韓草誌 (J. Korean Grassl. Sci.) 26(2) : 105~112, 2006

페레니얼 라이그라스 위주 초지에서 목초, 잡초 식생 군락간 상호작용

임근발 · 성병렬 · 이현준 · 안병석 · 서 성

The Interaction Index Between Grasses and Weeds in the Grassland Composed with Mainly Perennial Ryegrass

Keun Bal Lim, Byung Ryeol Sung, Hyun Jun Lee, Byung Suk Ahn and Sung Seo

ABSTRACT

This experiment was carried out to investigate the distribution, function of dry matter and competition in the grassland composed with mainly perennial ryegrass. Co-functions between grasses and weeds were evaluated by calculating methods; expected yield (P), agressivity, relative yield total (RYT), compensation index (CI) and morphological index (MI). Each values obtained were influenced by seeding method, grassland management and seasonal changes of co-functional index were identical. Expected yields of spring were lower than those of fall and improved by additional seeding to grassland in early spring time. In the relative yield total (RYT), all were under 1.0 which ranged from 0.17 to 0.41. Compensation index (CI) ranged from −0.3 to −0.6 and all values showed 'under compensation(+, − −)' This means that the conditions of 'under compensation' could be improved through weed control by management of grassland in perennial ryegrass grassland. The results indicated that productivity of grassland mainly composed with perennial ryegrass is negatively affected by weeds like shepherd's purse, crabgrass and barnyard grass. As major weeds, shepherd's purse in spring, crabgrass in summer and barnyard grass in summer and fall were negatively functioned to productivity in the grassland composed with mainly perennial ryegrass.

(**Key words** : Perennial ryegrass, Co-functions, Shepherd's purse, Crabgrass, Barnyard grass)

Ⅰ. 서 론

가축의 조사료를 생산하는 목초지에서 목초와 잡초 간에는 양분, 햇빛 및 공간에 대하여 종간 및 종내 경합이 이루어지는데 이러한 경합현상은 생존 공간내에서 생활에 필요한 자원을 보다 충분히 획득하려는 자원 경합형 (competition of resources use type)이 보편적이다 (England, 1968). 페레니얼 라이그라스 위주 초지 내에서도 목초와 잡초간 경합을 통하여 형성된 이러한 상호작용의 결과로 목초 생산성이 결정된다고 할 수 있다(이 등, 1983). 특히 우리나라 환경조건에서 적응력이 크게 높지 않은 것으로 평가되고 있는 페레니얼 라이그라스 위주 초지에서는 잡초 발생량이 많은데 대표적인 잡초로 냉이, 바랭이와 피 등을 들 수 있다. 이들 잡초에 대하여 목초와의 상호작용을 측정하기 위하여 몇 가지 상호작용 지수를 도입하였는데 측정된 목초 및 각 잡초간 상호작용 지수를 분석하여 목초와 잡초간 경합을 통한 상호

축산연구소(National Livestock Research Institute, RDA, Chunan 330-801, Korea)
Coresponding author : Ph D. Keun Bal Lim, National Livestock Research Institute, RDA, Chunan 330-801
Tel : +82-41-580-6778, Fax : +82-41-580-6769, E-mail : lkb3353@rda.go.kr

작용을 해석하고 이를 통해 페레니얼 라이그라스 위주 초지에서 이들 잡초의 생태적 제어에 필요한 기초자료를 얻고자 하였다. 우리나라에 도입되어 활용되고 있는 한지형 목초는 대부분 여름철 하고현상으로 목초의 계절생산성이 크게 나타나는 특성이 있다. 특히 오차드그라스 위주의 초지에 비교하여 페레니얼 라이그라스 위주 초지는 하고현상이 더욱 뚜렷한데 여름철 목초의 고사량이 많은 특징을 나타낸다. 따라서 초지의 이용연한이 오차드그라스 위주 초지에 비하여 짧게 되는데 이의 주요한 원인은 우선 초지 조성시 기계파종에 기인한 조파가 일반적이고 조파로 조성한 신규초지에서 조성 첫해의 봄 시기에는 목초가 파종된 골과 골 사이에 나지의 면적이 비교적 크게 된다. 이 나지에 냉이 발생이 두드러지게 나타나게 되어 문제가 되고 다음으로 하고현상인데 여름철 초지내에 나지가 발생하고 발생된 나지에 바랭이와 피와 같은 난지형 잡초가 우점하면 목초생육을 억압하고 목초생산성을 크게 저하시키는 초지 부실화를 초래하기 때문인 것으로 알려져 있다. 그럼에도 불구하고 페레니얼 라이그라스 위주 초지는 방목적응성이 높고 사료가치가 우수하여 가축사양농가의 입장에서는 페레니얼 라이그라스 위주 초지에 대한 선호도가 매우 높다. 이러한 문제점을 개선하기 위해서는 우선 페레니얼 라이그라스의 내하고성을 높일 필요가 있으나 실제 페레니얼 라이그라스는 한지형 목초의 일종으로 우리나라의 여름 조건에서 냉이, 바랭이, 피와 같은 잡초와 경합하여 견뎌낼만한 내하고성 품종이 육성되어 있지 않는 상태에 있다.

