

하번초형 혼파초지의 N 시비수준이 건물수량과 사료가치에 미치는 영향

이중해 · 이인덕 · 이형석*

Effect of N Levels on Dry Matter Yields and Quality of Turf Type Mixtures

Joong Hae Lee, In DuK Lee and Hyung Suk Lee*

ABSTRACT

The objective of this experiment was to suggest the optimum N fertilization level for turf type mixtures {Kentucky bluegrass(Newport) 40% + tall fescue(Rebell Jr.) 20% + perennial ryegrass(Palmer II) 10% + redtop(Barricuda) 10% + red fescue(Salem) 10% + creeping bentgrass(Crenshaw) 10%}. The field trials were conducted from 1998 to 2000 at Chungnam National University in order to evaluate the dry matter yield and quality on the N levels(100, 150 and 200kg/ha).

With increasing the N level, the average DM yields over 2-years of turf type mixtures significantly increased. The average total DM yields were obtained 6,551, 8,182 and 9,501kg/ha at N 100, 150 and 200kg/ha level($p<0.05$), respectively. CP content and DMD were increased, whereas fibrous constituents was decreased($p<0.05$), but CPDM and DDM yields were significantly increased with increasing the N levels over 2-year($p<0.05$).

Based on the results, considering the total DM yield and the quality of herbage which were incidentally produced from turf type mixtures, it can be suggested that the suitable N level was 200kg/ha. But increased N fertilizer usage for general purpose use and expenses on turf type mixtures should be considered in advance.

(Key words : Turf type mixtures, DM yield, Dry matter digestibility)

I. 서 론

초지 대상지의 토양조건은 일반적으로 경작지에 비하여 물리적, 화학적인 성질이 떨어져 대체적으로 비옥도가 낮은 편이다. 따라서, 초지를 조성할 때 시비는 필수적이며, 조성 후의

초지관리에 있어서도 연중 수 차례 반복되는 예취나 방목에 의하여 경엽으로 양분이 탈취되는 만큼은 지속적으로 시비에 의해 보충해주는 것이 중요하다고 하겠다. 3요소 중에서 질소(N)는 물질생산의 기본적인 요소로 초지의 생산성 향상을 위해 N의 시비는 필수적이라 하겠다

충남대학교 농업생명과학대학(Division of animal science and resources, College of agriculture and Life Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea. Tel. (042)821-5785. E-mail; lee 46@cnu.ac.kr)

* Woosong Information College, Daejeon 300-715, Korea.

(조, 1991). 지금까지의 연구결과에 의하면 질소시비수준이 증가함에 따라 화분과 목초는 물론이고, 혼파초지에서도 건물수량이 현저히 높아지는 것으로 보고되고 있다(Glenn 등, 1963; Chestnut, 1972; Donohue 등, 1981; Sollenberger 등, 1984; Frame과 Paterson, 1987; McBratney, 1987). 그러나, N 시비수준의 증가에 따른 목초 품질의 개선효과에 대해서는 연구자에 따라서 다른 견해를 보이고 있다(Glenn 등, 1963; David와 Reynolds, 1979; Frame과 Paterson, 1987; 육과 Jacob 1990; 이 등 1997). 관행적인 혼파초지와 마찬가지로 한번초형 혼파초지(잔디초지)의 경우도 N의 시비는 목초의 초기생육, 잎의 전개 및 신장, 뿌리의 활력, 밀도 및 색상유지, 질병으로부터의 회복, 고온 및 저온 저항성 등 미치는 영향이 크다고 알려지고 있다(국민체육진흥공단, 2002). 그러나, 과도한 N 시비는 한번초형 혼파초지에서도 목초의 생육과 병에 대한 저항성은 물론이고 경엽의 신장과 뿌리의 활력을 오히려 저하시켜 밀도를 낮추고 녹병 등을 조장한다고 알려지고 있다. Hessayon(2000)은 한번초형 잔디초지의 적절한 N의 시비는 밀도와 색상의 유지는 물론이고, 나지울 감소로 잡초 침입을 줄이는 데 효과적이어서 봄과 여름철 N 시비의 중요성을 강조하였다. 일반적으로 골프장의 경우, 연간 ha당 N 시비수준을 그린(green)은 375kg, 티(tee)는 255kg, 페어웨이(fair way)는 140kg, 러프(rough)는 60kg을 기준으로 시비하고 있다(이 등, 2001; 국민체육진흥공단, 2002). 그러나, 골프장이나 축구장과 같이 이용목적이 뚜렷한 한번초형 잔디초지의 경우는 앞에서 언급한 바와 같이 많은 량의 N 시비가 요구되는 잔디초지이지만, 학교나 공공기관의 운동장 및 하천 변 등에 공익목적으로 조방적인 조성과 관리가 요구되는

