

사초용 호맥(*Secale cereale* L.)과 Red Clover(*Trifolium pratense* L.)의 혼작에 관한 연구

전병태 · 이상무 · 문상호

Studies on the Mixed Cropping with Forage Rye(*Secale cereale* L.) and Red Clover(*Trifolium pratense* L.)

B. T. Jeon, S. M. Lee and S. H. Moon

Summary

This experiment was carried out to determine the effects of seeding method and seeding ratio in mixed cropping of forage rye and red clover on dry matter yield, nutritional yield and chemical characteristics of soil.

The main treatment was two seeding methods(drilling and broadcasting) and the sub treatment was six seeding ratios between rye and red clover(T1; 150kg : 0 kg/ha, T2; 120 : 3, T3; 90 : 6, T4; 60 : 9, T5; 30 : 12, T6; 0 : 15). The experiment was performed at the College of Natural Science of Kon-Kuk University in Chungju in 1992. The results were summarized as follows; 1. Protein content was increased by increasing the seeding ratio of red clover, but content of NDF and ADF were decreased. 2. The seeding method did not affects significantly the dry matter yield, but broadcasting showed higher dry matter yield than drilling in the same seeding ratio. Especially, T3 of broadcasting was the highest yield of 13,172 kg/ha. The T3 of broadcasting and T4 of drilling showed highly crude protein yield of 1,268 kg/ha and 1,252 kg/ha, respectively. 3. Comparing the each seeding ratio of two seeding method, total nitrogen yield of shoot and root of drilling were higher than broadcasting. Especially, T2 and T4 of drilling were the highest in total nitrogen yield. 4. There were more increase in organic matter and nitrogen contents but decrease in K, Ca of soil by increasing the seeding ratio of red clover than soil before experiment. In the seeding methods, broadcasting was an effect of soil improvement.

I. 서 론

호맥은 화분과 곡실작물로서 높은 내한성을 가지고 척박한 토양에서도 성장율이 좋을 뿐 아니라, 전작이나 답리작으로서 단위면적당 생산성이 높아 양축가들이 널리 재배이용하고 있다. 이러한 장점에 반하여 호맥은 출수기 이후에 단백질 함량과 소화율이 급격히 낮아져 사료가치가 떨어짐은 물론 기호성 및

채식성의 감소로 이용면에서 문제화 되고 있다. 특히, 이용시기에 있어서 조기에刈는 건물 및 영양수량이 떨어지며(신과 윤, 1983; 양 등, 1985), 수확기 지연은 소화율 및 사료가치를 저하시킨다(김 등, 1985; 김 등, 1988a)는 많은 보고들이 이를 잘 입증하고 있다. 이에 반해 레드 클로버는 단위면적당 건물수량은 다소 떨어지지만 생육기간 동안 높은 단백질함량과 기호성이 뛰어나 혼작의 동반작물로 이용시에는 이를

개선하는 효과가 큰 작물로 잘 알려져 있다. 한편 화본과 일변도의 작부체계는 지력쇠퇴와 가축의 영양소 불균형을 초래하기 때문에 호맥과 레드클로버 두 작물의 최대 장점을 활용한 작부방식을 택함으로써 이들의 상호 문제점을 해결할 수 있을 것이다.

이러한 작부방식은 토양수분의 유효이용 및 토양 비옥도증진, 두과작물의 질소 고정능력에 기인하는 호영향 즉, 단백질이 균형을 갖는 사료생산은 물론 기호성을 높여 양과 질적인 면을 충족시킬 수 있다고 생각한다(北村과 西村, 1979). 그러나 화본과와 두과작물의 혼파에 관한 연구는 많이 보고(Chestnutt, 1971; Willey, 1972; 川本 등, 1987; 尾形 등, 1986; 이, 1988ab) 되었으나, 후작작물인 호맥과 레드 클로버의 혼작에 관한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구는 호맥과 레드 클로버의 혼작시 가장 이상적인 혼파방법 및 파종량 비율을 규명하여 호맥 단작재배에서 지적된 문제들을 해결함과 동시에 호맥작부체계의 기초자료를 제공하고자 실시 하였다.