Ⅱ. 재료 및 방법

페레니얼 라이그라스 위주의 초지(페레니얼 비율 : 70%)를 2002년 가을 천안 축산연구소 조사료 생산포장에 조성하였는데 초지의 조성은 기존의 트랙터 부착 목초 파종기로 조파한 경우와 조파 조성후 이듬해 가을 보파한 경우로 구분하였다. 이를 시험의 주구 처리로 하였다. 이와같이 조성한 초지를 년 3회 이용하여 3년간 채초지와 방목지로 구분하여 채초 또는 방목 이용하였다. 채초 및 방목이용은 세구로 처리하였다. 초지이용은 채초 및 방목이용 모두 년 3회(봄, 여름 및 가을) 실시하여 목초 기대수량(Expected Yield : P) 등 목초와 잡초 간 특히 냉이, 바랭이 및 피를 대상으로 하여 상호작용 지수를 각 처리별로 비교하여 측정하였다. 이들 지수를 각각 계산하기 위하여 각 처리 시험구내에 직경 1.3 m의 조사구를 설치하여 인위적으로 목초 또는 잡초로만 구성된 식생을 조성하여 지수 계산식에 활용하였다. 도입하여 측정한 각 상호작용 지수의 계산식은 Snaydon (1979), Donald (1963), Duncan (1971) 및 England (1968) 등의 방법을 이용하여 다음과 같이 계산하였다.

가. 목초/잡초간 상호작용 지수 및 목초 생육과 잡초 발생량

나. 목초 건물수량 (g/㎡)

다. 목초 기대수량(Expected yield : P)

$P = (Pi + Pj)/2$

라. 상대 총수량(Relative Yield Total : RYT)

$RYT = (Yij / Yii + Yji / Yjj) / 2$

마. 보상가 (Compensation Index : CI)

$CI = (Yij-Yii) + (Yji-Yjj) / (Yii + Yjj)$

바. 형태지수(Morphological index : MI)의 변화

MI = (식생넓이의 합) 1/2 / 식생높이

Ⅲ. 결과 및 고찰

방목적응성이 우수한 페레니얼 라이그라스 위주 초지를 조성한 첫해에 실제 잡초발생을 개관하여 보면 조성 첫해의 봄철 이용시기에

특히 냉이 발생량이 많았는데 이는 초지조성을 파종기로 조파하여 골 사이의 빈 틈이 나지상태로 남아 있어 이곳에 냉이가 발아하여 발생하기 때문으로 이같은 냉이발생은 신규초지 조성지의 특성중 하나로 이미 알려져 있다. 본 시험에서 이같은 냉이발생은 2~3년차 초지로 이용년도가 증가하면 냉이발생은 현저히 줄어드는 것으로 나타났는데 그러나 냉이와는 다르게 바랭이와 피와 같은 난지형 잡초 발생량의 경우에서는 초지이용 년수가 증가하면 증가할수록 발생량이 급격히 늘어나 방목용 페레니얼 위주 초지에서 목초 생산량을 기대하기 어려울 정도로 저하시키는 것으로 나타났다〈표 1〉.