하번초형 혼파초지(잔디초지)의 경우는, 현실적으로 많은 양의 N 시비는 경제적으로나 관리 측면에서 어려움이 많은 것이 사실이다. 따라서, 본 시험에서는 N 시비수준이 한번초형 혼파초지의 건물수량과 사료가치에 미치는 영향을 구명하여 합리적인 N 시비기준을 제시하는데 기초자료로 활용하고자 한다.

II. 재료 및 방법

본 연구는 1998년 9월부터 2000년 12월까지 충남대학교 초지시험포장에서 수행하였다. 공시 초지는 Kentucky bluegrass(Newport) 40% + tall fescue(Rebell Jr.) 20% + perennial ryegrass (Palmer II) 10% + redtop(Barricuda) 10% + red fescue(Salem) 10% + creeping bentgrass(Crenshaw) 10%를 혼파하여 조성된 한번초형 혼파초지에서 수행하였다. 파종시기는 1998년 9월 4일이었으며, 경운초지조성방법에 의해 조성하였다. 파종량은 각각 ha당 30kg을 파종하였으며, 시비수준은 파종시의 기비로 N 60kg + P₂O₅ 200kg + K₂O 70kg/ha를 사용하였다. 조성 다음해부터의 N 시비수준은 ha당 100kg, 150kg 및 200kg의 3수준을 두어 시험하였는데, N 시비는 예취 후 동량 분시하였으며, P₂O₅ 200kg + K₂O 180kg/ha는 각각 1999년에는 월동 후와 2, 4 및 7회 예취 후에, 2000년은 월동 후와 2회 및 4회에 균등 분시하였다. 시험구의 구당 면적은 16m²이었으며, 난피법 3처리 4반복으로 시험하였다. 건물수량은 예취시 마다 조사한 생초수량에 건물률을 곱하여 산출하였다. 1회 예취는 초고 15~18cm일 때, 2회 예취부터는 초고 12~15cm 일 때 예취하였으며, 예취횟수는 기상 조건과 생육상태에 따라 1999년도와 2000년에 각각 8회와 6회 예취하였다. 분석용 시료는 1

회와 마지막 예취시의 시료를 잘 섞어서 분석용 시료로 분비하였다. Crude protein(CP)은 AOAC(1995) 방법으로, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber(ADF) 및 lignin은 Goering과 Van Soest(1970) 방법으로, cellulose는 Crampton과 Maynard(1938) 방법으로 분석하였다. Hemicellulose는 NDF와 ADF의 차이로 구하였다. *In vitro* dry matter digestibility(DMD)는 Tilley와 Terry(1963)의 방법으로 분석하였다. 조단백질 및 가소화건물수량은 각 예취시 건물수량에 각 예취시 시료의 CP 함량 및 *in vitro* DMD를 곱하여 산출하였다. 시험의 통계 처리는 5% 수준 범위 내에서 유의성을 검정하였다(김 등, 1995).

III. 결과 및 고찰

1. 건물수량

연도별로 건물수량을 조사한 결과는 표 1에서 보는 바와 같다. 1999년도에는 5+6회 예취시를 제외하고는 N 시비수준이 높아질수록 건물수량이 증가되는 경향을 보였다. 따라서, 연간 ha당 건물수량은 N 200kg 수준에서 9,990kg으로 가장 높았던 반면에, N 150kg에서는

8,746kg, N 100kg에서 7,744kg의 건물수량을 보여 N 수준에 따른 건물수량의 현저한 차이를 확인할 수 있었다($p < 0.05$). 2000년에는 예취횟수에 관계없이, N 시비수준이 높아질수록 역시 건물수량이 현저하게 증가되는 경향이 뚜렷하였다. 따라서, 연간 ha당 건물수량도 N 200kg일 때 9,011kg으로 가장 높았고, N 150kg에서는 7,617kg, N 100에서는 5,358kg으로 감소되었다($p < 0.05$). 2년 평균 건물수량은 N 수준이 높아짐에 따라 증가되는 경향을 보여, N 200kg에서 9,501kg의 건물수량을 나타낸 반면에, N 150kg(8,182kg)과 N 100kg(6,551kg)에서는 건물수량이 현저히 낮아지는 결과를 보였다($p < 0.05$).

