

White Clover 우점초지의 갱신에 관한 연구

이인덕 · 이형석* · 박연진*

Study on the Renovation of White Clover Dominated Pasture

In Duk Lee, Hyung Suk Lee* and Yon Jin Park*

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of renovation of white clover dominated pasture. It was arranged in a randomized block design with two mixture types: 5-species mixtures(5-SM); orchardgrass 40% + tall fescue 20% + perennial ryegrass 10% + Kentucky bluegrass 10% + red clover 20% and 8-species mixtures(8-SM); orchardgrass 40% + tall fescue 20% + perennial ryegrass 10% + Kentucky bluegrass 5% + redtop 5% + red fescue 5% + alfalfa 5% + red clover 10%. This study was carried out from 1997 to 1999 at Chungnam National University. In the white clover dominated pasture, the DM yield was higher obtained in the 8-SM than that of in 5-SM, but there was no significant difference between 8-SM and 5-SM in both chemical composition and DM digestibility except content of CP. The yields of CPDM and DDM were higher in 8-SM than those in 5-SM as well($P < 0.05$). In botanical composition, the renovation by 8-SM and 5-SM, comparing with that of before renovation, were effective for controlling of weeds and white clover, and maintained good botanical composition of herbage stands. however, 8-SM was more effective for control of weeds than 5-SM. The results from this study proved that 8-SM treatment, which was effective for the control of weeds and white clover, produced a higher DM, CPDM and DDM yields of herbages, and maintained good botanical composition in white clover dominated pasture.

(Key words : Pasture renovation, Reseeding, Mixtures, White clover)

I. 서 론

White clover는 조단백질 함량이 높고 가축에 의한 기호성이 높을 뿐 아니라, 상번초위주의 초지에서 나타나기 쉬운 나지를 방지할 수 있어 지금까지 널리 이용되고 있다. 그러나 지역 및 관리방법에 따라서는 white clover도 다른 초종에 의해

억압되는 경우도 있으나(Yarrow와 Penning, 1994), 우리나라에서는 대부분 다른 초종을 억압하여 white clover 우점초지가 됨으로서 초지의 생산성을 저하시키고, 식생구성의 불균형으로 인해 혼파초지로서의 본래의 역할을 다하지 못하는 경우가 빈번하다(김 등, 1975; 윤 등, 1977). white clover가 우점된 부실초지는 제조제 + 보파의 방법으로 갱

충남대학교 농과대학(College of Agriculture, Chungnam National University, Taejon 305-764, Korea)

* 우송정보대학(Woosong Information College, Taejon 300-715, Korea)

신하게 되는데 이에 대한 유사한 연구가 송 등(1982), 김 등(1983), 김 등(1986), 최 등(1986) 및 김 등(1987)에 의해 수행되어 그 결과가 보고된 바 있다. 본 시험에서도 여러 가지 원인으로 이미 white clover가 우점된 기존의 혼파초지를 대상으로 제초제처리 후 보파조합을 달리하였을 때, 이들 보파조합의 차이가 white clover 우점초지의 갱신에 어떤 영향을 미치는지를 구명하여 white clover 우점초지를 효과적으로 갱신할 수 있는 방안을 제시하고자 시험을 수행하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 충남대학교 농과대학 초지시험포장에서 1997년 7월부터 1999년 12월까지 수행하였다. 시험에 공시된 시험 전 초지의 상태는 orchard-grass(OG) 6% + tall fescue(TF) 19% + perennial ryegrass(PR) 2% + Kentucky bluegrass(KB) 1% 및 white clover(WC) 59%와 잡초 13%으로, white clover가 우점된 기존 혼파초지에서 수행하였다. white clover를 억제하기 위한 제초제처리는 1997년 7월 8일 반벨액제 400ml/10a를 살포하였다. 보파용 초종의 조합은 OG 40% + TF 20% + PR 10% + KB 10% + red clover(RC) 20%를 조합한 5초종 혼파조합(5-species mixtures, 5-SM)과, OG 40% + TF 20% + PR 10% + KB 5% + red top(RT) 5% + red fescue(RF) 5% + alfalfa(AA) 5% + red clover(RC) 10% 등 8초종 혼파조합(8-species mixtures, 8-SM)의 2처리를 두어 실시하였다. 보파는 1997년 7월 28일 20kg/ha기준으로 걸뿌림 + 갈퀴질방법으로 하였으며, 보파 당시 시비는 하지 않았다. 1998년과 1999년의 연간 시비량은 각각 N160-P₂O₅100-K₂O120kg/ha이었다. 시험구의 구당 면적은 48m²로 2처리 4반복으로 수행하였다. 건물수량은 예취시마다 조사한 생초수량에 건물율을 곱하여 산출하였다. Crude protein(CP)은 AOAC방

