

Orchardgrass-Red Clover 초지의 N 시비수준이 목초의 수량과 품질에 미치는 영향

이형석 · 이인덕 · 김운영

Effect of N Levels on the Herbage Yield and Quality of Orchardgrass-Red Clover Mixtures

Hyung Suk Lee, In Duk Lee, and Wun Yong Kim

Summary

The objective of this experiment was to suggest the optimum nitrogen fertilization level for orchardgrass(OG)-red clover(RC) mixtures. The field trials were conducted from 1993 to 1994 in order to evaluate the dry matter yield, botanical composition, chemical composition, dry matter digestibility(DMD), crude protein dry matter (CPDM) and digestible dry matter(DDM) yields on the nitrogen levels(0, 50, 100, 150 and 300kg/ha). The results obtained were summarized as follows :

1. With increasing nitrogen levels, the DM yield of OG-RC mixtures significantly increased($P < 0.05$). The maximum total DM yield (7,964kg/ha) was obtained at N 300kg/ha level, However, there was no significant difference between N 150 and 300kg/ha.
2. With increasing the nitrogen levels, the botanical composition of OG in OG-RC mixtures was significantly increased($P < 0.05$), whereas that of RC was remarkably decreased($P < 0.05$).
3. The CP content was decreased by increasing nitrogen level($P < 0.05$), but the NDF content was increased ($P < 0.05$). On the otherhand, there was no significant difference among nitrogen levels.
4. The total CP yield of 1,081kg/ha was obtained at N 150kg/ha level($P < 0.05$), but there was no significant difference between N 150 and 300kg/ha. With increasing nitrogen level, the DDM yield was significantly increased. When N 300kg/ha was applied, the DDM yield was the highest with results of 5,675kg/ha, However, there was no significant difference between N 150 and 300kg/ha level. Considering the botanical composition of the RC, DM yields and quality based on the above results, it can be suggested that the optimum nitrogen level was 150kg/ha in the OG-RC mixtures.

I. 서 론

화분과와 두과목초를 단순혼과할 경우 두과목초

는 공중질소를 고정하여 고정된 질소의 일부를 동반
화분과 목초에 제공한다. 따라서 단순혼과 초지를
관리할 때 다량의 N 비료를 시비할 경우 두과목초

의 근류형성에 영향을 주고 두과목초의 식생비율을 낮추기도 한다. 그러나 척박한 토양에서는 제한된 N 비료의 시용이 오히려 근류균의 착생에 도움을 주어 두과목초의 생육을 돕기도 한다. 혼파초지에 N 비료를 사용하면 대부분 목초의 건물수량이 증가되고 특히 질소 다비작물인 orchardgrass와 tall fescue 등은 건물수량이 뚜렷이 증가되었다는 보고가 많다(Glenn 등, 1963 ; Chestnut, 1972 ; Sollenberger 등, 1984 ; McBratney, 1987 ; Frame과 Paterson, 1987 ; Frame, 1991). 그러나 N 시비는 목초의 건물수량을 증가시키는데 효과적이지만 적정 시비한계를 넘어서면 오히려 목초의 생육이 제한되고 fructosan의 감소로 인해 재생에 영향을 주어 건물수량이 감소된다는 보고도 있다(Donohue 등, 1981). 또한 N 비료는 목초의 사료가치에도 영향을 미친다고 할 수 있는데 혼파초지의 경우 화분과 목초의 CP함량을 증가시키지만 두과목초의 식생비율을 감소시켜 전체적으로는 혼파목초의 CP함량을 감소시켰다는 보고가 있다(육 등, 1990). 한편 적당한 N 시비조건에서는 건물소화율이 어느 수준까지 증가되지만 적정 시비한계를 넘어서면 건물소화율도 감소된다고 하였다(Frame, 1987; 육 등, 1990). 본 연구에서는 N 시비수준이 OG-RC초지의 건물수량과 사료가치에 미치는 영향을 구명하여 합리적으로 초지를 관리하는 데 있어서 가장 적절한 N 시비수준을 제시하고자 수행되었다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 충남대학교 농과대학 실습포장에서 1993년 1월부터 1994년 6월까지 수행되었다. 과종량은 ha당 30kg 기준으로 orchardgrass 24kg과 red clover 6kg을 단순 혼파하였다. N 시비수준은 0, 50, 100, 150 및 300kg/ha의 5처리를 두어 난파법 4반복으로 하였으며, 시비량은 N는 처리내용과 같은 시비기준으로, P₂O₅와 K₂O는 각각 200kg를 기준으로 사용하였다. 시비방법은 월동후 1회 추비로 N과 K는 40%를, P는 전량 사용하였고 나머지 N과 K는 2회에 나누어 예취후마다 같은 량을 분시하였다. 수량조사