가. 잡초 건물수량

목초와 잡초간 경합을 포함한 상호작용의 결과 잡초발생에 기인한 목초의 건물 수량은 첫째 잡초의 발생시기 즉, 봄 이용시기에 냉이가 그리고 바랭이는 여름 이용시기에서 피의 경우 여름과 가을 이용시기에 목초의 건물수량을 감소시키는 것으로 나타났는데 그 정도에 있어 피, 바랭이, 냉이 순으로 크게 영향하였다. 또한 초지이용 년도가 3년차까지 증가함에 따라 바랭이와 피는 목초건물수량에 크게 영향하여 목초수량을 감소케 하였으나 냉이의 경우 냉이 발생량이 1년차를 제외한 2~3년차 이용초지에서는 작았고 따라서 목초 건물수량에 크게 영향하지 않는 것으로 나타났다. 냉이, 바랭이 및 피와 같은 잡초의 발생량을 매년 가을에 초지를 보파 관리함으로써 줄일 수 있을 것으로 기대하였으나 본 시험에서는 조파와 조파후 보파 관리한 처리간의 차이가 각 이용 시기에 있어 크지 않아 이같은 보파 관리의 효과가 대체로 크지 않는 것으로 나타났다(표 1). 그러나 채초와 방목의 초지이용 방법에 따른 잡초 발생량은 본 시험에서 대체로 방목이용지에 비교하

Table 1. Dry matter yields of weeds affected by grassland management

Management		Lined sowing						Additional sowing					
		Cutting			Grazing			Cutting			Grazing		
Time		Spring	Sum.	Fall	Spring	Sum.	Fall	Spring	Sum.	Fall	Spring	Sum.	Fall
Shepherd's	1st y	367	236	589	–	–	–	372	274	476	–	–	–
	2nd	312	230	341	237	173	221	335	242	387	318	215	308
	3rd	279	207	257	216	185	220	285	204	262	217	145	186
	Mean	319	224	396	227	179	221	331	240	375	268	180	247
Crabgrass	1st y	732	72	183	–	–	–	378	268	394	–	–	–
	2nd	286	53	176	225	72	154	302	196	306	243	148	278
	3rd	197	28	145	184	32	146	246	185	248	202	143	236
	Mean	405	51	168	205	52	150	274	216	316	223	146	257
Barnyard	1st y	534	113	285	–	–	–	386	264	375	–	–	–
	2nd	216	74	145	198	68	128	217	148	243	205	125	204
	3rd	208	35	121	154	39	105	187	121	196	165	96	138
	Mean	319	74	184	176	54	117	263	178	271	185	111	171

여 채초이용지에서 큰 것으로 나타났는데 이러한 결과는 페레니얼 위주 초지가 갖는 우수한 방목적응성에 기인한 것으로 해석되지만 앞으로 검토가 더 필요한 부분이다〈표 1〉.

나. 목초 기대수량

초지 내에서는 목초만이 있는 경우는 드물고 목초와 잡초가 혼생하는 것이 일반적이다. 목초간 경합을 동종간 경합이라 하고 생육형태가 다른 목초와 잡초간의 경합을 이종간 경합이라고 하면(Donald, 1963) 바랭이와 피에서 특히 목초와 잡초간 경합이 목초간 경합보다 우세하여진다. 이같은 경합능력과 목초수량 및 잡초수량을 비교 평가하는 방법으로 기대수량(Expected yield : P, P = (Pi+Pj)/2)이 있다〈표 2〉. 이같은 종간 또는 종내에 내재하는 상호작용의 측정방법으로는 4~6종이 알려져 있는데(Snaydon, 1979) 기대수량은 이중 한 가지 방법이다. 각 이용시기에 목초로만 조성 및 유지된 초지의 수량과 잡초로만 유지된 잡초의 수량의 평균값에 대하여 목초지에 잡초가 혼입되어 있는 상태의 목초와 잡초수량의 평균값을 비교한 결과 조파와 조파 조성후 보파 관리한 초지에서의 차이는 크지 않아 본 시험의 목초수량에 있어서도 보파관리 효과가 크지 않는 것으로 나타났다. 그러나 목초의 계절 생산성과 채초 및 방목 등 초지이용 방법에 따른 차이는 대체로 인정되었다〈표 2〉. 또한 발생잡초의 종류가 페레니얼 위주 초지의 목초 생산성에 미치는 영향이 뚜렷이 나타났는데 특히 피의 발생에 따른 목초 생산성의 감소량이 큰 것으로 나타났다.