법(1990)으로, 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. Dry matter digestibility (DMD)는 Tilley와 Terry(1963)의 방법으로 조사하였다. 조단백질 및 가소화건물수량은 각 예취시 건물수량에 각 예취시 시료의 CP 함량 및 *in-vitro* 건물소화율을 곱하여 산출하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 건물수량

보파조합 유형별로 조사한 ha당 건물수량은 표 1에서 보는 바와 같다. 1998년, 1999년 및 2년 평균 건물수량은 두 보파조합 모두 갱신 전에 비하여 갱신 후에는 건물수량이 현저히 증가되는 결과를 보였다. 이러한 결과는 김 등(1983), 김 등(1986), 최 등(1986) 및 김 등(1987)의 보고와 같이 갱신 후에 건물수량이 증가되었다는 연구결과와 부합되는 것이었다. 보파유형에 따른 ha당 건물수량은 시험년도에 관계없이 5-초종 보파조합에 비하여 8-초종 보파조합에서 높은 경향이었고, 2년간 평균 건물수량도 8-초종 보파조합에서 더 높은 결과를 나타내었다(P<0.05). 이는 표 4에서 보는 바와 같이 갱신 전 부실초지의 원인이 되었던 잡초와 white clover(식생비율, 72%)가 5-초종 보파조합에 비하여, 8-초종 보파조합에서는 생육특성이 다른 다양한 초종을 보파함으로써 white clover와 잡초가 우점하였던 자리에 이들 목초에 의한 밀도와 피복율이 증가되었기 때문에 8-초종 보파조합에서 건물수량이 더 높았던 것이라 하겠다. 그러나 혼파의 세계적인 추세는 간단한 혼파조합의 방향으로 장려되고 있으며, 더욱이 너무 많은 다초종을 혼파(14초종)할 경우에는 오히려 단순혼파나 4-5초종의 혼파조합에 비하여 건물수량이 감소

Table 1. Effect of pasture renovation at the different mixtures on the DM yield(kg/ha) in white clover dominated pasture

Year	Renovation mixtures	Cutting times				Total
		1st	2nd	3rd	4th	
1998	5-species ¹⁾ mixtures	3,068 ^a	3,360 ^b	3,432 ^b	1,555 ^a	11,415 ^a
	8-species ²⁾ mixtures	3,204 ^a	3,692 ^a	4,027 ^a	1,780 ^a	12,703 ^a
1999	5-species mixtures	4,418 ^b	3,650 ^b	2,267 ^b	2,884 ^a	13,219 ^b
	8-species mixtures	5,488 ^a	5,217 ^a	2,652 ^a	2,905 ^a	16,262 ^a
Mean	5-species mixtures	3,743 ^b	3,505 ^b	2,850 ^b	2,220 ^a	12,318 ^b
	8-species mixtures	4,346 ^a	4,455 ^a	3,340 ^a	2,343 ^a	14,484 ^a

¹⁾ Orchardgrass 50% + tall fescue 20% + perennial ryegrass 10% + Kentucky bluegrass 10% + red clover 10%.

²⁾ Orchardgrass 40% + tall fescue 20% + perennial ryegrass 10% + Kentucky bluegrass 5% + redtop 5% + red fescue 5% + alfalfa 5% + red clover 10%.

소되었다는 지적도 있는 것이 사실이다. 그러나 우리 나라의 경우는 초지가 발달한 나라들과는 달리 초지 조성 대상지의 여건이나 환경조건에서 차이가 크며, 초지를 관리하는 데도 많은 어려움이 있다. 더욱이 관행적인 5-초종을 혼파하여 조성하였던 기존초지가 white clover에 의한 부실초지화된 경우라면 똑같은 4~5초종에 의한 보파조합으로 초세를 회복시키려는 갱신방법은 검토해 볼 필요가 있다고 하겠다. 따라서 본 시험에서와 같이 white clover 우점초지의 초세를 회복시키는 방법의 하나로 redtop이나 red fescue와 같은 초종을 보파하는 한편, white clover의 대체초종으로 red clover 및 alfalfa를 추가하여 보파하였던 8-초종 보파조합이 앞에서 언급하였던 다초종 혼파조합에 의한 건물수량이 감소되는 문제없이 오히려 건물수량이 증가되는 결과를 가져왔던 것으로 보아 다양한 보파조합에 의한 갱신방법도 검토해 볼 가치가 있다고 하겠다. 이러한 견해는 불경운초지개량에 있어서 파종상의 구비조건이 불리하거나 제반 여건이 불리할 경우, 관행적인 혼파조합에 비하여