이러한 결과는 N 시비수준이 높아짐에 따라 목초의 생육이 왕성하여 초지의 경엽수량이 증가되었기 때문이라 하겠는데, Glenn 등(1963), Chestnut(1972), Sollenberger 등(1984), Frame과 Paterson(1987) 및 McBratney(1987)도 N 시비수준이 높아짐에 따라 화분과 목초의 건물수량이 현저히 증가되었음을 보고한 바 있다. 현재, 골프장이나 축구장과 같이 이용목적이 뚜렷한 하번초형 잔디초지의 경우는, 지역에 따라 다소 차이는 있겠지만 관리비료로 연간 ha당 N을 200~300kg 이상을 사용하고 있어(이 등, 2001;

Table 1. Effect of N levels on dry matter yields(kg/ha) in turf type mixtures

Year Cutting times N levels (kg/ha)	1999					2000				Year mean (99-00)
	1+2nd	3+4th	5+6th	7+8th	Total	1+2nd	3+4th	5+6th	Total	
100	2,675 ^c	533 ^c	881 ^c	3,655 ^b	7,744 ^c	832 ^c	2,037 ^c	2,489 ^b	5,358 ^c	6,551 ^c
150	3,333 ^b	705 ^b	1,039 ^a	3,669 ^b	8,746 ^b	2,714 ^b	2,387 ^b	2,516 ^b	7,617 ^b	8,182 ^b
200	3,682 ^a	1,147 ^a	970 ^b	4,191 ^a	9,990 ^a	3,449 ^a	2,718 ^a	2,844 ^a	9,011 ^a	9,501 ^a

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

국민체육진흥공단, 2002), 본 시험의 N 200kg 보다 다소 높은 수준이라 하겠다. 그러나, 공익 목적으로 조방적인 방법에 의해 조성된 본 시험에서와 같은 하변초형 혼파초지의 경우는 관리비용과 노동력을 고려해야 하기 때문에 다량의 N 시비는 검토가 요구된다고 하겠다. 따라서, 본 시험에서 얻어진 결과로 보아, 연간 200 kg/ha 정도의 N 시비는 무리가 없는 수준이라 하겠다. 그러나, 대부분 골프장이나 축구장과 같은 하변초형 잔디초지는 조사료의 생산보다는 질감, 피복도, 밀도, 색상, 내병충성 등 잔디초지로서의 특성이 요구되는 전문적인 초지이기 때문에(Hessayon, 2000) 이를 유지하기 위해서는 다량의 N 시비가 요구되고 있는 것이 사실이다. 따라서, 본 시험에서와 같이 공익목적

으로 학교나 공공기관의 운동장이나 하천 변 등에 조방적인 방법에 의해 조성되는 혼파초지(잔디초지)와는 분명히 구분을 하여 N 시비수준을 결정하는 것이 바람직하다고 하겠다. 이에 대해서는 앞으로 초종 및 품종, 지역 환경 조건, 조성 및 이용관리방법에 따라 하변초형 혼파초지(잔디초지)의 적정 N 시비기준에 대한 연구가 지속되어야 할 것으로 본다.

2. 화학적 성분 및 건물소화율

화학적 성분과 건물소화율을 조사한 결과는 표 2와 같다. 대체적으로 조사연도(1999~2000년)에 관계없이 N 시비수준이 높아질수록 crude protein(CP) 함량은 증가되는 경향을 보