II. 재료 및 방법

본 실험은 1991년 8월 부터 1992년 5월 까지 건국대학교 부속 실습농장내 사료포장에서 실시하였다. 시험포장은 청예용 수단그라스를 재배하던 포장으로 토양의 특성은 표 1에서와 같이 약산성으로 유효인산 함량이 일반토양에 비하여 높고 유기물함량은 중정도인 토양이었다.

Table 1. Chemical properties of the pre-trial soil

pH (1:5)	Organic matter(%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)	Total Nitrogen (%)	Exchangeable (me/100g)		
				K	Ca	Mg
6.11	2.66	569.8	0.14	0.34	6.29	1.97

공시초종 및 품종은 Rye(*Secale cereale* (L.) cv. Kodiak)와 Red clover(*Trifolium pratense*(L.) cv. Kenland)를 사용하였다. 파종방법은 산파와 조파로서, 조파는 파종깊이 2.5cm로 한 호맥 휴폭 50cm에 Red clover를 간작하였다.

구당면적은 2m × 2m = 4m²로 하고, 파종방법을 주구로 파종량을 세구로 한 분할구 배치 3반복으로 하였다. 호맥과 레드 클로버의 파종량은 표 2에서 보는 바와 같다.

Table 2. Seeding rates of the six levels in mixed culture

Treatments	T1	T2	T3	T4	T5	T6
 kg/ha					
Rye	150	120	90	60	30	0
Red clover	0	3	6	9	12	15

시비량은 기비 ha당 질소, 인산, 가리를 각각 80, 200, 75kg, 추비는 1992년 3월 23일에 요소와 가리를 각각 40, 75kg 사용하였다. 파종은 1991년 9월 17일에 하였으며, 예취는 다음해 5월 11일에 하였다.

수량조사는 수확시((Rye: 출수기, Red clover: 영양

생장기) 전면적을 예취하여 구하였고, 이중 반복별 1kg을 Sample로 취하여 75℃ 통풍건조기에서 48시간 건조후 평량하여 건물중 및 영양분석 시료로 사용하였다.

뿌리의 채취는 각 시험구 마다 반복별로 50cm ×

50cm 크기의 방형틀을 놓고 25cm 깊이로 토양을 채취한 후, 뿌리 부분에 손상이 가지 않도록 세척 분리하여 75℃ 통풍건조기에서 48시간 건조후 평량한 후 시료로 사용하였다.

시료의 NDF 및 ADF 함량은 Goering과 Van Soest법 (1980)에 의하여 분석하였으며 단백질 수량조사는 Kjeldahl법에 의하여 구하였다. 토양분석은 시험 전, 후 각 시험구 마다 3반복으로 표면을 약간 긁어 제거한 후 토양시료를 지면에서 20cm 깊이로 채취하여 음건 후 분쇄하여 시료로 사용하였다. pH측정은 pH meter로, 유기물은 Tyurin법, 유효인산은 몰리브덴청법, K, Ca 및 Mg는 원자흡광 분석법에 의하여 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식물체의 뿌리와 지상부의 영양성분

표 3에 식물체의 뿌리와 지상부의 질소함유율, 조단백질, NDF 및 ADF 함량을 나타냈다.

산파시 뿌리 질소 함유율은 호맥단과의 경우 0.61%, 혼파는 0.70-0.86%, 레드 클로버 단파구는 2.12%로 레드 클로버 단작구가 가장 높게 나타났다. 동일 파종량 간에 비교시 조파구는 각각 산파에 비하여 높은 함량치를 보였으나, 조파구 역시 파종량 비율 간에 나타난 함량치는 두과 파종비율이 높아짐에 따라 뿌리에 잔류되어 있는 질소함량이 높은 것으로 나타났다.