초종구성을 다양하게 하고, 파종량도 증가시키는 것이 목초의 정착율과 밀도를 높여 초지의 성공률을 높일 수 있다는 보편적인 견해와 같은 이유로 해석된다고 하겠다. 물론, 갱신의 방법에 따라서는 초지의 밀도가 높을 경우 추비만으로 초세를 회복할 수 있는 경우도 있으며(정 등, 1984; Yarrow와 Penning, 1994), 밀도가 낮으나 잡초비율이 적고 토양비옥도가 높은 경우는 간단한 보파만으로도 갱신의 효과를 얻을 수도 있으며(김 등, 1990), orchardgrass만을 보파하거나(최 등, 1986) 또는 orchardgrass + alfalfa + red clover를 단순보파하여 갱신의 효과를 거둔 연구보고도 있다. 고시연보(1982)는 방목초지의 경우 화분과 단파초지(4,423kg/ha)에 비하여 화분과와 두파를 파종한 혼파초지(4,770kg/ha)에서 건물수량이 높았다고 보고하였으며, 서 등(1996)도 화분과 목초(orchardgrass 위주) + ladino clover(9,420kg/ha)를 파종한 초지에 비하여 주로 하번초위주의 화분과목초(perennial ryegrass 위주) + alfalfa(9,609kg/ha)를 파종한 초지에서 유의성은 없었으나 건물수량이 높았다고 보고

Table 2. Effect of pasture renovation at the different mixtures on the chemical composition(%) in white clover dominated pasture

Year	Renovation mixtures	Cutting times	CP	NDF	ADF	Hemi-cellulose	Cellulose	Lignin	DMD
1998	5-species mixtures	1st	17.1	72.8	38.7	34.1	30.4	7.5	72.3
		2nd	18.1	70.5	38.1	32.5	30.8	7.1	76.6
		3rd	16.6	72.2	39.6	32.6	32.3	7.9	74.4
		4th	15.1	73.1	39.8	33.2	32.6	9.2	73.3
		Mean	16.7 ^b	72.2 ^a	39.1 ^a	33.1 ^a	31.5 ^a	7.9 ^a	74.2 ^a
	8-species mixtures	1st	16.2	73.6	38.2	35.4	30.7	7.0	72.7
		2nd	18.9	70.5	37.6	32.9	31.6	7.5	77.7
		3rd	16.3	72.8	39.5	33.3	31.1	6.5	74.8
		4th	16.5	73.3	40.0	33.0	32.1	7.0	72.6
		Mean	17.0 ^a	72.6 ^a	38.8 ^a	33.7 ^a	31.4 ^a	7.0 ^b	74.5 ^a
1999	5-species mixtures	1st	18.4	61.1	29.1	32.0	23.8	4.5	80.4
		2nd	17.8	68.3	32.4	35.9	24.3	5.5	77.9
		3rd	16.6	65.4	32.5	32.9	25.5	5.3	77.5
		4th	18.7	71.6	36.1	35.5	26.4	7.6	74.5
		Mean	17.9 ^b	66.6 ^a	32.5 ^a	34.1 ^a	25.0 ^a	5.7 ^a	77.6 ^b
	8-species mixtures	1st	18.9	60.9	28.7	31.9	23.8	4.6	81.4
		2nd	18.6	68.7	31.7	37.0	24.1	5.5	78.4
		3rd	17.7	65.4	32.5	32.9	24.7	5.3	78.0
		4th	18.8	70.4	36.0	34.4	26.3	7.5	75.0
		Mean	18.5 ^a	66.4 ^a	32.2 ^a	34.1 ^a	24.7 ^a	5.7 ^a	78.2 ^a
Year	5-species mixtures	17.3 ^a	69.4 ^a	35.8 ^a	33.6 ^a	28.3 ^a	6.8 ^a	75.9 ^a	
Mean	8-species mixtures	17.8 ^b	69.5 ^a	35.5 ^a	33.9 ^a	28.1 ^a	6.4 ^a	76.4 ^a	