Table 2. Effect of N levels on chemical composition(DM, %) in turf type mixtures

Year	N levels	CP	NDF	ADF	Hemicellulose	Cellulose	Lignin	DMD
1999	100	17.4 ^c	61.1 ^a	29.4 ^a	31.7 ^b	25.6 ^a	6.4 ^a	78.1 ^c
	150	20.5 ^b	61.3 ^a	27.6 ^b	33.7 ^a	24.0 ^b	5.3 ^c	81.4 ^b
	200	21.9 ^a	60.1 ^b	26.8 ^c	33.3 ^a	24.0 ^b	5.6 ^b	81.8 ^a
	Mean	19.9	60.8	27.9	32.9	24.5	5.8	80.4
2000	100	14.3 ^a	57.3 ^a	29.7 ^a	27.6 ^b	25.2 ^a	4.4 ^a	76.3 ^b
	150	15.3 ^a	57.8 ^a	29.3 ^a	28.5 ^a	25.1 ^a	4.1 ^a	77.0 ^b
	200	16.1 ^a	57.4 ^a	29.9 ^a	27.5 ^b	26.1 ^a	4.2 ^a	80.5 ^a
	Mean	15.2	57.5	29.6	27.9	27.9	4.2	77.9
Year mean	100	15.9 ^c	59.2 ^a	29.6 ^a	29.6 ^b	25.4 ^a	5.4 ^a	77.2 ^c
	150	17.9 ^b	59.6 ^a	28.5 ^b	31.1 ^a	24.6 ^b	4.7 ^b	79.2 ^b
	200	19.0 ^a	58.8 ^a	28.4 ^b	30.4 ^a	25.1 ^{ab}	4.9 ^{ab}	81.2 ^a

CP; Crude protein, NDF; Neutral detergent fiber, ADF; Acid detergent fiber, DMD; Dry matter digestibility.

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

여, 1999년도에 N 200kg 수준에서 21.9%으로 가장 높았고, N 150kg과 100kg 수준에서는 각각 20.5%와 17.4%으로 나타나 N 시비수준에 따라 CP 함량이 달라지는 양상을 보였다 ($p < 0.05$). 2000년에는 N 시비수준이 높아질수록 CP 함량이 증가되는 경향은 있었지만, N 시비수준에 따른 CP 함량의 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다. 그러나, 2년 평균 CP 함량은 N 시비수준이 높아질수록 증가되는 양상을 보여, N 200kg 수준에서 19.0%으로 가장 높았던 반면에, N 100kg 수준에서는 15.9%으로 낮아지는 결과를 보였다. 이러한 결과는 N 시비수준이 높아짐에 따라 CP 함량이 높은 잎의 비율이 증가되었기 때문이라 하겠는데, Frame(1991)도 화분과 초지에서 N 시비수준이 높아짐에 따라 CP 함량이 증가되었음을 보고한 바 있다. 한편 섬유소물질인 NDF, ADF, hemi-cellulose, cellulose 및 lignin 함량은 대체적으로 N 시비수준이 높아짐에 따라 근소하게 낮아지는 양상을 보였다. 이것 역시 N 시비로 인하여 잎의 비율이 높아지고, 상대적으로 줄기도 부드러워졌기 때문에 얻어진 결과라 하겠다. 그러나, Glenn 등(1963)은 N 시비수준이 섬유소 물질의 함량 변화에 미치는 영향은 크지 않았다고 하였고, 육과 Jacob(1990) 및 이 등(1997)은 혼파초지에서 N 시비수준이 높아짐에 따라 섬유소 함량이 증가되었다고 보고하고 있어, 본 시험결과와 다소 차이를 보이고 있다고 하겠다. 그러나, 이는 N 시비로 인하여 상번초형 혼파초지에서 두과식생비율이 감소되었기 때문에 얻어진 결과이기 때문에, 본 시험과 같은 화분과 위주의 하번초형 혼파초지에서 얻어진 결과와는 근본적으로 다를 수 있다고 하겠다.

한편, dry matter digestibility(DMD)는 1999년도와 2000년도에 각각 N 시비수준이 높아질수

록 증가되는 양상을 보였다. 따라서, 2년 평균 DMD는 N 200kg 시비수준에서 81.2%로 가장 높았고, N 150kg과 100kg 시비수준에서 각각 79.2%와 77.2%로 현저히 감소되는 결과를 보였다($p < 0.05$). 이것 역시 N 시비수준이 높아짐에 따라 잎의 비율이 상대적으로 높아졌기 때문에 얻어진 결과라 하겠다. 그러나, 육과 Jacob(1990)은 N 시비수준이 높아짐에 따라 DMD가 낮아졌다고 하였고, David와 Reynolds(1979) 및 이 등(1997)은 차이가 없었다고 하였으며, Frame과 Paterson(1987)은 DMD가 증가되었다고 보고하고 있어 연구자에 따라 견해를 달리하고 있으나, 이는 모두 상번초형의 혼파초지에서 이루어진 연구결과이기 때문에, 본 시험에서와 같이 하번초형 혼파초지에서 얻어진 결과와는 차이가 있을 수 있다고 하겠다. 따라서, N 시비수준의 증가에 따른 목초의 품질개선 효과는 연구자에 따라 서로 다른 견해를 보이고 있음을 시사하고 있다고 하겠다 (Glenn 등, 1963; David와 Reynolds, 1979; Frame과 Paterson, 1987; 육과 Jacob, 1990; 이 등, 1997).

