Fig. 2), 비음조건에 따라서 질소시비 수준이 결정되어야 한다는 것을 시사하였다. 본 실험의 결과 약 60~70%의

비음조건에서 연간 10a 당 12kg 정도의 시비수준이 건물생산에 유리하다고 생각되었다. 또한 비음의 정도가 심하여지고 질소시비 수준이 높아질수록 조단백질 함량과 질산태질소의 함량이 증가된 반면 수용성 탄수화물함량이 저하되는 경향이었고(Table 3), 이는 질산태 질소함량의 증가에 의하여 수용성 탄수화물이 저하되었다(Table 4, Fig. 3). 이는 일사량이 부족한 비음조건에서 질소시비량의 증가가 식물체내의 전 질소함량을 증가시켜 조단백질 함량을 증가시키는 효과가 컸다고 할 수 있으나⁶⁾ 세포조직내에서 질산태 질소의 환원능력이 저하되어 질산태 질소의 축적을 증가시키므로³⁾ 수용성 탄수화물 함량은 상대적으로 낮아지기^{3,4,5)} 때문이라고 생각된다.

식물체내에서의 질산태 질소함량은 일사량과 기온, 토양수분, 계절 및 질소 시비량 등의 요인에 의하여 크게 영향을 받아서^{2, 14, 15, 17)} 질산태 질소함량이 0.21% 이상의 수준에서는 가축에게 중독현상을 일으키게 되므로^{11, 18)} 비음조건에 따른 적당한 질소시비조건에서 생산되는 건물수량의 안전성이 보장된다고 할 수 있다.

Table 3. The chemical composition of orchardgrass grown under different shading and levels of N fertilization.

Shading condition	N level (kg/10a)	CP (%)	NO ₃ -N (%)	WSC (%)	IVDMD (%)
S ₀	N ₀	14.9	0.08	8.93	64.5
	N ₁	15.7	0.10	8.11	69.7
	N ₂	16.7	0.15	7.24	71.6
S ₁	N ₀	14.5	0.12	7.86	64.7
	N ₁	15.8	0.16	7.50	68.2
	N ₂	16.8	0.27	7.10	67.5
S ₂	N ₀	15.0	0.14	7.41	62.1
	N ₁	18.6	0.39	7.03	62.8
	N ₂	20.3	0.67	5.24	66.2
Shade effect		**	**	**	NS
N effect		**	**	**	NS
S × N		NS	**	*	NS

Note. The values of chemical composition on averaged of the 1st, 2nd and 3rd cut.

CP; crude protein, NO₃-N; nitrate nitrogen, WSC; water soluble carbohydrate and IVDMD; *in vitro* dry matter digestibility.

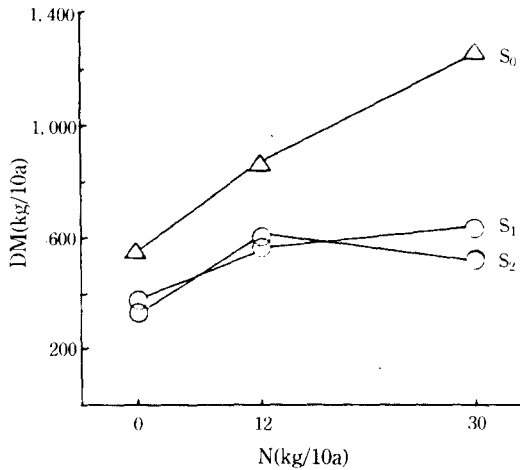


Fig. 2. Effect of N fertilization on total dry matter yield of orchardgrass in different shading conditions.

Wright와 Davison(1964)은 80%의 비음도의 낮은 질소시비수준에서 가축에게 중독현상을 일으킬 수 있는 수준인 2,100ppm이 초과되었으며 Stritzke(1976)는 30%의 비음도에서 질소시비수준이 높을 경우 질

산태 질소의 유의한 증가가 인정되었다고 하였으며 Lee등(1985)은 비음도 60%에 10a 당 30kg의 질소시비 수준에서 nitrate stress의 위험이 예상된다고 하였다. 또한朴등(1988)은 10a 당 28kg의 질소시비수준에서 비음도가 43~44% 이상일때 질산태질소 함량은 0.20% 이상이 된다고 하였다. 본 실험에서는 비음도 약 60%에서 12kg/10a의 질소시비 수준에서 질산태질소 함량은 0.20% 이상이 되었다(Table 3).