는 구당 1m²의 방형틀을 이용하여 4반복으로 생육기별로 생초수량을 조사하였다. 건물수량은 매 예취시마다 조사한 생초수량중에서 약 500g을 반복별로 채취하여 72℃의 건조기에서 72시간 건조시킨 후 건물율을 산출하여 이를 근거로 건물수량을 조사하였다. crude protein(CP)은 macro-kjeldahl방법으로, neutral detergent fiber(NDF)와 acid detergent fiber(ADF)는 Goering과 Van Soest(1970)방법으로, lignin은 Crampton과 Maynard(1938)방법으로 분석하였다. Dry matter digestibility(DMD)는 Tilley와 Terry(1963)의 방법으로 조사하였다. 시험포장의 개략적인 토양상태는 미사질식양토로서 토양 pH 6.5(H₂O 1:5), 유기물함량 0.5%, 유효인산함량 12ppm, 치환성양이온(me/토양 100g)중 K는 0.25, Mg 2.5, Ca 7.5, Na 0.1이었으며 양이온치환용량은 10.4(me/100g) 토양질소함량은 0.14%로 매우 낮은 편이었다.

III. 결과 및 고찰

1. 식생비율

N 시비수준에 따른 orchardgrass(OG)와 red clover(RC)의 식생비율을 조사한 결과는 표 1에서 보는 바와 같다. N 무비구에 비하여 N 시비수준이 높아질수록 모든 예취회수에서 OG의 식생비율이 뚜렷히 증가한 반면 RC의 식생비율은 감소되는 경향을 보였다. 1회 예취(6/23)시 N 무비구의 식생비율이 OG 61%, RC가 39%였으나, N 시비수준이 높아짐에 따라 OG의 식생비율은 증가되었고 RC의 식생비율은 감소되어 N 300kg/ha수준일 때 OG의 식생비율은 77%로 증가된 반면에 RC는 23%로 급격히 감소되었다.

이러한 경향은 2차 예취(8/6)시에도 비슷한 양상을 보였고 3차 예취(10/13)시에도 같은 경향을 보여 N 300kg/ha수준일 때 OG의 식생비율이 80%에 달하였던 반면에 RC는 20%로 감소되는 결과를 나타냈다. Frame등(1987)은 perennial ryegrass - white clover 초지의 경우 white clover의 식생비율이 N 무비구에서 60.8%이었던 것이 N 75kg/ha 수준에서는 40.4%

로 낮아졌다고 보고한 바 있어 단순혼과 초지에서 N 시비량이 증가함에 따라 두과목초의 식생비율이 감소되었음을 본 시험에서도 확인할 수 있었다. 한편 이 등(1987)도 orchardgrass-red clover초지를 가축에 급여하였을 때 red clover의 식생비율이 최소한 30% 이상이 유지될 때 목초의 이용성이 증가되었으

나 red clover의 식생비율이 50~60%일 때는 가축의 대사성질병을 유발할 우려가 크므로 red clover의 식생비율이 너무 높은 것은 피하는 것이 좋다고 하였다. 따라서 본 시험결과에서 RC의 식생비율이 30~40%로 유지되는 N 시비수준은 100~150kg/ha 이었다.

Table 1. Effect of the nitrogen level on the botanical composition(%) herbage obtained from orchardgrass-red clover mixtures in 1993

Nitrogen (kg/ha)	Jun. 23		Aug. 6		Oct. 13	
	OG	RC	OG	RC	OG	RC
0	61	39	65	35	47	53
50	79	21	52	48	56	44
100	53	47	65	35	64	36
150	70	30	76	24	61	39
300	77	23	85	15	80	20