Table 2. Expected yield(P) affected by grassland management

Management		Lined sowing						Additional sowing					
		Cutting			Grazing			Cutting			Grazing		
Time		Spring	Sum.	Fall	Spring	Sum.	Fall	Spring	Sum.	Fall	Spring	Sum.	Fall
Shepherd's	1st y	640	391	370	—	—	—	643	402	394	—	—	—
	2nd	456	330	356	413	273	312	476	342	372	438	296	314
	3rd	342	275	274	317	265	253	358	316	286	315	284	302
	Mean	479	332	333	365	269	283	492	353	351	377	290	308
Crabgrass	1st y	435	715	706	—	—	—	464	736	725	—	—	—
	2nd	375	389	397	338	315	352	396	402	406	356	315	374
	3rd	247	215	237	213	207	224	258	236	252	220	218	238
	Mean	352	440	447	276	261	288	373	458	461	288	267	306
Barnyard	1st y	433	598	804	—	—	—	452	604	713	—	—	—
	2nd	256	314	406	243	251	305	298	322	332	256	298	317
	3rd	231	198	215	218	156	201	264	206	226	247	201	184
	Mean	307	370	475	231	204	253	338	377	424	252	250	251

P = (Pi+Pj)/2

다. 상대 총수량

De Wit(1960)가 제안한 것으로 본 시험에서는 이를 변형하여 Yij는 j는 목초수량, Yij는 목초와 잡초가 혼재하였을 경우 목초의 수량, Yji는 목초와 잡초가 혼재하였을 경우 잡초의 수량으로 표시하여 상대 총수량을 표시하였는데 RYT값이 1.00을 기준으로 하여 크게 나타나는 경우와 작게 나타나는 경우를 구분하고 이의 해석은 목초와 잡초의 혼재시 목초만 있는 경우에 비교하여 얼마나 유리하느냐의 정도를 나타내는데 RYT가 1.00보다 작으면 불리하다고 평가할 수 있다.

표 3에서 RYT값의 범위는 0.15~0.66로 대체로 봄과 가을 이용시기에 높은 값을 보였고 상대적으로 여름 이용시기에 보다 낮은 값을 나타내었다. RYT의 값이 모두 1.00 이하를 나타내었는데 냉이, 바랭이, 피의 순으로 RYT값이 감소하여 이들 잡초의 발생에 의한 목초수량 감소가 진행된 것으로 나타났다. 그러나 이와같은 RYT값의 변화는 조파와 조파후 보파관리에 의한 처리 효과가 인정되지 않아 보파관리에 의한 페레니얼 위주 초지에서 목초식생이 크게 개선되지는 않는 것으로 나타났다. 그러나 초지이용 방법에 따른 차이는 보다 뚜렷하게 나타나(표 3) 페레니얼 위주 초지의 식생을 보다 효과적으로 활용하기 위해서는 방목이용이 우선되어야 함을 나타내 보여준다.

라. 보상가

초지 내에서 목초와 잡초간 경합을 위주로 한 상호작용의 결과 잡초발생에 따른 목초수량 감소의 정도를 판정하는 방법으로서 보상가 지

Table 3. Relative yield total(RYT) affected by grassland management

Management		Lined sowing						Additional sowing					
		Cutting			Grazing			Cutting			Grazing		
Time		Spring	Sum.	Fall	Spring	Sum.	Fall	Spring	Sum.	Fall	Spring	Sum.	Fall
Shepherd's	1st y	0.66	0.38	0.58	–	–	–				–	–	–
	2nd	0.57	0.37	0.55	0.54	0.40	0.52	0.59	0.40	0.60	0.56	0.41	0.52
	3rd	0.48	0.35	0.52	0.45	0.32	0.49	0.50	0.39	0.38	0.47	0.36	0.51
	Mean	0.57	0.37	0.55	0.50	0.36	0.51	0.55	0.40	0.49	0.52	0.39	0.52
Crabgrass	1st y	0.69	0.28	0.31	–	–	–				–	–	–
	2nd	0.54	0.25	0.28	0.48	0.21	0.30	0.56	0.30	0.35	0.48	0.27	0.25
	3rd	0.42	0.21	0.25	0.38	0.19	0.27	0.45	0.26	0.27	0.38	0.20	0.22
	Mean	0.55	0.25	0.28	0.43	0.20	0.29	0.51	0.28	0.31	0.43	0.24	0.24
Barnyard	1st y	0.50	0.46	0.42	–	–	–	0.50	0.45	0.45	–	–	–
	2nd	0.38	0.20	0.25	0.32	0.18	0.21	0.40	0.24	0.27	0.35	0.23	0.27
	3rd	0.36	0.18	0.22	0.28	0.15	0.17	0.35	0.20	0.25	0.30	0.18	0.18
	Mean	0.41	0.28	0.30	0.30	0.17	0.19	0.42	0.30	0.32	0.33	0.21	0.23

