

Orchardgrass-Red Clover 혼파이용에 관한 연구

Ⅱ. Orchardgrass-red clover 파종비율이 목초의 수량과 품질에 미치는 영향

이인덕 · 이형석

Study on the Use of Orchardgrass-Red Clover Mixture

Ⅱ. Effect of seed rate of orchardgrass-red clover on herbage yield and quality

In Duk Lee and Hyung Suk Lee

Summary

This experiment was conducted over a 3-year period (1990~1992) to evaluate the production and quality of orchardgrass (Potomac)-red clover (Kenland) mixture when orchardgrass + red clover mixture was sown at seed rates of 20+0, 18+2, 16+4, 14+6 and 12+8 kg/ha. Total herbage dry matter, crude protein and digestible organic matter production and organic matter intake were markedly affected by increasing red clover seed rate, those increased with increasing red clover seed rate due to the enhancement of red clover percentage of total herbage in all 3-year, but significant differences occurred between the orchardgrass alone and orchardgrass-red clover mixture with a seed rate of 4,6 and 8 kg/ha red clover ($P<0.01$). But on the other hand increasing red clover seed rate increased red clover percentage in total herbage, the mean red clover percentage of total herbage at the last cutting ranged from 54 to 65% in first year, 58 to 60% in second year, and 62 to 69% in third year, particularly it was observed that red clover was sown at seed rates of 6 and 8 kg/ha for red clover sown dominated strongly as the cutting times were progressed. Considering the maintenance of good botanical composition balance and the enhancement of production and quality of herbage, the optimized seed rate for orchardgrass-red clover mixtures, 16 kg/ha orchardgrass and 4 kg/ha red clover seems to be considered adequate.

I. 서 론

休耕地 및 환경사지를 집약적인 방법으로 단기간 (3~6년) 초지(Frame과 Harkess, 1987; McBratney, 1984)로 이용하고자 할 경우 화분과목초 1초종에 두과목초 1초종을 單純混播하는 방법이 單播나 복잡한 混播에 비하여 초지의 생산성을 높게 유지할 수 있는 유리한 초지이용 방법중의 하나로 평가되고 있다(Camlin 등, 1983; Frame과 Harkess, 1976; Lehmann 과 Meister, 1985; McBratney, 1981, 1984; Scheldrick 등, 1986).

그러나 고른 생산성유지와 지속적인 수량증대를 위해서는 근본적으로 생육특성에 차이를 보이는 두 초종간의 혼파는 대부분의 초지에서 그러하듯이 자원의 공급이 한정된 조건에서는 인위적인 조절을 통하여 두 초종간의 경합이 서로 補償관계로 잘 유지해 나갈 수 있도록 하는 기술이 필요하다.

Red clover는 단파할 경우 virus, necrosis, 凍害 및 連作 등으로 파종후 3~4년이 경과하면 수량이 감소된다고 하지만(Hunt 등, 1975) 화분과 목초와 혼파이용할 경우는 3~6년간에 걸쳐 높은 수량을 지속할 수 있었다고 한다(Frame 등 1985; McBratney

1984). Red clover의 相對 초종으로는 perennial ryegrass (Laidlaw와 MacBratney, 1980; Frame 등, 1987), Italian ryegrass(Camlin 등, 1983), timothy (Frame 등, 1985), tall fescue(McBratney, 1984) 및 orchardgrass(Lehmann과 Meister, 1985) 등이 높은 수량과 영속성 증가에 효과적 이었다고 하였다. 특히 orchardgrass는 우리나라의 환경조건에서는 어디서나 기본적으로 널리 이용되는 초종이기는 하지만 red clover와 혼파할 경우는 red clover가 orchardgrass에 비하여 종자의 발아력이나 幼植物의 활력이 강하기 때문에 orchardgrass보다는 red clover의 파종량을 조절하는 것이 중요하다고 할 수 있다. 따라서 본 시험에서는 前報(이 등, 1987)에 이어 orchardgrass-red clover의 파종비율을 어떻게 조절하는 것이 안정적인 식생비율과 생산성을 유지해 나갈수 있을 것인가를 구명하고자 시험을 수행하였다.