Table 3. Effect of seeding method and seeding rate on the root nitrogen, NDF and ADF contents (Rye + Red clover)

Seeding method	Seeding rate	Root N (%)	Shoot		
			CP(%)	NDF(%)	ADF(%)
Broad-casting	T1	0.61	9.31	76.74	43.44
	T2	0.75	9.95	74.14	42.77
	T3	0.70	9.63	76.54	43.31
	T4	0.72	11.00	73.89	38.99
	T5	0.86	10.11	73.58	40.15
	T6	2.12	16.63	55.63	31.71
Drilling	T1	0.76	9.13	76.82	43.29
	T2	0.78	10.00	75.66	42.05
	T3	0.77	10.79	73.92	39.08
	T4	0.81	11.67	72.79	38.84
	T5	0.92	10.36	73.00	40.24
	T6	2.23	17.38	46.36	29.64

* T1 : (Rye 150 : Clover 0 kg/ha), T2 : (Rye 120 : Clover 3 kg/ha)
 T3 : (Rye 90 : Clover 6 kg/ha), T4 : (Rye 60 : Clover 9 kg/ha)
 T5 : (Rye 30 : Clover 12 kg/ha), T6 : (Rye 0 : Clover 15 kg/ha).

지상부의 단백질 함유율은 두과비율이 증가함에 따라서 T4구 까지 산파, 조파구 모두 높아지는 경향을 보였으나, T5구는 T4구 보다 떨어지는 경향을 보였다. 또한 지상부의 단백질 함유율은 산파, 조파구 모두 T6구를 제외 하고는 12%이하의 수치를 보였

다.

두과비율이 증가함에 따라서 뿌리 질소 함유율이 높아진 것은 두과작물의 파종량 증가로 뿌리중에 보다 많은 질소를 축적하여 질소 함유율이 높아졌다고 생각 된다(이, 1988b).

산파, 조파구 모두 레드 클로버 단파구를 제외하고 지상부 조단백질 함유율이 12% 이하의 낮은 수치를 보였던 것은 본 실험의 경우 수확기의 지연으로 인해 재배기간이 길어져 다소 숙기가 빨라졌기 때문으로 생각된다(김 등, 1988b).

NDF와 ADF의 함량은 산파의 호맥 단파구에서 각각 76.7, 43.4%, 그리고 레드 클로버 단파구는 55.6%, 31.7%로 나타났다. 조파에서 호맥 단파구는 NDF와 ADF의 함량이 각각 76.8, 43.8%, 그리고 레드 클로버 단파구는 46.4%, 39.6%로 나타났다.

NDF의 함량은 산파, 조파구 모두 레드 클로버의 파종비율이 많아질수록 낮아지는 경향이었으며 또한 ADF도 같은 경향을 보였다.

호맥 단파구에 비하여 클로버의 파종비율이 많아질수록 NDF와 ADF의 함량이 낮아진 것은 조단백질 함유율이 상대적으로 높았기 때문이다.

2. 건물 및 조단백질 수량

건물과 조단백질 수량은 표 4에 나타났다.

파종방법간에 있어서 조파보다 산파구에서 건물수량이 많았다. 이는 조파의 경우 휴복을 두고 파종하였기 때문에 이른 봄철 빈 여지에 잡초의 침입에 의한 생육저하로 수량이 떨어진 것으로 사료된다.

산파구에 있어서 혼파비율에 따른 건물수량은 유의성이 없었으나 T3구에서 13,172kg/ha로 가장 높게 나타났다. 조파에서는 호맥 단파구가 혼파구 보다 유의적으로 높았고($P<0.01$), 레드 클로버의 파종량이 증가함에 따라 건물수량은 낮아지는 경향이였다. 이와 같은 결과는 본 실험의 경우 레드 클로버의 파종비율이 증가함에 따라 두과작물 수량의 증수를 기대할 수 있다고 생각된다(北村, 1984; 김 등, 1985).

산파의 조단백질수량은 단파구인 T1구가 ha당 1,105kg에 비해 혼파구인 T2, T3, T4구가 ha당 각각 1,216, 1,268, 1,224kg으로 모두 T1구 보다 높게 나타났으며, 특히 T3구에서 가장 많은 생산량을 나타냈다. 조파는 호맥 단파구인 T1구에 비하여 단지 T4구만이 1,252kg으로 T1구 보다 높았으며, 나머지구는 모두 유의적으로 낮은 수량을 나타냈다($P<0.01$).