2. 건물수량

N 시비수준에 따른 OG 및 RC의 건물수량을 조사한 결과는 표 2와 같다. 전체적으로는 N 무비구에 비하여 N 시비수준이 높아질수록 OG의 건물수량이 뚜렷이 증가된 반면에 RC의 건물수량은 N 50kg/ha 수준까지는 증가되다가 서서히 감소되어 N 300kg/ha 수준에서 가장 낮은 건물수량을 나타냈다. 1회 예취시(6/23) OG의 건물수량은 N 무비구에서 290kg/ha였던 것이 N 시비수준이 높아짐에 따라 유의적으로 증가되어 N 300kg/ha일 때 건물수량이 1,017kg으로 가장 높았던 반면에 RC의 건물수량은 전체적으로는 N 150kg/ha수준까지 서서히 증가되는 경향을 보이다가 N 300kg/ha수준에서 가장 낮은 결과를 보였다. 이러한 경향은 OG + RC의 합계 건물수량에서도 동일한 경향으로 나타나 N 시비수준이 높아짐에 따라 OG + RC의 합계 건물수량이 뚜렷히 증가되는 양상을 보였으며 N 300kg/ha수준에서 건물수량(1,321kg)이 가장 높은 결과를 얻을 수 있었다 ($P < 0.05$). 그러나 N 150kg수준일 때의 건물수량(1,072kg)과는 유의적인 차이가 없었다.

2회 예취시(8/6)에도 N 무비구에 비해 N 시비수준

이 높아짐에 따라 OG의 건물수량이 증가되어 N 300kg/ha수준에서 가장 높은 건물수량(3,491kg/ha)을 얻었으나 RC의 건물수량은 오히려 감소되어 616kg/ha으로 가장 낮았다. 한편 2회 예취시 OG + RC의 합계 건물수량도 1회 예취때와 마찬가지로 N 300kg/ha수준에서 4,107kg으로 가장 높았으나 역시 N 150kg/ha수준과는 건물수량의 차이가 인정되지 않았다. 3차 예취시(10/13)의 건물수량도 N 무비구에 비해 N 시비수준이 높아짐에 따라 OG의 건물수량은 증가되어 N 300kg/ha수준일 때 2,029kg/ha으로 가장 높았으나($P < 0.05$), RC의 건물수량은 오히려 N 시비수준이 높아짐에 따라 감소되는 결과를 보였다. 3회 예취시의 OG + RC의 합계 건물수량은 N 시비수준이 높아짐에 따라 증가되는 경향이였으나 1, 2회 예취때와는 달리 N 150kg/ha수준에서 건물수량(2,694kg)이 가장 높았으나 N 시비수준간에 유의적인 차이는 인정되지 않았다. 한편 연간 건물수량도 N 시비수준이 높아짐에 따라 현저히 증가되는 경향을 보여 N 300kg/ha일 때 OG의 건물수량이 6,537kg/ha으로 가장 높았으나($P < 0.05$), RC의 건물수량은 1,427kg/ha으로 가장 낮았다. 연간 OG + RC의 합계

건물수량도 N 시비수준이 높아질수록 증가되어 N 300kg/ha일 때 7,964kg/ha로 가장 높았으나 N 150kg/ha 수준일 때의 건물수량(7,596kg)과는 차이가 없었다. 이상의 결과를 살펴볼 때 N 시비수준의 증가는 OG + RC 초지에서 특히 화본과인 OG의 건물수량을 뚜렷히 증가시킨 반면에 RC의 건물수량을 감소시켰으나 전체적으로는 OG의 건물수량이 크게 증가되어 연간 건물수량도 높아지는 결과를 가져왔다. Glenn등 (1963), Sollenberger등(1984), Frame등 (1987) 및 McBratney(1987)등도 혼파초지에서 N 시비량의 증가는 화본과 목초의 건물수량을 증가시켜 연간 건물수량을 증가시켰다고 보고하였고, Chestnut(1972)도 화본과 목초와 white clover를 단순혼파하였을 때 건물수량의 증감에 미치는 N 비료의 효과는 화본과 목초에서 높았던 반면에 white clover에서는 영향이 적었다고 보고하였다. Mc-Bratney (1987)는 화본과 목초와 red clover를 단순혼파하였을 때 N 시비는 동반 화본과 초종의 종류에 따라서

다소의 차이는 있지만 N 시비수준이 높아짐에 따라 N 무비구에 비하여 화본과 목초는 어느 초종에서도 건물수량이 증가되었으나 두과목초의 건물수량은 상대적으로 낮아졌다고 보고하여 본 시험결과를 뒷받침하였다. 한편 Kresge(1964)는 OG-RC 단순혼파 초지에서 N 시비는 OG의 건물수량을 증가시켰으며 RC의 건물수량도 N 무비구에 비하여 N 25-40 pounds/acre수준에서 가장 높았으나 그 이상의 N 수준에서는 오히려 감소되었다고 보고한 바 있다. 따라서 문헌과 본 시험결과를 종합해 볼때 N 300kg/ha수준이 건물수량(7,964kg)은 가장 높았으나 N 150kg/ha수준은 건물수량(7,596kg)도 높았고 N 300kg/ha수준과 건물수량을 비교할 때 유의적인 차이가 없었으며, RC의 식생비율도 24~39%의 범위를 유지하였던 것으로 보아 건물수량을 고려한 OG + RC초지의 적정 시비수준은 N 150kg/ha가 적당한 것으로 사료된다.