II. 材料 및 方法

본 시험은 충남대학교 농과대학내의 시험포장에서 1990년 3월부터 1992년 10월까지 3년간 수행하였다. 파종비율은 orchardgrass(Potomac)와 red clover(Kenland)의 파종량을 각각 ha당 20+0, 18+2, 16+4, 14+6 및 12+8 kg의 5처리를 두어 난괴법 3반복으로 시험하였다. 시비량은 파종당년인 1990년에는 ha당 N200-P200-K200kg 중에서 기비로 N80-P200-K70kg을 시비하였고 추비로는 N120-N130kg을 2회에 나누어 시비하였다. 1991년과 1992년도 연간 시비량은 각각 ha당 N200-P200-K200kg였다. 생초수량은 예취높이를 7cm로 하여 1 xlm의 방형틀내의 목초를 예취하여 稱量하고 이를 단위면적당의 수량으로 환산하였다. 식생비율은 생초수량조사후의 목초를 종류별로 분류한 뒤 각각의 무게를 稱량하고 이를 건물기준으로 환산하여 식생비율을 산출하였다. 건물수량은 처리와 반복별로 100g의 청초를 105℃의 건조기내에서 25시간 건조후 건물물을 산출하고 이를 기준으로 하여 단위면적당의 건물수량을 산출하였다. 식물체의 화학적성분과 건물소화를 분석용 시료는 65℃의 건조기에서 48시간 건조한 시료를 분쇄기(1 mm screen)로 분쇄후 이용하였다. Crude protein(CP)는 AOAC(1980)방법에 준하여 분석하였고, *in vitro* dry matter digestibility

(IVDMD)은 Tilley와 Terry(1963)의 방법을 이용하였다.

시험포장의 파종전 일반적 토양상태는 微砂植壤 토로써 pH 6.5(H₂O 1:5), 유기물함량 0.5%, 유효인산 함량 12 ppm, 치환성양이온(mc/100g)중 K는 0.25, Mg 2.5, Ca 7.5, Na 0.1였으며 양이온치환용량(CEC)은 10.4(mc/100g)였다.

III. 結果 및 考察

1. 건물수량

연도별로 건물수량을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 1년차(1990)에는 orchardgrass(OG) 단파구의 건물수량(6,830 kg/ha)에 비하여 red clover(RC)를 혼파할 처리구들의 건물수량(6,885~8,541 kg/ha)이 높게 나타남으로써 RC의 혼파로 인한 연간 건물수량이 증가되는 경향이 뚜렷하였다(P<0.01). 이렇게 건물수량이 증가된 이유는 RC를 혼파하였기 때문인데 RC의 파종비율이 증가함으로써 OG의 건물수량은 서서히 감소된 반면에 RC의 파종비율이 ha당 2, 4, 6 및 8 kg으로 증가할 때 전체 건물수량중에서 RC가 차지하는 건물수량의 비율이 19, 30, 45 및 50%로 현저하게 증가하여 건물수량 증가에 기여한 것으로 생각된다. 1년차에서 가장 높은 건물수량을 얻은 처리는 RC 8kg 혼파구로써 연간 건물수량이 8,541 kg에 달하였다. 1년차에는 처리간 건물수량의 유의적 차이가 OG 단파구와 RC 2 kg 혼파구사이에는 없었으나 RC 4, 6, 8 kg 혼파구는 OG단파구나 RC 2kg 혼파구에 비하여 건물수량이 증가되어 차이가 있었다(P<0.05). 그러나, RC를 4, 6 및 8kg을 혼파한 처리구간에는 건물수량의 차이가 없었다.