혼파에 있어서 산파·조파 모두 레드 클로버의 파종비율이 증가함에 따라 조단백질 수량에서 큰 차이가 없었다. 이는 호맥의 빠른 성장으로 광을 차단하

여 레드 클로버가 생장이 억압되어 수량증가가 나타나지 않았기 때문으로 사료된다(Gangstadt, 1964; Trung 등, 1985). 따라서 본 실험에 사용된 증생종인 레드 클로버를 극조생종으로 대체하면 보다 많은 건물 및 조단백질 수량을 기대할 수 있을 것이다.

혼파의 파종비율에 따른 조단백질 수량은, 레드 클로버의 수량에 영향을 받지 않고 호맥의 단백질수량에 의해서 많은 영향을 받았다. 이는 레드 클로버가 단백질함유율은 높지만 건물수량이 낮아 단백질수량에 영향을 미치지 못하였기 때문이다.

3. 지상부와 지하부의 질소수량 비교

지상부와 지하부의 질소수량 비교는 그림 1에서 보는 바와 같이, 산파구에서 뿌리의 질소수량은 T4구가 가장 많았고 T6구에서 가장 낮은 수치를 나타내었으며, T4구는 지상부와 지하부가 다른 구보다 모두 높았다. 그러나 조파구에서는 T4구가 지상부의 질소수량 면에서만 가장 높게 나타났고 지하부의 수량에서는 T2구 보다 조금 낮았다. 조파와 산파를 동일 비율에서 비교해 보면 조파구가 산파구 보다 전체적으로 뿌리질소 수량이 높게 나타났다.

조파구에서는 T4구가 T2구 보다 지하부의 수량이 조금 낮았으나 지상부의 질소수량은 높게 나타났다. 또한 뿌리의 질소수량은 동일 파종조건에서는 조파구가 산파구보다 높았다. 이는 조파가 산파보다 수광 조건 및 토양양분의 유효한 이용으로 개체가 충실한 생육을 하였기 때문으로 사료된다(Allen, 1977; Boller과 Nosberger, 1987). 한편 지상부와 지하부의 총 질소수량은 산파구에서 T4구가 가장 많았고 조파구에서는 T2구가 가장 많았다. 또한 조파구는 T6구를 제외하고 전체적으로 산파구 보다 높은 질소수량을 나타냈다. 특히 조파구인 T2구와 T4구에서 총 질소수량이 높았던 것은 지상부와 지하부의 건물 및 단백질 함유율이 높았던 것에 기인된 것으로 생각된다.

4. 토양의 이화학적 성분

파종방법 및 두과 및 화분과 작물의 파종비율에 따른 시험 전·후 토양성분은 표 5에 나타났다.

pH와 Ca는 시험전에 비하여 산파, 조파 모두 감소하는 경향을 보였고, 혼파의 두과비율이 증가됨에 따라 호맥단파구 보다 pH 및 Ca함량은 더욱 낮아졌다.

Table 4. Effect of seeding method and seeding rate on the shoot dry matter and crude protein yield of rye and red clover.