RYT = (Yij / Yii + Yji / Yji) / 2

Table 4. Compensation index(CI) affected by grassland management

Management		Lined sowing						Additional sowing					
		Cutting			Grazing			Cutting			Grazing		
Time		Spring	Sum.	Fall	Spring	Sum.	Fall	Spring	Sum.	Fall	Spring	Sum.	Fall
Shepherd's	1st y	−0.4	−0.6	−0.2	−	−	−	−0.4	−0.5	−0.2	−	−	−
	2nd	−0.4	−0.5	−0.5	−0.5	−0.6	−0.4	−0.6	−0.4	−0.6	−0.5	−0.5	−0.3
	3rd	−0.5	−0.5	−0.5	−0.6	−0.7	−0.4	−0.6	−0.4	−0.5	−0.5	−0.5	−0.4
	Mean	−0.4	−0.5	−0.4	−0.6	−0.7	−0.4	−0.5	−0.4	−0.4	−0.5	−0.5	−0.4
Crabgrass	1st y	−0.1	−0.7	−0.5	−	−	−	−0.3	−0.5	−0.3	−	−	−
	2nd	−0.3	−0.5	−0.4	−0.4	−0.4	−0.4	−0.5	−0.6	−0.5	−0.7	−0.6	−0.5
	3rd	−0.4	−0.4	−0.3	−0.4	−0.3	−0.3	−0.5	−0.5	−0.4	−0.6	−0.6	−0.6
	Mean	−0.3	−0.5	−0.4	−0.4	−0.4	−0.4	−0.4	−0.5	−0.4	−0.7	−0.6	−0.6
Barnyard	1st y	−0.4	−0.5	−0.5	−	−	−	−0.4	−0.6	−0.3	−	−	−
	2nd	−0.4	−0.4	−0.4	−0.5	−0.4	−0.4	−0.3	−0.5	−0.3	−0.3	−0.3	−0.4
	3rd	−0.5	−0.3	−0.3	−0.2	−0.3	−0.2	−0.6	−0.6	−0.2	−0.2	−0.2	−0.4
	Mean	−0.4	−0.4	−0.4	−0.4	−0.4	−0.3	−0.4	−0.6	−0.3	−0.3	−0.3	−0.4

CI = (Yij-Yii) + (Yji-Yjj) / (Yii + Yjj)

수를 활용한다. 이때 보상가가 0과 같거나 비슷할때에는 목초의 수량감소가 잡초의 발생량으로 정확히 보상할 수 있느냐의 관계로서 중립 : neutral(+, −)로 표시되고 그들의 보상이 충분한 경우 과잉보상 : over-compensation(++, −), 불충분한 경우 과소보상: under-compensation(+, −−)으로 표시된다. 표 4에서 모든 처리구의 측정된 보상가 값은 과소보상: under-compensation(+, −−)으로 나타나 잡초발생에 의해 목초의 수량 감소가 현저히 이루어지는 것으로 파악되었다. 목초의 수량 감소정도에 있어 봄의 이용 시기에 가장 낮은 것으로 나타났으나 여름 및 가을 이용시기에 있어서 보다 많은 정도의 목초의 상대적인 수량 감소정도가 높은 것으로 나타났다. 이러한 현상은 초지의 보파관리로 크게 개선되지는 않았다.

마. 형태지수

형태지수는 식생의 엽면적에 초장을 결합하면 식생이 확보하고 있는 공간 개념을 표시할 수 있는데 이를 3차적인 지수로 표시하여 초지의 부실화 또는 갱신시기를 결정하는데 사용한다. 표 5에서 얻어진 형태지수는 대체로 봄 이용시기에 가장 높은 값을 나타내고 이후 감소하여 여름과 가을 이용시기까지 가장 낮은 값을 보이다가 이듬해 봄에 다시 회복하는 특성을 나타내었다. 이는 냉이, 바랭이. 피와 같은 잡초의 총제적인 발생량과 깊은 관련을 갖은 것으로 파악되었고 아울러 초지 이용연수가 3년차까지 증가할수록 점차 낮아지는 경향을 보였다. 실제 본 시험에서 이용한 페레니얼 위주 초지의 이용은 3년 이후가 되면 대체로 부실화 정도가 심하여 갱신 필요가 있는 것으로 판단