2년차(1991년)에는 RC의 파종비율 증가에 따른 연간 건물수량의 증가 추세가 더욱 현저하게 나타나서 RC의 파종비율이 ha당 2, 4, 6 및 8kg으로 증가됨에 따라 연간 건물수량중에서 RC의 건물수량이 차지하는 비율도 각각 32, 54, 56 및 62%로 증가되고 있어 역시 RC의 혼파량이 증가됨에 따른 건물수량의 증가경향이 크게 나타났다. 즉 OG단파구의 ha당 건물수량이 12,194kg였던 데 비하여 RC를 혼파한 처리구들의 건물수량은 12,394~14,447kg의 범위로 증가되는 결과를 가져왔다(P<0.01). 처리간 건물

Table 1. Annual total herbage dry matter yields (kg/ha), 1990~1992.

Seed rate OG + RC ¹⁾ (kg/ha)	1990 ²⁾			1991 ³⁾			1992 ⁴⁾		
	OG	RC	Total	OG	RC	Total	OG	RC	Total
20 + 0	6,830	0	6,830	12,194	0	12,194	9,643	0	9,643
18 + 2	5,575	1,310	6,885	8,444	3,950	12,394	7,596	2,581	10,177
16 + 4	5,602	2,520	8,122	6,227	7,351	13,578	6,695	3,658	10,353
14 + 6	4,406	3,592	7,998	5,677	7,231	12,908	5,992	4,904	10,896
12 + 8	4,277	4,264	8,541	5,473	8,974	14,447	5,995	6,118	12,113
Significance and LSD									
	1,084**	317**	1,191**	758**	729**	631**	923**	892**	990**

¹⁾ OG(Orchardgrass), RC(Red clover).

²⁾ 3 cuts harvested(26 June, 31 July, 19 September).

³⁾ 4 cuts harvested(9 May, 14 June, 26 July, 26 September).

⁴⁾ 4 cuts harvested(27 April, 28 May, 26 August, 30 September).

⁵⁾ ** p<0.01.

수량의 차이를 살펴보면 OG단과구와 RC 2kg 혼과 구간에는 역시 건물수량의 차이가 없었으나 이들 처리구와 RC를 4, 6, 8kg 혼과한 처리구 사이에는 건물수량의 차이가 인정되었다(P<0.05). 특히 RC 8kg 혼과구의 건물수량은 14,447kg으로 가장 높았다. 3년차(1992년)에도 RC의 혼과에 의한 건물수량의 증가추세가 지속되었으나 2년차와 비교할 때 RC의 건물수량이 연간 건물 수량중에서 차지하는 비율이 다소 둔화되는 경향을 나타내 RC의 과중비율이 ha당 각각 2, 4, 6 및 8kg으로 증가함에 따라 건물수량중에서 RC의 건물수량이 차지하는 비율은 각각 25, 35, 40 및 51%로 증가는 되었지만 2년차에 비하여 다소 낮았다. 그러나 OG단과구의 건물수량(9,643kg/ha)에 비하여 RC를 혼과한 처리구들의 건물수량(10,177-12,113kg/ha)은 증가되었다(P<0.01). 3년차에 있어서 처리간 건물수량의 차이는 OG단과구와 RC 2~4kg 혼과구간에는 건물수량의 차이가 인정되지 않았으나 RC 6~8kg 혼과구와는 높은 차이가 있었고(P<0.01) 처리구중에서 RC 8kg 혼과구의 연간 건물수량이 12,113kg로 가장 높았다. 이상의 결과를 검토할 때 OG에 RC를 혼과함으로써 연간 건물수량이 증가되었고 더우기 RC의 과중비율이 증가함에 따라 건물수량의 증가경향이 뚜렷하게 나타났다. 이러한 결과는 화본과목초 1초종에 RC를 혼과하여 시험하였던 Camlin 등(1983), Frame

등(1985), Frame과 Harkess(1987), Laidlaw와 McBratney (1980), Lehmann과 Meister(1985) 및 McBratney(1984) 등의 보고와도 일치되고 있어 본 연구의 결과를 뒷받침하고 있다.