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

하고 있어, 갱신할 때 초종을 다양하게 하는 것이 건물수량의 증가에 대체적으로 효과적이었음을 제시하고 있다고 하겠다. 이상의 결과로 보아, 초지 조성 당시에 4~5가지 초종의 혼파조합에 의해 조성된 혼파초지가 시일이 경과함에 따라 여러 가지 원인에 의해 white clover나 잡초가 침입하여 우점

하였던 부실초지의 경우라면 몇 가지 초종을 보파하여 갱신하는 방법도 좋겠으나, 본 시험에서와 같이 생육특성이 서로 다른 다초종(8-초종)에 의한 보파방법도 건물수량을 증가시킬 수 있는 한가지 방법이라 하겠다.

2. 화학적 성분 및 건물소화율

연도별로 조사한 화학적 성분과 건물소화율은 표 2에서 보는 바와 같다. CP 함량은 연도에 관계없이 5-초종 보파조합에 비하여 8-초종 보파조합에서 높았으며(P<0.05), 2년간 평균 CP함량도 5-초종 보파조합(17.3%)에 비하여 8-초종 보파조합(17.8%)에서 높은 결과를 보였다. 그러나 건물소화율을 비롯한 다른 화학적 성분의 함량은 두 보파조합간에 차이를 보이지 않았다. 이는 표 4에서 보는 바와 같이 5-초종 보파조합에서는 두과목초의 식생비율은 다소 높았으나 반대로 잡초의 비율이 높았던 반면에, 8-초종 보파조합에서는 두과목초의 식생비율은 다소 낮았으나 반대로 잡초의 비율이 낮았기 때문에 CP 함량을 제외하고는 목초의 화학적 성분이나 건물소화율에 있어서 보파유형간에 뚜렷한 차이가 없었던 것이 아닌가 생각된다.

3. 조단백질 및 가소화건물 수량

조단백질 수량은 연도에 관계없이 CP 함량과 건물수량이 높았던 8-초종 보파조합이 5-초종 보파조합에 비하여 높은 결과를 가져왔으며(P<0.05), 2년 평균 조단백질 수량도 5-초종보파조합(2,158 kg/ha)에 비하여 8-초종 보파조합(2,597kg/ha)이 높은 결과를 나타내었다(P<0.05). 이러한 결과는 김등(1992)의 보고에서도 부실초지의 무보파구에 비

하여 보파구는 조단백질 생산량이 30~54% 증수되었다고 하였으며, 관행보파구에 비하여 자연낙중구나 입모중보파구에서는 조단백질 생산량이 15~19% 증가되었다고 보고한 바 있어 갱신 전에 비하여 갱신 후의 조단백질 수량이 증가되었던 본 시험결과를 뒷받침하고 있다고 하겠다. 한편, 가소화건물수량은 표 2에서 보는 바와 같이 두 보파조합간에 건물소화율의 유의적인 차이는 없었으나 5-초종 보파조합(75.9%)에 비하여 8-초종 보파조합(76.4%)이 약간 높았을 뿐 아니라 건물수량도 8-초종 보파조합에서 높았기 때문에, 결과적으로 8-초종 보파조합의 가소화건물 수량이 5-초종 보파조합에 비하여 높은 결과를 가져온 것이라 하겠다(P<0.05). 이러한 경향은 2년 평균 가소화건물 수량에서도 같은 양상을 보여 5-초종 보파조합(9,389kg/ha)에 비하여 8-초종 보파조합(11,153kg/ha)에서 가소화건물수량이 높은 결과를 나타내었다(P<0.05). 이상의 결과로 보아, 양분 수량을 높이는 데는 5-초종 보파조합에 비하여 8-초종 보파조합이 더 효과적이었음을 암시하고 있다고 하겠다.