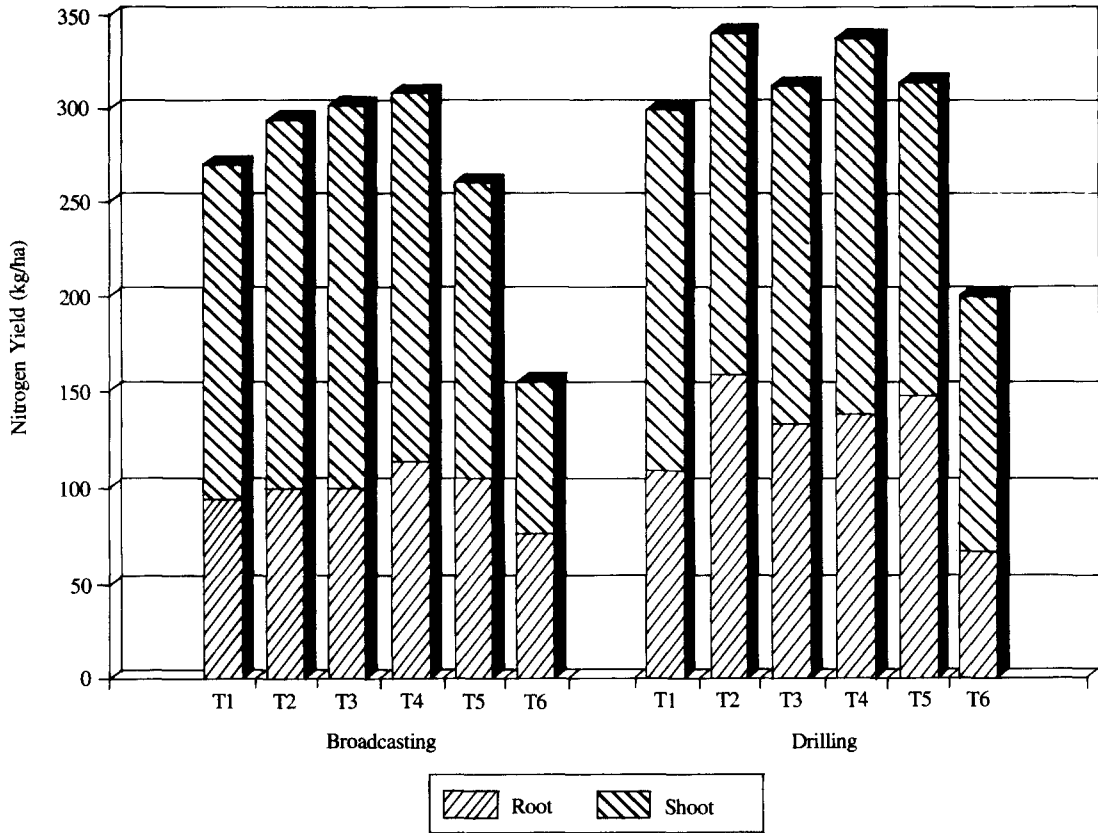
Seeding method	Seeding rate	DM yield (kg/ha)	CP yield (kg/ha)
Broadcasting	T1 : Rye	11,878 ^a	1,105 ^b
	Rye	12,127	1,198
	T2 : Red clover	106	18
	Total	12,233 ^a	1,216 ^{ab}
	Rye	13,049	1,247
	T3 : Red clover	123	21
	Total	13,172 ^a	1,268 ^a
	Rye	10,620	1,135
	T4 : Red clover	503	89
	Total	11,123 ^a	1,224 ^{ab}
	Rye	8,496	782
	T5 : Red clover	1,158	194
	Total	9,654 ^a	976 ^c
	T6 : Red clover	3,036 ^b	504 ^d
	T1 : Rye	13,162 ^A	1,201 ^{AB}
	Rye	10,915	1,043
	T2 : Red clover	483	97
	Total	11,398 ^{AB}	1,140 ^{BC}
Rye	9,758	1,000	
T3 : Red clover	686	126	
Total	10,444 ^{AB}	1,126 ^{BC}	
Drilling	Rye	10,160	1,143
	T4 : Red clover	570	109
	Total	10,730 ^{AB}	1,252 ^A
	Rye	9,016	782
	T5 : Red clover	1,087	194
	Total	10,103 ^B	1,046 ^c
T6 : Red clover	4,833 ^C	840 ^d	

* Values with the same letter are not significantly different at the 1% level.

* T1 : (Rye 150 : Clover 0 kg/ha), T2 : (Rye 120 : Clover 3 kg/ha)

T3 : (Rye 90 : Clover 6 kg/ha), T4 : (Rye 60 : Clover 9 kg/ha)

T5 : (Rye 30 : Clover 12 kg/ha), T6 : (Rye 0 : Clover 15 kg/ha).



T1 : (Rye 150 : Clover 0 kg/ha), T2 : (Rye 120 : Clover 3 kg/ha)
 T3 : (Rye 90 : Clover 6 kg/ha), T4 : (Rye 60 : Clover 9 kg/ha)
 T5 : (Rye 30 : Clover 12 kg/ha), T6 : (Rye 0 : Clover 15 kg/ha).