2. 조단백질 및 가소화유기물함량

과중비율에 따른 목초의 조단백질(crude protein, CP) 함량은 1년차, 2년차 및 3년차에 각각 OG단과구가 15.2, 15.4 및 16.3%인데 비해 RC를 혼과한 처리구들의 CP함량은 각각 15.7~19.0, 17.0~19.3 및 16.8~18.6%로 높았다(Table 2). 1년차에는 RC의 과중비율이 증가함에 따라 CP함량이 증가되었으나(P<0.01), 2~3년차에는 OG단과구에 비하여 RC를 4kg 혼과할 때부터 CP의 함량이 증가되었다(P<0.01). 이는 CP함량이 높은 RC의 식생비율 증가로 인한 결과로서 Frame 등(1985), Van Dyne과 Heady (1965), McBratney(1984) 및 이 등(1987)도 두과비율 증가로 인한 CP함량의 증가를 보고한 바 있다.

한편 가소화유기물소화율(in vitro organic matter digestibility, OMD) 함량은 1년차, 2년차 및 3년차에 각각 OG단과구가 57.3, 61.6 및 58.6%였던 데 비해 RC를 혼과한 처리구는 각각 59.9~62.3, 60.6~63.0 및 61.7~64.8%로 높은 편이었다. 그러나 RC의 과중비율이 증가함에 따른 CP함량의 증가 경향과는 달리 어느 년도에서나 약간씩 OMD함량이 감소

Table 2. Annual total herbage CP(% , DM) and OMD(%), 1990~1992.

Seed rate OG + RC (kg/ha)	CP			OMD		
	1990	1991	1992	1990	1991	1992
20 + 0	15.2	15.4	16.3	57.3	61.6	58.6
18 + 2	15.7	17.0	16.8	62.3	63.0	64.8
16 + 4	16.2	18.6	17.1	62.2	61.3	64.5
14 + 6	18.7	18.8	18.0	60.2	62.9	63.0
12 + 8	19.0	19.3	18.6	59.9	60.6	61.7
Significance and LSD	0.34**	3.00**	0.87**	1.58**	NS	1.14**

¹⁾ CP(crude protein), OMD(organic matter digestibility), ²⁾ ** P<0.01.

되는 경향을 나타내었는데 특히 RC 8kg 혼파구는 59.9~61.7%의 범위를 보여 RC를 혼파한 처리구중에서 OMD함량이 가장 낮았다(Frame 등, 1976). 이러한 OMD함량의 감소경향은 두과초종 및 품종의 선택과 혼파할 화본과의 상대초종을 어떻게 선정하느냐에 따라 다르겠지만(Frame과 Harkess, 1987) 본 시험에서는 RC의 수량증가와 熟期경과에 따른 줄기의 硬化영향 때문으로 생각되며 이에 대해서는 이미 Frame 등(1976)과 McBratney(1984)도 RC의 줄기경화로 인한 OMD함량의 감소를 지적한 바 있다. 과중비율에 따른 OMD함량의 년도별 변화를 살펴보면 1년차와 3년차에는 OG단파구에 비하여 RC를 혼파한 구들이 대체적으로 높았으나(P<0.01), 2년차에는 처리구간에 OMD함량의 유의적인

차이가 나타나지 않았다.

3. 조단백질 및 가소화유기물수량

조단백질(CP) 및 가소화유기물(digestible organic matter, DOM) 수량을 조사한 결과는 Table 3과 같다.

1년차의 CP수량은 ha당 OG단파구가 1,038kg인데 비하여 RC를 혼파한 처리구들은 1,081~1,452kg의 범위로 높았다. CP수량은 RC의 과중비율이 증가할 수록 증가되는 경향이었지만 RC의 과중비율이 4 kg일 때부터 OG단파구에 비하여 유의적으로 증가되었고(P<0.01), RC의 과중비율이 8kg일 때 CP수량이 1,452kg로 처리구 중에서 가장 높았다. 2년차에도 RC의 과중비율이 증가함에 따라 CP수량이 증가되었

Table 3. Mean annual total herbage CP and DOM yields (kg / ha), 1990~1992.