4. 식생변화

갱신 전의 식생비율에 비하여 두 보파조합 모두 갱신 후에는 현저하게 잡초와 white clover의 식생비율이 감소된 반면에 목초의 식생비율이 현저히 증가되는 결과를 얻었다. 이러한 결과는 white

Table 3. Effect of pasture renovation at the different mixtures on the CPDM and DDM yield(kg/ha) in white clover dominated pasture

Renovation mixtures	CPDM			DDM		
	1998	1999	Year mean	1998	1999	Year mean
5-species mixtures	1,937 ^b	2,378 ^b	2,158 ^b	8,478 ^b	10,300 ^b	9,389 ^b
8-species mixtures	2,170 ^a	3,023 ^a	2,597 ^a	9,500 ^a	12,805 ^a	11,153 ^a

^{a, b} Means in the same column with different letters were significantly different (P<0.05). CPDM; Crude protein dry matter, DDM; Digestible dry matter.

Table 4. Effect of pasture renovation at the different mixtures on the botanical composition in white clover dominated pasture

	Renovation mixtures	Cutting times	OG	TF	PR	KB	RT	RF	AA	RC	WC	Weed	
1997	Before renovation		6	19	2	1	-	-	-	-	59	13	
		5-species mixtures	1st	45	18	7	5	-	-	-	16	3	6
			2nd	40	22	5	3	-	-	-	21	2	7
			3rd	40	25	3	1	-	-	-	19	5	7
4th	45		18	7	5	-	-	-	14	5	6		
1998	8-species mixtures	1st	50	21	7	5	4	1	3	6	-	3	
		2nd	44	28	5	3	2	+	4	12	-	2	
		3rd	37	34	5	2	3	1	5	12	-	1	
		4th	39	32	6	3	2	1	6	11	-	+	
1999	5-species mixtures	1st	44	20	5	4	-	-	-	20	3	4	
		2nd	39	24	5	2	-	-	-	24	4	2	
		3rd	30	29	4	1	-	-	-	24	6	6	
		4th	29	32	3	1	-	-	-	26	5	4	
1999	8-species mixtures	1st	41	30	7	2	2	1	5	12	-	+	
		2nd	37	32	5	1	1	+	7	17	-	+	
		3rd	32	36	5	1	1	+	8	15	-	2	
		4th	27	38	4	1	2	1	6	20	-	1	

clover우점 부실초지를 대상으로 시험하였던 김 등 (1983), 김 등(1986), 최 등(1986) 및 김 등 (1987)의 연구보고와도 상당히 부합되는 것이었다. 보파조합에 따른 식생변화는, 5-초종 보파조합에서는 갱신 1, 2년차 모두 갱신 전의 식생구성에 비하여 갱신 후에는 OG의 식생비율이 현저히 증가되는 경향이었고, 기타 화분과목초의 식생비율도 증가되는 양상을 보였다. 특히 white clover를 반벨액제로 억제하고 white clover를 대체하여 보파하였던 red clover의 식생비율은 14~26%의 범위를 보여 white clover의 대체효과를 어느 정도 확인할 수 있었으며, 갱신 전의 초지상태에 비하여 화분과와 두과목초의 식생비율이 어느 정도 균형을 이루는 결과

를 나타내었다. 한편, 8-초종 보파조합의 경우도 갱신 전에 비하여 OG의 식생비율이 현저히 증가되는 경향이었고, 기타 화분과목초의 식생비율도 증가되는 양상을 보였다. 특히 redtop이나 red fescue와 같은 초종의 식생도 고르게 분포되었던 것으로 보아, 갱신 전의 잡초와 white clover가 우점하였던 곳의 일부가 이들 목초로 대체되어 전체적으로 초지의 밀도와 피복률을 높이는데 기여했을 것으로 판단된다. 이러한 양상은 김과 김(1999)의 시험에서도 상번초 위주의 혼파조합에 비해 하번초가 도입된 혼파조합이 연차가 경과함에 따른 여름철 고온기 이후의 잡초율을 낮추는데 더 효과적이었음을 밝힌 바 있다. 더욱이 8-초종 보파조합의

경우, white clover를 대체하여 보파하였던 alfalfa와 red clover의 식생비율은 9~26%의 범위를 보여 5-초종 보파조합에 비하여 전체적으로 식생이 다양하게 분포되었던 결과를 확인할 수 있었다. 한편 잡초율 변화는 갱신 전에 비하여 갱신 후에는 어느 보파조합에서나 감소되는 경향을 보였으나, 여러 가지 초종을 보파한 8-초종 보파조합이 5-초종 보파조합에 비하여 잡초율이 더 낮았던 것으로 보아 8-초종 보파조합이 잡초율 감소에 더 효과적이었음을 알 수 있었다. 그러나 갱신의 효과를 더 높이기 위한 보파조합에 대해서는 세부적인 연구가 차후에 지속적으로 이루어지는 것이 좋을 것으로 본다.