Table 5. The change of morphological index (MI) affected by grassland management

Management		Lined sowing						Additional sowing					
		Cutting			Grazing			Cutting			Grazing		
Time		Spring	Sum.	Fall	Spring	Sum.	Fall	Spring	Sum.	Fall	Spring	Sum.	Fall
Shepherd's	1st y	2.4	1.6	5.2	–	–	–	2.5	1.8	4.9	–	–	–
	2nd	2.3	1.4	3.5	2.1	1.5	3.7	2.5	1.7	3.6	2.2	1.7	3.5
	3rd	2.3	1.4	2.8	2.0	1.4	2.6	2.5	1.6	3.0	2.2	1.5	2.8
	Mean	2.3	1.5	3.8	2.1	1.5	3.2	2.5	1.7	3.8	2.2	1.6	3.2
Crabgrass	1st y	2.2	0.3	1.8	–	–	–	2.5	0.8	2.2	–	–	–
	2nd	1.8	0.5	1.5	1.6	0.6	1.3	2.0	0.8	2.0	1.9	0.6	0.8
	3rd	1.5	0.5	1.4	1.4	0.6	1.2	1.7	0.7	1.8	1.5	1.4	1.6
	Mean	1.8	0.4	1.6	1.5	0.6	1.3	2.1	0.8	2.0	1.7	1.0	1.2
Barnyard	1st y	1.9	0.2	1.3	–	–	–	1.9	0.3	0.8	–	–	–
	2nd	0.8	0.3	0.8	0.7	0.2	0.4	0.8	0.5	1.0	0.7	0.4	0.7
	3rd	0.5	0.3	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4
	Mean	1.1	0.3	0.9	0.6	0.3	0.4	1.1	0.4	0.8	0.6	0.4	0.6

MI = (식생넓이의 합)½ / 식생높이

되었는데 페레니얼 위주 초지의 이용년수 및 이용방법 그리고 계절별 형태지수의 측정된 값은 표 5와 같다.

V. 요 약

본 시험은 페레니얼라이그라스 위주 초지에서 목초 및 잡초의 건물중의 분포와 기능 및 목초와 잡초간 경합에 의한 상호작용을 조사하였다. 페레니얼라이그라스 위주 초지를 조파 조성 및 조파 조성후 보파 관리하여 연 3회 예취와 방목이용하고 이 초지에서 발생량이 많은 잡초인 냉이, 바랭이와 피에 대하여 조파 및 보파한 채초지와 방목지에서 목초와 각 잡초간 상호작용을 측정하였다. 목초와 잡초간 상호작용의 측정을 위해 기대수량(expected yield : P), 상대지수(relative yield total : RYT), 보상지수(compensation index : CI) 및 형태지수(morphological index : MI) 등 지수(Index)를 도입하였다. 도입된 이들 지수의 측정은 봄, 여름 및 가을의 각 예취 직전에 이루어졌는데 측정된 각 지수는 각 처리구별 예취 시기별 및 잡초 종류 따른 차이와 변화가 인정되었다. 기대수량의 경우 가을 이용시기에 보파에 의해 약간 증가하였으나 상대수량에 있어 0.17에서 0.41 범위에 있어 크게 개선되지는 않는 것으로 나타났다. 보상지수는 −0.3에서 −0.6 범위로 모두 과소보상(+, −−)으로 나타나 잡초에 의한 수량감소가 크게 이루어진 것으로 나타났다. 페레니얼라이그라스 위주 초지에서 보상지수를 감소시키는 주요잡초인 바랭이, 피의 경우 방목이용에 따른 페레니얼 위주 초지의 개

선효과 보다 조파 및 조파 후 보파관리에 의한 개선효과는 크지 않았다.

VI. 인 용 문 헌

1. 이호진, 윤진일, 이광희, 임근발. 1983. 목초 단, 혼파군락에서 초형구조와 광 이용성 및 건물수량 생산성. 한작지 28(2):272-279.
2. Donald, C.M. 1963. Competition among crop and pasture plants. Adv. in Agron. 5:1-118.
3. Duncan, W.C. 1971. Leaf angles, leaf area and canopy photosynthesis. Crop sci. 11:482-485.
4. England, F.W. 1968. Competition in mixtures of herbage grasses. J. of appl. ecol. 5:227-261.
5. Snaydon, R.W. 1979. A new technique for studying plant interaction. J. of Appl. Ecol. 16:281-286.
6. Wit, C.T. DE. 1960. On competition. Verlag. Lanbouwgewassen Onderzoea, N. 668:1-82.