Seed rate OG + RC (kg/ha)	CP			DOM		
	1990	1991	1992	1990	1991	1992
20 + 0	1,038	1,878	1,572	3,961	7,509	6,143
18 + 2	1,081	2,111	1,710	4,103	7,804	6,605
16 + 4	1,315	2,530	1,770	4,906	8,319	6,626
14 + 6	1,336	2,422	1,961	5,135	8,119	6,726
12 + 8	1,452	2,793	2,132	5,500	8,755	7,958
Significance and LSD	161**	383**	311**	240**	949**	130**

¹⁾ CP(crude protein), DOM(digestible organic matter), ²⁾ ** P<0.01.

는 데 역시 RC의 파종비율이 4kg 일 때부터 OG 단파구보다 CP수량이 증가되었다($P < 0.01$). 처리구 중에서 RC의 파종비율이 8kg일 때 CP수량이 2,793kg로 가장 높았다. 3년차는 1년차나 2년차와 비슷한 양상을 나타냈으나 RC 2kg과 4kg 혼파구는 RC의 식생비율이 점차적으로 감소되었기 때문에 OG 단파구와 비교하여 CP수량에 차이가 없었으나 RC를 6kg 혼파한 처리구에서 부터는 CP수량이 증가되는 결과를 나타냈다($P < 0.01$). 전체적으로 볼 때 RC의 파종비율 증가는 CP함량이 높은 RC의 식생비율을 증가시켜 결국 CP수량도 증가되는 결과를 나타내어 Frame 등(1985)의 연구와 부합되는 결과를 얻었다.

DOM 수량의 변화는 OG단파구가 ha당 3,961~7,509kg의 범위였던 데 비해 RC 혼파구에서는 4,103~8,755kg의 범위로 높았다. RC의 파종비율증가에 따른 DOM 수량의 변화는 1년차와 3년차에는

OG단파에 비하여 RC의 파종비율이 4kg일 때부터 DOM 수량이 증가되었던($P < 0.01$) 반면에 2년차에는 RC의 파종비율이 4kg일 때부터 OG 단파구와 차이가 있었다($P < 0.05$). 어느 연도에서나 처리구중 가장 높은 DOM 수량은 RC의 파종비율이 8kg일 때였다. 전체적으로 볼 때 DOM 수량의 증가는 RC의 파종비율 증가로 인한 건물수량의 증가와 함께 OMD 함량도 증가된 것으로 생각되며 RC의 파종비율이 증가할수록 DOM 수량도 높아졌음을 확인할 수 있었다(Frame 등, 1985).

4. Red clover 식생비율

RC의 식생비율은 1년차의 경우 예취회수가 증가하고 RC의 파종비율이 증가함에 따라 RC의 식생비율도 증가되는 경향이였다(Table 4). 특히 RC를 4kg 혼파 했을 경우 1~3회 예취시의 RC의 식생비율이 21~47%였고, 6kg일 때는 38~54%, 8kg일 때는

Table 4. Annual red clover percentage (% , DM basis) in total herbage, 1990~1992.

Seed rate OG + RC (kg/ha)	1990			1991				1992			
	1cut	2cut	3cut	1cut	2cut	3cut	4cut	1cut	2cut	3cut	4cut
20 + 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18 + 2	12	20	31	34	29	37	38	16	23	36	33
16 + 4	21	30	47	54	50	56	55	35	29	44	41
14 + 6	38	46	54	60	45	61	58	43	31	64	62
12 + 8	40	48	65	68	52	64	60	51	40	62	69

40~65%로 RC의 혼파비율이 증가할수록 RC의 식생비율도 증가되었다. 특히 2년차에는 RC의 식생비율 증가가 두드러져 優占化되는 경향이 뚜렷하여 RC의 파종비율이 4kg일 때는 1~4회 예취시의 RC의 식생비율이 50~56%였고, 6kg일 때는 45~61%였으며, 8kg일 때는 52~68%로 나타났다. 그러나 3년차는 RC를 2~4kg 혼파한 구에서는 2년차에 비하여 RC의 식생비율 증가 경향이 다소 둔화되었으나 RC의 파종비율이 6kg과 8kg인 혼파구의 마지막 4회 예취 때에는 오히려 RC의 식생비율이 각각 62%와 69%로 더욱 높게 나타나 우점화 현상은 더욱 심하였다.