IV. 적 요

본 시험은 보파조합이 white clover 우점초지의 갱신에 미치는 영향을 구명하고자, 5-초종 보파조합(orchardgrass(OG) 50% + tall fescue(TF) 20% + perennial ryegrass(PR) 10% + Kentucky bluegrass(KB) 10% + RC 10%) 과 8-초종 보파조합 [OG 40% + TF 20% + PR 10% + KB 5% + redtop(RT) 5% + red fescue(RF) 5% + alfalfa(AA) 5% + red clover(RC) 10%] 의 2처리를 두어 충남대학교 농과대학 초지시험포장에서 1997년 7월부터 1999년 10월까지 실시하였으며, 얻어진 결과는 다음과 같다.

건물수량은 5-초종 보파조합보다 8-초종 보파조합에서 높은 결과를 얻었다($P < 0.05$). 화학적 성분과 건물소화율은 CP를 제외하고는, 두 보파조합간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 조단백질 및 가소화 건물수량은 8-초종 보파조합이 5-초종 보파조합에 비하여 높은 결과를 보였다($P < 0.05$). 식생비율은 갱신 전에 비하여 갱신 후에 두 보파조합 모두 잡초와 white clover를 억제하는데 효과적이었으며, 잡초율의 감소는 5-초종 보파조합보다

8-초종 보파조합이 더 효과적이었다. 그러나 갱신 전에 비하여 갱신 후에는 두 보파조합 모두 화본과와 두과목초의 식생비율이 균형을 유지하였다. 이상의 결과를 종합해볼 때, white clover 우점초지의 갱신방법은 5-초종 보파조합보다는 8-초종 보파조합이 더 효과적이라 하겠다.

V. 인 용 문 헌

1. AOAC. 1990. Official methods of analysis(15th ed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
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. Goring, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agri. Handbook. No. 379. ARS. USDA. Washington, D, C.
4. 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.
5. Yarrow, R.H. and P.D. Penning. 1994. Managing grass/clover swards to produce differing clover proportions. Grass and Forage Sci. 49:496-501.
6. 고시연보. 1982. 방목초지형태가 목초수량과 초지식생에 미치는 영향. 고시연보. 265-271.
7. 김동암, 이종열, 김상철. 1975. 혼파초지의 목초수량에 미치는 클로버 및 질소비료의 효과. 축시연보. 544-547.
8. 김문철, 김종하. 1999. 단파 또는 혼파초지에서 Italian ryegrass와 Kentucky bluegrass의 잡초억제효과. 한초지 19(3):241-250.
9. 김영진, 최선식, 육완방. 1992. 보파방법 및 보파시기가 부실초지의 목초율 향상 및 수량에 미치는 영향. 축시연보. 696-705.

10. 김정갑, 김영진, 이종열. 1983. 약제처리에 의한 기존식생제거시험. 축시연보. 787-790.
11. 김정갑, 이상범, 서 성, 이종열. 1986. Ladino clover가 우점된 혼파초지에서 제초제처리가 식생구성 및 초지생산성에 미치는 영향. 한초지. 6(2):71-77.
12. 김영진, 황석중, 이종열. 1987. 제초제에 의한 부실초지 갱신방법 시험. 축시연보. 511-537.
13. 김영진, 박근제, 황석중. 1990. 초지잡초의 생태학적 발생원인 규명. 축시연보. 516-544.
14. 서 성, 이종경, 조무환. 1996. 서로 다른 화분과/두과 방목이용 초지에서 사초생산성 및 초지이용률 비교 연구. 한초지. 16(3):183-189.
15. 송진달, 이기중, 이종열. 혼파초지의 클로바 우점방지에 관한 시험. 1982. 축시연보. 779-811.
16. 정연규, 김현섭, 이종열, 김정갑, 박병훈. 1984. 산지 경사방향별 초지환경 특성규명 및 관리 개선시험. 축시연보. 104-127.
17. 윤상기, 김정갑, 이재선, Weinberger. 1977. 혼파초지의 질소시비량과 예취빈도시험. 축시연보. 919-929.
18. 최선식, 황석중, 이병석. 1986. 저위생산초지 갱신방법에 관한 연구. 축시연보. 637-641.