이상의 결과를 종합하면 비음도가 높을 때에는 낮은 질소시비 수준에서, 비음도가 낮을 때에는 높은 질소시비 수준에서 질산태 질소함량은 유의하게 증가될 수 있음을 의미한다. 또한 질산태질소 함량의 증가에 의하여 수용성 탄수화물 함량은 급격한 감소경향을 나타내었는데(Fig. 3), 질산태질소함량의 증가에 의한 수용성탄수화물 함량의 저하는 비음조건에서 질소시비량과 관련하여^{3,11)}, 채식기호성에 영향을 미치는 요인이 된다^{3,5)}. 따라서 임간초지에서 목초의 안정된 건물 생산과 안전성의 확보 및 양호한 채식기호성의 유지를 위해서는 여러가지 조건하에서의 종합적인 연구 검토가 계속되어야 한다고 생각된다.

Table 4. Correlation coefficients among chemical compositions of orchardgrass.

	CP	NO ₃ -N	IVDMD
NO ₃ -N	0.945***		
WSC	-0.864**	-0.910**	
IVDMD	-0.421	-0.580	0.277

Note. ** and *** are significant difference at 1% and 0.1% level.

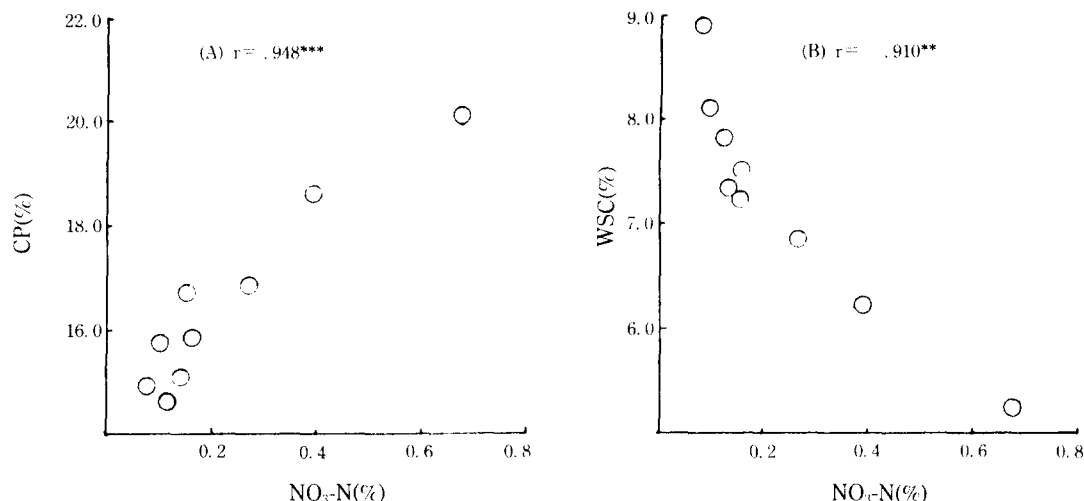


Fig. 3. Relationships between nitrate nitrogen and crude protein content(A), and water soluble carbohydrate content(B) as affected by different shade and levels of N fertilization.

V. 摘要

박나무 임간하에서 비음조건과 질소시비수준을 달리했을 때 orchardgrass의 건물수량과 화학적 구성성분에 미치는 영향을 조사하였다.

1. 전광조건(S₀)에서 질소시비수준이 30kg일 때 10a 당 약 1.28ton의 건물수량을 나타내었다. 그러나, S₁과 S₂의 건물수량은 질소시비수준 평균 전광조건보다 42~45%의 건물수량이 감소되었다.

2. 전광조건의 건물수량은 10a 당 30kg 수준까지 거의 직선적으로 증가되었으나 S₁에서는 30kg/10a 수준까지 건물수량이 완만하게 증가되었고 S₂에서는 건물수량이 10a 당 12kg까지 증가되었다가 그 이상의 시비수준에서는 감소되었다.

3. 질소시비수준에 대한 연간 건물수량의 평균증가량은 전광조건에서 23.85kg, S₁에서 7.97kg, S₂에서 5.08kg을 나타내었다.