따라서 OG+RC 단순혼파 초지의 효율적인 식생

균형을 위해서는 어느 한 초종으로 식생이 우점된다는 것은 문제가 크며, 더우기 RC가 우점된 초지에서는 乳成分의 불균형과 함께 oestrogen activity로 인한 繁殖障害(Frame 등, 1972; Pope 등, 1959)의 문제와 clover류의 식생비율이 50%가 넘는 초지에서는 고창증의 유발 위험성을 제시한 한 등(1991), Ensminger (1971), Heath(1985) 및 Kiso 등(1992)의 연구결과를 볼 때 RC의 파종비율이 6kg 이상인 혼파구에서는 비록 연간 건물수량, CP 및 DOM수량이 높았다 하더라도 이들 혼파구에서는 RC가 우점화되는 현상이 두드러져 OG+RC혼파초지의 균형된 식생비율과 수량을 유지하기 위한 적절한 파종비율은 재검토되어야 할 것이다.

5. 유기물 섭취량

2년차(1991년)에 재래산양을 공시하여 조사한 유기물(organic matter, OM) 섭취량은 Table 5와 같다. 두당 OM섭취량은 OG단과구가 377g인데 비하여 RC를 혼파한 처리구들은 388~425g으로 증가되었으나 RC를 8kg 혼파한 처리구를 제외하고는 OG단과구와 비교할 때 OM섭취량의 유의적인 차이는 인정되지 않았다.

한편 체중 kg당 OM섭취량은 OG단과구가 25.3g인데 비해 RC를 혼파한 처리구들은 25.9~30.2g

로 증가되었는데 RC를 4, 6 및 8kg 혼파한 처리구들은 OG단과나 RC 2kg을 혼파한 처리구에 비하여 체중 kg당 OM섭취량이 증가되었다($P < 0.05$). 이러한 체중 kg당 OM섭취량의 증가 경향은 RC의 파종비율 증가로 인한 RC의 식생비율이 증가됨에 따라 이로 인한 목초의 CP 및 OMD함량이 증가한데 기인된 것으로 사료되며 Kohmann(1966), Lehmann과 Meister (1985), McBratney(1981), Van Dyne과 Heady (1965) 및 이 등(1987)도 유사한 시험결과에서 OM 섭취량이 증가되었음을 보고하였다.

Table 5. Mean total herbage OM intake by Korean native goats, 1991.

Item	Seed rate(OG+RC, kg/ha)					Significance and LSD
	20+0	18+2	16+4	14+6	12+8	
OM intake (g/head)	377	388	399	401	425	40.1**
OM intake (g/kg LW)	25.3	25.9	28.4	28.9	30.2	2.7**

¹⁾ OM(organic matter), ²⁾ ** $P < 0.01$.

IV. 摘 要

본 시험은 orchardgrass(Potomac)-red clover(Kenland)의 파종비율이 목초의 수량과 품질에 미치는 영향을 구명하고자 orchardgrass+red clover의 파종비율을 ha당 각각 20+0, 18+2, 16+4, 14+6 및 12+8kg으로 하여 1990~1992년까지 3년간 시험하였다.

Red clover의 파종비율이 증가됨에 따라 red clover의 식생비율 증가로 인해 연간 건물수량, 조단백질 및 가소화 유기물수량 및 체중 kg당 유기물섭취량이 증가되었는데 orchardgrass단과에 비해 red clover의 파종비율이 4, 6 및 8kg 혼파구에서 유의적인 차이가 인정되었다($P < 0.05$). 그러나 red clover를 6~8kg 혼파한 구에서 마지막 예취시 red clover의 식생비율이 1년차 54~65%, 2년차 58~60% 및 3년차에 62~69%로 높아져 red clover가 우점되는 경향이 뚜렷하게 나타났다. 따라서 orchardgrass-red clover 혼파초지에서의 균형된 식생비율 유지 및 건물수량과 품질 향상을 위한 적정 파종비율은 ha당 orchardgrass 16kg+red clover 4kg인 것으로 사료된다.