Table 2. Effect of nitrogen level on the dry matter yields(kg/ha) of herbage obtained from orchardgrass-red clover mixtures in 1993

Nitrogen (kg/ha)	Jun. 23			Aug. 6			Oct. 13			Total		
	OG	RC	Sum	OG	RC	Sum	OG	RC	Sum	OG	RC	Sum
0	290	186	476	1,687	908	2,595	1,013	1,143	2,156	2,990	2,237	5,227
50	350	193	543	1,276	1,177	2,453	1,256	986	2,242	2,882	2,356	5,238
100	255	227	482	1,850	996	2,846	1,607	1,028	2,635	3,712	2,251	5,963
150	722	350	1,072	2,911	919	3,830	1,643	1,051	2,694	5,276	2,280	7,596
300	1,017	304	1,321	3,491	616	4,107	2,029	507	2,536	6,537	1,427	7,964
Significance and LSD	195*	90*	281*	777*	349*	1,109*	342*	230*	NS	461*	194*	605*

*P < 0.05.

OG : orchardgrass, RC : red clover.

3. CP, NDF 함량 및 DMD

N 시비수준에 따른 OG - RC초지의 CP(crude protein)와 NDF(neutral detergent fiber) 함량 및 DMD(dry matter digestibility)를 조사한 결과는 표 3과 같다. 대체적으로 N 무비구에 비하여 N 시비수준

이 높아질수록 CP 함량은 감소되는 추세를 보였다 (P < 0.05). 즉 연평균 CP함량은 N무비구에서 15.9%였으나 N 시비수준이 높아짐에 따라 감소되는 경향을 보여 N 300kg/ha수준에서 14.1%로 가장 낮은 결과를 나타냈다. Frame등(1991)은 화본과 단파초지의 경우 N 시비수준이 높아짐에 따라 CP함량이 증가되

있음을 보고하였으나, 본 시험의 결과는 오히려 옥 등(1990)이 보고한 바와 같이 N 시비수준이 높아질수록 CP함량이 감소되었다는 결과에 더 부합된다고 하겠다. 즉 화본과 단파초지나 또는 두과의 식생비율이 낮은 혼파초지에서는 N 시비량이 증가함에 따라 화본과 목초의 식생비율이 증가되어 목초의 CP함량도 증가되었다고 보겠으나 본 시험에서는 표 3

에서와 같이 N 무비구는 RC의 식생비율이 39~53%로 높아져 목초의 CP함량이 높았으나 N 300kg/ha수준에서는 RC의 식생비율이 15~23%로 낮아서 N 시비량의 증가에 의한 OG함량의 증가에도 불구하고 CP함량이 N 무비구에 비하여 상대적으로 낮았던 것이 아닌가 생각된다.

Table 3. Effect of nitrogen level on the CP, NDF and DMD(DM,%) of herbage obtained from orchardgrass-red clover mixtures in 1993

N (kg/ha)	CP				NDF				DMD				
	Jun. 23	Aug. 6	Oct. 13	Mean	Jun. 23	Aug. 6	Oct. 13	Mean	Jun. 23	Aug. 6	Oct. 13	Mean	
0	18.3	13.9	15.6	15.9	67.7	63.3	62.0	64.3	74.7	71.5	67.4	71.2	
50	18.2	13.7	15.8	15.9	64.1	65.1	65.3	64.8	74.9	73.1	69.1	72.4	
100	17.2	13.0	14.3	14.8	65.8	67.5	65.8	66.4	76.6	70.7	69.1	72.1	
150	17.0	12.8	15.2	15.0	69.0	61.4	62.1	64.2	72.9	69.3	69.7	70.6	
300	17.6	12.1	12.6	14.1	71.1	68.2	70.8	70.0	73.7	70.8	70.7	71.7	
Significance and LSD				0.14*					0.90*				

*P<0.05.