3. 조단백질 및 가소화건물수량

Crude protein dry matter(CPDM) 수량과 digestible dry matter(DDM)수량을 조사한 결과는 표 3에서와 같다. ha당 CPDM 수량은 1999년과 2000년 모두 N 시비수준이 높아짐에 따라 증가되는 양상이 뚜렷하였다. 이러한 결과는 표 1에서와 같이 N 시비수준이 높아짐에 따라 건물수량이 증가되었고, 표 2에서와 같이 CP 함량이 증가되었기 때문에 얻어진 결과라 하겠다. CPDM 수량은 1999년과 2000년도에 각각 N 200kg 시비수준에서 2,190kg과 1,409kg으로

가장 높았고, N 150kg과 100kg에서는 각각 1,801kg과 1,153kg 및 1,383kg과 833kg을 나타내어 현저한 차이를 보였다($p < 0.05$). 한편, ha당 DDM 수량은 1999년과 2000년 모두 N 시비수준이 높아짐에 따라 증가되는 결과를 보여, N 200kg 시비수준에서 각각 8,236kg과 7,267kg으로 가장 높은 결과를 나타내었다. 이는 표 2에서와 같이 N 시비수준이 높아짐에 따라 DMD가 높아졌고, 건물수량(표 1)도 높아졌기 때문이라 하겠는데, 이에 대해서는 이 등(1997)도 부합되는 결과를 밝힌 바 있다. 2년 평균 DDM 수량은 N 200kg 시비수준에서 7,752kg이었고, N 150kg과 100kg 시비수준에서는 각각 6,532kg과 5,201kg을 나타내, N 시비수준에 따라 DDM 수량이 현저히 차이를 보이고 있음을 확인할 수 있었다($p < 0.05$).

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 하변초형 혼파초지에서 N 시비수준의 증가는 건물수량과 품질을 현저히 증가시켜 N 200kg/ha일 때 가장 높은 건물수량과 사료가치를 가져왔다. 현재, 골프장이나 축구장과 같이 이용목적이 뚜렷한 하변초형 잔디초지의 경우는 지역에 따라 다소 차이는 있으나 관리비료로 연간 ha당 N을 200~300kg 이상을 사용하고 있어(국민체육진흥공

단, 2002), 본 시험결과에서 도출된 N 200kg/ha과 비교할 때 다소 높은 수준이라 하겠다. 그러나, 본 시험에서와 같이 공익목적의 조방적인 조성관리와 관리가 요구되는 하변초형 혼파초지의 경우에는 조사료 생산이 주목적이 아니기 때문에 관리비용과 노동력을 감안한 최소한도의 N 시비가 요구된다고 하겠다. 따라서, 본 시험에서 얻어진 연간 200kg/ha 정도의 N 시비수준은 공익목적 이외에 부수적으로 생산되는 목초의 건물수량을 증가시키는데 무리가 없는 수준이라 하겠다. 그러나, 대부분의 골프장이나 축구장과 같은 하변초형 잔디초지는 조사료의 생산보다는 질감, 피복도, 밀도, 색상, 내병충성 등의 잔디초지로서의 특성이 요구되는 전문적인 관리가 필요한 초지이기 때문에(Hessayon, 2000) 상대적으로 많은 양의 N 시비가 요구되고 있다고 하겠지만, 본 시험과 같은 하변초형 혼파초지와는 분명히 구분하여 적정 N 시비수준을 제시하는 것이 바람직하다고 하겠다. 따라서, 하변초형 혼파초지(잔디초지)의 유형에 따른 초종 및 품종, 지역환경조건, 조성 및 이용방법 등을 고려한 적정 N 시비수준은 지속적으로 검토가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

Table 3. Effect of N levels on CPDM and DDM yields(kg/ha) in turf type mixtures

N levels (kg/ha)	CPDM			DDM		
	1999	2000	Year mean	1999	2000	Year mean
100	1,383 ^c	833 ^c	1,108 ^c	6,340 ^c	4,061 ^c	5,201 ^c
150	1,801 ^b	1,153 ^b	1,477 ^b	7,192 ^b	5,872 ^b	6,532 ^b
200	2,190 ^a	1,409 ^a	1,800 ^a	8,236 ^a	7,267 ^a	7,752 ^a

CPDM ; Crude protein dry matter, DDM; Digestible dry matter.