4. 비음조건 60%~70%에서 건물생산을 위한 질소시비는 10a당 12kg 수준이 적당하다고 생각된다.

5. 비음정도와 질소시비수준이 높아질수록 조단백질함량, 질산태질소함량은 증가된 반면 수용성탄수화물함량은 저하되었다.

6. 질산태질소함량은 조단백질함량과 유의한 정상관이었으나 수용성탄수화물함량과는 유의한 부의 상관관을 나타내었다.

7. 비음정도 60%, 30kg/10a의 질소시비수준에서 질산태질소함량은 0.2% 이상이 되었다.

VI. 引用文献

- Ehlke, N.J. and M.D. Casler. 1985. Anatomical characteristics of smooth bromegrass clones selected for *in vitro* dry matter digestibility, Crop Sci., 25: 513-517.

2. Gomm, F. B. 1979. Accumulation of NO₃ and NH₄ in reed canarygrass. *Agron. J.* 71: 627-630.
3. 後藤正和, 菅原和夫, 林兼六. 1983. 施肥條件が庇陰牧草の嗜好性に及ぼす影響. *日草誌* 29(1): 82-86.
4. 이인덕. 1985. 경산산지의 초지개량에 관한 연구. 건국대학교 박사학위논문. p. 42.
5. 이인덕, 윤익석, 이조연, 신용국. 1985. 임간초지의 개량 및 이용에 관한 연구. II. 채식기호성 및 방목습성에 미치는 비음의 영향. *한초지* 5(3): 207-211.
6. Lee, J. S., J. Abe and K. Gotoh. 1977. Effect of nitrogen fertilization on the crude protein and total carbohydrates yields of 6 orchardgrass varieties. *Res. Bull. Hokkaido Univ. Farm. Japan.* 70: 23-31.
7. Lee, J. S. 1982. Effect of nitrogen fertilization level on the dry matter and total nitrogen yields of orchardgrass varieties under hay-type management. *Korean J. Animal Sci.*, 24(4): 361-369.
8. 李柱三, 阿部二郎. 1984. 예취빈도와 질소소비 수준이 orchardgrass 품종별 건물수량에 미치는 영향. *한축지* 26(4): 412-417.
9. McCaslin, B. D., W. T. Franklin and M. A. Dillon. 1970. Rapid determination of nitrate in sugar beets with specific ion electrode. *J. Am. Sc. Sugar. Beet Technol.* 16: 64.
10. 박문수, 서 성, 한영춘, 유종원. 1987. 임간초지 개발에 관한 연구. IV. 차광정도에 따른 주요 목초의 지상부 및 지하부의 생육형질 변이와 그 상관관계. *한초지* 7(2): 79-86.
11. 박문수, 서 성, 한영춘, 이종경. 1988. 임간초지 개발에 관한 연구. VIII. 차광정도가 주요 목초의 품질, 소화율 및 질산태 질소함량에 미치는 영향. *한초지* 8(2): 85-91.
12. Pritchett, W. L. and L. B. Nelson. 1951. The effect of light intensity on the growth characteristics of alfalfa and bromgrass. *Agron. J.* 43: 172-176.
13. Smith, D. 1969. Removing and analyzing total nonstructural carbohydrates from plant tissue. *Wiscon. Agr. Exp. Stn. Res. Bull.* p. 41.
14. Stritzke, J. F., L. I. Croy and W. E. McMurphy. 1976. Effect of shade and fertility on NO₃-N accumulation, carbohydrate content and dry matter production of tall fescue. *Agron. J.* 60: 387-389.
15. Stritzke, J. F. and W. E. McMurphy. 1982. Shade and N effects on tall fescue production and quality. *Agron. J.* 74: 5-8.
16. Vezina, P. E. and I. W. K. Boulter. 1966. The spectral composition of near ultraviolet and visible radiation beneath forest canopies. *Can. J. Bot.* 44: 1267-1287.
17. Wolton, K. M., J. S. Brockman and P. G. Shaw. 1971. The effect of time and rate of N application on the productivity of grass swards in two environments. *J. Br. Grassl. Soc.*, 26: 123-130.
18. Wright, M. J. and K. L. Davison. 1964. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. *Adv. Agron.* 16: 197-241.