CP : crude protein, NDF : neutral detergent fiber, DMD : *in vitro* dry matter digestibility.

NDF 함량은 N 시비수준이 높아짐에 따라 증가되는 경향을 보여 N 무비구에서 NDF의 평균함량이 64.3%였으나 N 300kg/ha수준에서는 NDF 함량이 증가되는 결과를 보여 70.0%로 높아졌다(P<0.05). 본 시험에서 NDF 함량이 증가되었던 것은 OG의 식생비율이 증가되었고 반대로 RC의 식생비율이 감소되었으며 N 시비에 의한 OG의 생육촉진으로 인해 속기가 빨라져 목초의 목질화 현상으로 인한 것이 아닌가 생각된다. Glenn등(1963)은 N 900 pound/ha를 시비하였을 때 조섬유 함량은 큰 차이가 없었다고 하였으나, 옥 등(1990)은 혼파초지에서 N 비료를 시비하였을 때 조섬유 함량이 증가되었다고 보고하고 있어 본 시험결과와 일치한다고 하겠다. 한편 DMD는 N 시비수준이 높아짐에 따라 큰 차이를 보이지 않았다. 옥 등(1990)은 N 시비수준이 높아짐에 따라 DMD가 낮아졌고, David등(1979)은 차이가 없었다고 하였으며 Frame등(1987)은 반대로 DMD가 약간 증

가되었다고 하였으나 N 시비수준이 높아짐에 따라 DMD가 뚜렷히 증가되었다는 보고는 많지 않다.

4. CP 및 DDM 수량

N 시비수준에 따른 CP 및 DDM(digestible dry matter) 수량을 조사한 결과는 표 4와 같다. CP 수량은 N 시비수준이 높아질수록 N 150kg/ha까지는 대체적으로 증가되는 양상을 보였으나 1~2회 예취를 제외하고는 3회 예취와 연평균 CP수량은 N 300kg수준에서 오히려 낮아지는 결과를 가져왔다.

이는 N 시비수준이 높아짐에 따라 표 3에서와 같이 CP 함량이 N 수준간에 차이가 크지 않았으나 연간 건물수량은 표 2에서와 같이 큰 폭으로 증가되었기 때문에 결과적으로 CP수량이 증가되었던 것이라 하겠다(P<0.05). DDM수량은 N 시비수준이 높아짐에 따라 증가되어 N 300kg/ha 수준에서 평균 DDM수량이 5,675kg으로 가장 높았으나(P<0.05), N

150kg/ha수준(5,285kg)과는 차이가 없었다. 한편 비료가격(1994년 5월)을 기준으로 산출한 시비수준별 목초의 생산단가를 비교한 결과 N 시비수준 150kg/ha일 때 각각 CP와 DDM의 건물 kg당 생산단가는 각각 196원과 40원이었으나 N 시비수준 300kg/ha에서는 각각 282원과 49원으로 나타났다. 따라서 CP와

DDM의 건물 kg당 생산단가와 CP 및 DDM수량을 고려해 볼 때 OG + RC초지의 적절한 N의 시비수준은 150kg/ha이 적당하다고 하겠다. 이러한 N 150kg/ha수준은 조와 Schechtner(1991)가 보고한 혼파초지에서의 경제적 시비한계인 N 204kg/ha보다는 다소 낮은 수준이었다.

Table 4. Effect of nitrogen level on the CP and DDM yields of herbage obtained from orchardgrass-red clover mixtures in 1993

N (kg/ha)	CPDM				DDM			
	Jun. 23	Aug. 6	Oct. 13	Mean	Jun. 23	Aug. 6	Oct. 13	Mean
0	87	361	336	784	356	1,856	1,453	3,665
50	99	336	354	784	333	1,793	1,550	3,676
100	83	370	377	830	369	2,011	1,821	4,201
150	182	490	409	1,081	753	2,654	1,878	5,285
300	233	497	320	1,050	974	2,908	1,793	5,675
Significance and LSD				164*	885*			

*P < 0.05.

CPDM : crude protein dry matter, DDM : digestible by matter.