Fig. 1. Nitrogen yield of root and shoot in the seeding method and seeding rate.

시험전 토양에 비하여 pH와 Ca함량이 낮아진 이유는 실험 착수시 석회 사용을 하지 않아 pH가 낮아졌다고 생각되며, 두과식물은 석회의 이용도가 화분과 작물보다 높기 때문에 두과비율이 높아짐에 따라서 pH가 낮아졌다고 생각된다(김 등, 1991; 이 등, 1991). 유기물과 질소 함유율은 pH와는 달리 호맥단 파구에 비하여 두과비율이 높아짐에 따라서 증가되는 경향을 나타냈다. 이는 두과작물의 혼작에 의한 공중질소의 고정과 뿌리에 의한 영향으로 유기물과 질소함유율이 높아졌다고 생각된다(이, 1988; Boller, 1978; Schomberg, 1990). K 함량에 있어서 전 시험구 모두 시험전 보다 높은 함량을 보였으나 호맥 단파구

에 비하여 두과비율이 높아짐에 따라서 낮은 수치를 나타냈다. 토양 중 K 함량에 있어서 두과비율이 높아짐에 따라서 함량이 낮아진 것은 두과작물은 일반적으로 화분과 작물보다 K의 요구도가 높기 때문에 두과 식물체의 수탈에 의해 낮아졌다고 생각된다(정과 김, 1989).

Mg 함량에 있어서 산파, 조파 모두 T6구에서 가장 낮은 수치를 보였다. 일반적으로 식물체에 있어서 Mg의 흡수는 Ca과 K에 의해서 억제되어 진다는 것은 잘 알려져 있다(野村, 1978). 따라서 토양중 K와 Ca 함량이 가장 낮은 T6구에서 Mg 함량도 가장 낮은 수치를 보인 것은 K와 Ca의 함량이 낮아짐에 따라서

식물체에 의한 Mg의 흡수가 활발히 진행되어 T6구에서 Mg 함량이 가장 낮은 수치를 나타냈다고 생각된다. 또한 대부분의 두과작물은 화분과 작물에 비하여 높은 Mg 함량을 보이는데 이로 인하여 두과작물의 단작구인 T6구에서 많은 Mg의 흡수가 일어나 토양중 Mg 함량이 가장 낮은 수치를 보였다고 생각된다.

다(정, 1984). 본 실험 결과로 토양중 pH와 Ca 함량은 석회 무시용으로 인하여 시험전 보다 낮은 수치를 보였으나 두과작물의 혼작에 따른 영향으로 토양유기물과 질소함량이 증가되어 토양 비옥도가 개선된 결과를 보였다.

Table 5. Chemical properties of the pre-and post-trial soil

Soil	Seeding Meth.	Treat.	pH (1:5)	Organic matter(%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)	Total N(%)	Exchangeable(me/100g)		
							K	Ca	Mg
S.B.T			6.11	2.66	569.8	0.14	0.34	6.29	1.97
	Broad-Casting	T1	6.05	2.68	553.0	0.14	0.62	6.23	2.31
		T2	6.15	2.88	500.7	0.14	0.57	6.35	2.37
		T3	6.07	2.80	608.7	0.14	0.58	6.29	2.35
		T4	6.09	2.88	585.3	0.15	0.50	6.10	2.33
		T5	5.73	2.97	528.1	0.15	0.42	5.92	2.80
		T6	5.71	3.07	593.7	0.17	0.40	5.76	1.61
S.A.T									
	Drilling	T1	6.05	2.69	546.8	0.13	0.66	6.06	1.74
		T2	6.08	2.76	598.0	0.13	0.54	6.04	1.96
		T3	6.00	2.77	573.0	0.13	0.54	6.07	1.87
		T4	5.94	2.80	663.7	0.14	0.54	5.96	1.93
		T5	6.02	2.88	576.8	0.14	0.54	5.87	1.88
		T6	5.84	3.13	559.4	0.16	0.54	5.80	1.80

Seeding Meth. : Seeding method, S.B.T.: chemical properties of the pre-trial soil. S.A.T. : Chemical propertion of the post-trial soil.