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

IV. 요약

본 연구는 1998년 9월부터 2000년 12월까지 충남대학교 생명과학대학내 초지시험포장에서 N 시비수준이 하번초형 혼파초지의 건물수량과 사료가치에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다. 공시초지는 Kentucky bluegrass(Newport) 40% + tall fescue(Rebell Jr.) 20% + perennial ryegrass(Palmer II) 10% + redtop (Barri-cuda) 10% + red fescue(Salem) 10% + creeping bentgrass(Crenshaw) 10%로 조성된 하번초형 혼파초지에서 수행하였다. N 시비수준은 100, 150 및 200kg/ha의 3처리를 두어 시험하였으며, 얻어진 결과는 다음과 같다.

1. 2년 평균 ha당 건물수량은 N 시비수준이 높아짐에 따라 현저히 증가되어, N 100, 150 및 200kg 시비수준에서 각각 6,551, 8,182 및 9,501kg을 나타내었다($p < 0.05$).

2. N 시비수준이 높아짐에 따라 CP 함량과 DMD는 증가된 반면에, 섬유소 함량은 감소되었다($p < 0.05$).

3. 2년 평균 ha당 CPDM과 DDM 수량은 N 시비수준이 높아짐에 따라 뚜렷이 증가되었다($p < 0.05$).

이상의 결과를 종합해 볼 때, 하번초형 혼파초지에서 부수적으로 생산되는 목초의 건물수량과 사료가치를 높이기 위한 N 시비수준은 200kg/ha이 적당할 것으로 판단된다. 그러나, 그 이상의 N 시비는 이용목적과 비용 등을 고려하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

V. 인용 문헌

1. 국민체육진흥공단. 2002. 녹색 천연잔디 운동장의 조성관리. 에디플러스. 서울. 73-94.

2. 김내수, 김정우, 박홍양, 상병찬, 여정수, 전광주, 최광수, 홍기창. 1995. 응용통계학. 유한문화사. 서울.

3. 육완방, H. Jacob. 1990. 영년 체초지에 있어서 혼파조합에 관한 연구. III. 예취빈도와 질소 시비 수준이 사료가치에 미치는 영향. 한초지. 12: 33-42.

4. 이상재, 허근영, 사공영보. 2001. 국내 골프코스에서 사용되는 농약 및 비료의 환경적 영향. Korea Turfgrass Sci. 15(2):87-104.

5. 이형석, 이인덕, 김운영. 1997. Orchardgrass-red clover 초지의 N 시비수준이 목초의 수량과 품질에 미치는 영향. 한초지. 17(2):110-116.

6. 조익환, G. Schechtner. 1991. 무기질 질소시비가 초지의 수량과 식생구성에 미치는 영향. 한초지. 11:97-101.

7. AOAC. 1995. Official methods of analysis(16th ed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.

8. Chestnut, D.M.B. 1972. The effect of white clover and applied nitrogen on the nitrogen content of various grass/clover mixture. J. Brit. Grassl. Soc. 27:211-216.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. 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.

13. Frame, J. and D.J. Paterson. 1987. The effect of strategic nitrogen application and defoliation systems on the productivity of a perennial rye-

- grass/white clover sward. Grass and Forage Sci. 42:271-280.
14. 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.
15. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agr. Handbook. No. 379. ARS, USDA, Washington, DC.
16. Hessayon, D.J. 2000. The lawn expert. Transworld publishers LTD. London. England.
17. McBratney, J.M. 1987. Effect of fertilizer nitrogen on six-year old red clover/perennial ryegrass swards. Grass and Forage Sci. 42:147-152.
18. 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.
19. Tilley, J.A.M. and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for *in vitro* digestibility of forage crops. J. Brit. Grassl. Sci. 18:104-111.