IV. 적 요

본 연구는 기존의 orchardgrass(OG)-red clover(RC)의 혼파초지에서 건물수량, 식생비율, 사료가치 및 CP와 DDM수량을 고려한 적정 N 시비수준을 결정하기 위해 N 0, 50, 100, 150 및 300kg/ha 등의 5수준을 두어 1993년 1월부터 1994년 6월까지 충남대학교 농과대학 시험포장에서 수행되었으며 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다

1. N 시비수준이 높아짐에 따라 OG의 식생비율은 뚜렷히 증가된 반면에 RC의 식생비율은 감소되었다.

2. N 시비수준이 높아짐에 따라 건물수량이 증가되는 경향을 보여 N 300kg/ha일 때 건물수량이 7,964kg/ha으로 가장 높았으나(P < 0.05) N 150kg/ha일 때의 건물수량(7,596kg/ha)과는 큰 차이가 없었다.

3. N 시비수준이 높아짐에 따라 RC의 식생비율 감소로 인해 CP함량은 감소되었고(P < 0.05), NDF

함량은 높아졌으나(P < 0.05), DMD는 N 150kg과 300kg/ha 시비수준간에 차이가 없었다.

4. CP수량은 N 150kg/ha 수준에서 1,081kg/ha로 가장 높았으나 N 300kg/ha 수준(1,050kg)과는 차이가 없었다. DDM수량은 N 무비구에서 가장 낮았으며 N 300 kg/ha수준에서 5,675kg/ha로 가장 높았으나 N 150kg/ha수준(5,285kg)과는 차이가 없었다. 본 시험에서의 얻어진 RC의 식생비율, 건물수량 및 사료가치를 검토해 볼 때 OG-RC초지의 적정 N 시비수준은 150kg/ha가 적절하였다.

V. 引用文獻

1. Chestnut, D.M.B. 1972. The effect of white clover and applied nitrogen on the nitrogen content of various grass/clover mixtures. *J. Brit. Grassl. Soc.* 27:211-216.
2. 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.
3. David, B.H. and J.H. Reynolds. 1979. Seasonal changes in organic acids, water soluble carbohydrates, and neutral detergent fiber in tall fescue forage as influenced by N and K fertilization. *Agronomy J.* 71:493-496.
 4. Donohue, S.J., R.J. Bula., D.A. Holt, and C.L. Rhykerd. 1981. Morphological development, yield, and chemical composition of orchardgrass at several soil nitrogen levels. *Agronomy J.* 73:5-9.
 5. Frame, J. 1991. Herbage production and quality of a range of secondary grass species at five rates of fertilizer nitrogen application. *Grass and Forage Sci.* 46:139-151.
 6. Frame, J. and D.J. Paterson. 1987. The effect of strategic nitrogen application and defoliation systems on the productivity of a perennial ryegrass/white clover sward. *Grass and Forage Sci.* 42:271-280.
 7. Glenn, W.B., J.E. Jackson, and R.H. Hark. 1963. Effect of cutting frequency and nitrogen on yield, *in vitro* digestibility, and protein, fiber, and carotene content of coastal bermudagrass. *Agronomy J.* 55:500-502.
 8. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. *Agr. Handbook. No. 379.* ARS, USDA, Washington, D. C.
 9. Kresge, C.B. 1964. Nitrogen fertilization of forage mixtures containing differential legume percentages. *Agronomy J.* 56:325-328.
 10. McBratney, J.M. 1987. Effect of fertilizer nitrogen on six-year old red clover/perennial ryegrass swards. *Grass and Forage Sci.* 42:147-152.
 11. Sollenberger, L.E., W.C., Templeton., W.C. Jr. and R.R. Jr. Hill. 1984. Orchardgrass and perennial ryegrass with applied nitrogen and in mixtures with legumes. I. Total dry matter and nitrogen yields. *Grass and Forage Sci.* 39:263-270.
 12. Tilley, J.M.A. and R.A. Terry. 1963. A two-stage techniques for *in vitro* digestibility of forage crops. *J. Brit. Grassl. Sci.* 18:104-111.
 13. 육완방, H. Jacob 1990. 영년채초지에 있어서 혼파조합에 관한 연구. III. 예취빈도와 질소 시비 수준이 사료가치에 미치는 영향. *한낙지.* 12:33-42.
 14. 이인덕, 명전, 송우석, 전영기. 1987. Orchardgrass-Red clover 혼파 이용에 관한 연구. I 초종구성이 산양의 섭취량, 소화율 및 선택 채식성에 미치는 영향. *한초지.* 7:31-36.
 15. 조익환, G. Schechtner. 1991. 무기질 질소시비가 초지의 수량과 식생구성에 미치는 영향. *한초지.* 11:97-101.