T1 : (Rye 150 : Clover 0 kg/ha), T2 : (Rye 120 : Clover 3 kg/ha)

T3 : (Rye 90 : Clover 6 kg/ha), T4 : (Rye 60 : Clover 9 kg/ha)

T5 : (Rye 30 : Clover 12 kg/ha), T6 : (Rye 0 : Clover 15 kg/ha).

이상의 결과를 종합해 볼 때 호맥과 레드 클로버의 적정 파종비율은 건물수량, 조단백질함량, 토양비옥도 개선을 고려해 볼때, 호맥과 레드 클로버의 적정비율은 산파, 조파 모두 T4구가 가장 적합한 것으로 나타났다. 그러나 생산량 및 토양의 이화학적 성분의 개선을 비교 검토할 때 1년간의 본 실험 결과로 혼파의 효과와 적정 파종비율을 권장하기에는 미흡한 점이 다소 있다. 따라서 연간 작부체계의 확립이라는 관점에서 전·후작의 작물선택과 관련하여 앞으로 검토가 이루어져야 할 것으로 생각되며 조파의 경우 T2구와 T3구의 호맥파종량을 기준으로 레드 클로버

의 파종비율을 증가시켰을 때의 건물 및 영양수량의 개선효과를 검토해 볼 여지가 있다.

IV. 적 요

본 실험은 호맥과 레드 클로버 혼파 재배시 최적의 파종방법과 파종비율을 제시하고자, 파종방법(산파와 조파)을 주구로 하고, 파종비율(T1: Rye 150 + Clover 0 kg/ha, T2: Rye 120 + Clover 3kg/ha, T3: Rye 90 + Clover 6 kg/ha, T4: Rye 60 + Clover 9 kg/ha, T5: Rye 30 + Clover 12kg/ha, T6: Rye 0 + Clover

15 kg/ha)을 세구하여 이들이 목초의 수량, 품질 및 토양의 이화학적 성분에 미치는 영향을 건국대학교 사료포장 및 실험실에서 1991년 8월부터 1992년 8월 까지 검토하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 레드 클로버의 파종비율이 많아질수록 조단백질 함량은 높아 졌으나 NDF 및 ADF의 함유율은 낮은 경향을 보였다.

2. 건물수량은 파종방법간에 유의성은 없었으나 동일파종 비율에서는 산과구가 조과구 보다 높게 나타났다. 특히 산과한 T3구에서 13,172 kg/ha로 가장 높은 수량을 보였다. 조단백질 수량은 산과한 T3구, 조과구에서는 T4구가 각각 1,268 kg/ha, 1,252 kg/ha로 높은 수량성을 보였다.

3. 질소수량은 지상, 지하부 모두 동일 파종비율에서는 산과구 보다 조과구가 높았다. 특히 조과구의 T2, T4구가 가장 높은 수량을 보였다.

4. 시험전 토양에 비하여 토양유기물과 질소함유율은 두과의 비율이 많을 수록 증가하였고, K, Ca은 감소하였으며 파종방법에서는 산과구가 조과구보다 토양개선 효과가 높은 것으로 나타났다.