V. 引用文獻

1. A. O. A. C. 1980. Official methods of analysis (13th. ed). Association of official analytical chemists. Washington, D.C.
2. Camlin, M.S., T.J. Gilliland and R.H. Stewart. 1983. Productivity of mixtures of Italian ryegrass and red clover. Grass and Forage Sci. 38:73-78.
3. Ensminger, M.E. 1971. Dairy cattle science. The interstate, Inc., Danville, Illinois, U.S.A., p. 103.
4. Frame, J., R.D. Harkess and I.V. Hunt. 1972. The effect of a ryegrass companion and the variety of red clover on the productivity of red clover swards. J. Brit. Grassl. Sci. 27:241-249.
5. Frame, J., R.D. Harkess and I.V. Hunt. 1976. The influence of date sowing and seed rate on the production of pure sown red clover. J. Brit. Grassl. Sci. 18:104-111.
6. Frame, J., R.D. Harkess and I.V. Hunt. 1985. Effect of seed rate of red clover and of

- companion timothy or tall fescue on herbage production. *Grass and Forage Sci.* 40:459-465.
7. Frame, J. and R.D. Harkess. 1987. The productivity of four forage legumes sown alone and with each of five companion grasses. *Grass and Forage Sci.* 42:213-223.
 8. Heath, M.E., R.F. Barnes and D.S. Metcalfe. 1985. *Forages*, 4th ed. The Iowa State University Press, Iowa, U.S.A., p. 432.
 9. Hunt, I.V., J. Frame and R.D. Harkess. 1975. Potential productivity of red clover varieties in S.W. Scotland. *J. Brit. Grassl. Soc.* 30:209-216.
 10. Kiso, S., Kikuchi, K., Noshiro, M. and M. Katayama. 1992. Changes of dry matter yield and botanical composition in timothy(*Phleum pratense* L.) late variety Hokushu-legumes mixtures. *J. Japan. Grassl. Sci.* 38(1):71-79.
 11. Kothmann, M.M. 1966. Nutrients content of forage in the morning compared to evening. *J. Range Managt.* 19:95-96.
 12. Laidlaw, A.S. and J.M. McBratney. 1980. The effects of companion perennial cultivars on red clover productivity when timing of the first cut is varied. *Grass and Forage Sci.* 35:257-265.
 13. Lehmann, J. and E. Meister. 1985. Advantages and management of grass-legumes associates in forage production. *Proc. of the XV Int. Grassl. Congr.* Kyoto, Japan. 582-584.
 14. McBratney, J.M. 1981. Productivity of red clover grown alone and with companion grasses over a four-year period. *Grass and Forage Sci.* 36:267-279.
 15. McBratney, J.M. 1984. Productivity of red clover grown alone and with companion grasses; further studies. *Grass and Forage Sci.* 39:167-175.
 16. Popo, G.S., J.M. McNaughton and H.E.H. Jones. 1959. Oestrogens in British pasture plants. *J. Dairy Res.* 26:196-202.
 17. Sheldrick, R.D., R.H. Lavender and V.J. Tewson. 1986. The effects of frequency of defoliation, date of first cut and heading date of a perennial ryegrass companion on the yield, quality and persistence of diploid and tetraploid broad red clover. *Grass and Forage Sci.* 41:137-149.
 18. 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.
 19. Van Dyne, G.H. and H.F. Heady. 1965. Dietary chemical composition of cattle and sheep grazing in common a dry annual range. *J. Range Managt.* 18:78-85.
 20. 李仁德, 明全, 宋祐錫, 田榮淇. 1987. Orchard-grass-Red clover 混播利用에 관한 연구. I. 草種構成比率이 山羊의 攝取量, 消化率 및 選擇採食食性に 미치는 影響. *韓草誌.* 7(1):31-36.
 21. 韓仁圭, 孟元在. 1991. 反芻營養學, 鄉文社. 서울. p. 355.