V. 인용 문헌

1. A.O.A.C. 1980. Official methods of analysis, Association of Official Agric. Chemist. Washington, D. C.
2. Boller, B. and J. Nosberger. 1987. Symbiotically fixed nitrogen from field-grown white and red clover mixed with ryegrasses at low levels of N-fertilization. *Plant and Soil*. 104:219-226.
3. Chestnutt, D.B.M. 1971. Effects of white clover on the botanical composition of swards of ryegrass, timothy and meadow fescue and mixtures of these three. *J. Brit. Grassl. Soc.* 26:35-40.
4. Gangstadt, E.O. 1964. Physical and chemical composition of grass sorghum as related to palatability. *Crop. Sci.* 4:269-273.
5. Schomberg, H.H. and R.W. Weaver. 1990. Early growth and Nitrogen fixation by arrow leaf clover in response to starter nitrogen. *Agron. J.* 82:946-951.
6. Trung, B.C. and S.K. Yoshida. 1985. Influence of Planting density on the Nitrogen and grain Productivity of Mungbean. *Japan J. Crop Sci.* 54 (3):266-272.
7. 尾形昭逸, 松本勝士, 實岡實文. 1986. マメ科イネ飼料作物の混作する關研究. 第1報. ソルガム青刈ダイス, サイラトロの混作下における乾物生産および窒素の動態. *日草誌*. 32(1):36-43.
8. 北村征生. 1984. 暖地型マメ科, イネ科兩草種混播栽培に関する研究. IV. サイラトロと種暖地型イネ科牧草との混播栽培における可消化乾物收量と乾物消化率. *日草誌*. 30(1):6-12.
9. 北村征生, 西村修一. 1984. 暖地型マメ科, イネ科兩草種混播栽培に関する研究. VIII. カウピトウモロコシとの競争能力と生育および窒素固定關係. *日草誌*. 25(1):35-42.
10. 川本康傳, 増田泰久, 五斗一郎. 1987. 青刈ソルガムと青刈大豆との混作栽培における違いが生長と競争關係に及ぼす影響. *日草誌*. 33(3):293-295.
11. 野村忠弘. 1978. 牧草のマグネシウム吸収に及ぼすようマグネシウムりん酸の施用效果. *日草誌*. 23(4):334-341.
12. 김동암, 서 성, 이효원, 조무환, 임상훈. 1985. 외국산 도입호맥의 청예사료로서의 생산성 비교 연구. III. 추과 호밀품종의 답리작 조건에서의 내한성과 사초수량. *한축지*. 27(3):183-186.
13. 김정갑, 양종성, 이상범, 한민수. 1988a. 대맥 및 호맥의 건물생산성과 사료가치에 관한 연구. I. 생육특성 및 건물축적 형태에 대한 생리적분석. *한축지*. 30(2):137-142.
14. 김정갑, 양종성, 이상범, 한민수. 1988b. 대맥 및 호맥의 건물생산성과 사료가치에 관한 연구. II. 생육단계별 화학성분, 소화율 및 에너지 함량변화. *한축지*. 30(3):193-198.
15. 김희경, 김동암, 조무환. 1991. Alfalfa의 재배에 관한 연구. II. 석회 및 기비의 시용과 근류균 접종이 초기생육, 뿌리혹 형성 및 건물수량에 미치는 영향. *한초지*. 11(3):145-152.
16. 신정남, 윤익석. 1983. 생육시기가 Silage의 사양가치에 미치는 영향. *한초지*. 4(1):41-60.

17. 양종성, 김정갑, 송용엽, 박창선. 1985. 담리작 청예호맥 수확기가 수량 및 영양가에 미치는 영향. 축시연보. pp. 895-898.
18. 이성규. 1988a. Silage용 옥수수과 두과작물의 간작에 관한 연구. I. Silage용 옥수수(*Zea mays* L.)와 동부(*Vigna sinensis* king)의 간작이 생장특성과 건물 및 유기수량성에 미치는 영향. 한초지. 8(1):47-54.
19. 이성규. 1988b. Silage용 옥수수과 두과작물의 간작에 관한 연구. II. Silage용 옥수수(*Zea mays* L.)와 동부(*Vigna sinensis* king)의 간작이 영양성분 함량 및 수량에 미치는 영향. 한초지. 8(2):128-134.
20. 이종경, 서 성, 김하중. 1991. 걸뿌림 및 다른 파종방법들이 Alfalfa의 생육과 수량 및 조단백질 생산량에 미치는 영향. 한초지. 11(2):84-89.
21. 정연규. 1984. 초지토양 관리와 비료. 가리연구회.
22. 정연규, 김성채. 1989. 산지 초지개발을 위한 다량요소의 적정 시비율 및 시비량 결정에 관한 연구. I. 혼파초지에서 음이온 N:S:P 및 양이온 K:Ca:Mg 적정시비 비율. 한초지. 9(1):26-33.