韓草誌(J. Korean Grassl. Sci.) 14(1) : 1~6, 1994

예취빈도가 영년초지의 식생구성에 미치는 영향

조 익 환

The Effect of Cutting Frequencies on Botanical Composition in Permanent Grassland

I. H. Jo

Summary

This experiment was carried out to study the effect of cutting frequencies(2, 3: one time grazed after 2 cuts, 3, 4, 6 cuts per year) and nitrogen fertilization(0 and 120 kg per ha and year) on botanical composition of permanent grassland at the "Federal Research Institute for Agriculture in Alpine Regions(Gumpenstein)," Austria. The results are summarized as follows:

1. With only fertilizing phosphorus(P) and potassium(K), mean annual dry matter yields were 6.9 ~ 8.4 ton per ha and highest when only one time grazed after 2 cuts, but fell progressively with increase in cutting frequency and additonal fertilization of nitrogen. The average nitrogen efficiences experssed as dry matter yields(kg) per fertilized nitrogen(kg per ha) were 10.3 kg.
2. When N fertilizer was applied, the proportion of tall and medium grasses in the mixed swards increased by 30 ~ 50% compared with only fertilizing PK. Whereas swards with fertilizing only PK generally stimulated composition of the legumes at the expense of the grasses(30 ~ 50%).
3. Although the proportion of tall and medium grasses(*Trisetum flavescens and Dactylis glomerata)* and tall herbs(*Leontodon hispidus, Taraxacum officinale and Aegopodium podagraria)* increased by infrequent cutting, frequently cutting plots helped increase the proportion of short grasses(*Poa pratensis and Poa trivialis),* especially where plots both had been applied with nitrogen fertilizer.
4. Nitrogen fertilization resulted in higher existence of herbs and weeds such as *Taraxacum officinale, Aegopodium podagraria, Galium mollugo, Anthriscus silvestris* and *Lamium album.*
5. Due to unusually high or low cutting frequencies such as 4 cuts or 2 cuts per year increased botanical compostion of *Heracleum sphondylium.*

I. 서 론

대부분의 초지는 화본과와 콩과 목초의 혼파로 조성되는데, 이는 수종의 목초 혼재 비율을 적정하게 유지함으로서 단백질의 증수, 기호성의 향상, mineral balance 등의 가축 영양 균형 및 콩과 목초의 공중 질소 고정에 의한 질소 시비 절감 도모 등을 주 안점으로 하고 있다.

그러나 실제로는 초종구성 비율을 적정하게 유지하는 것이 곤란하기 때문에 콩과 목초나 우량 화본과 목초의 밀도 저하로 인해 초지 생산량의 저하, 초지의 황폐화 혹은 콩과 목초의 우점에 의한 고창증 유발의 위험성을 내포하고 있다. 이와 같이 혼파초지의 식생이 불안정하여 초종구성이 변화하는 것은 초종

대구대학교 농과대학(College of Agriculture, Taegu University, Kyungsan 713-714, Korea)

간 혹은 개체 상호간에 생존 필수 물질에 대해서의 경합이 일어나기 때문으로 이러한 경합은 생육적온, 광조건, 토양 수분, 토양 pH 및 비옥도 등의 자연환경 조건이나 이용시기, 이용간격, 이용횟수 및 시비량 등의 초지관리 조건에 의해 영향을 받는다[2,3,7,10,17]. 특히 이들 중 이용빈도는 초종구성을 유지하기 위한 관리의 기본으로, 이를 적절하게 조절함으로써 우점 초종의 억압과 열세초종의 생육촉진을 꾀하게 된다.

따라서 본 시험은 이용빈도가 영년초지의 식생구성에 미치는 영향을 밝혀 초지관리 기술에 기초자료를 제공하고자 실시되었다.

Ⅱ. 재료 및 방법

본 시험은 오스트리아 알프스 농업을 위한 연방연구소 산하 Gumpenstein에서 1961년에 분할구 배치법 4반복으로 조성된 초지를 이용하여 실시하였는데, 구당면적은 27.25 m^2 이었고, 예취빈도는 연간 2회(조방적 이용), 3회*(2회 예취후 한 차례 방목, 채초 겸용 방목 이용 - 관습적 방법), 3회(집약적 이용), 4회(사일레지 이용) 및 6회(모의 방목이용)의 5개 수준으로 하였다.

연간 시비량은 모든 시험구 공히 인산과 칼리를 ha당 연간 각각 100kg, 200kg씩 시비하였으며 질소시비구에서는 연간 ha당 120kg의 질소를 동일하게 분배하여 이른 봄과 예취후(최종 예취후는 제외)에 각각 시비하였다.

연 평균 건물수량은 1961년부터 1988년까지의 28년 평균을 구하였으며, 식생조사는 Schechtner(1958)의 식생조사법으로 1987년 8월과 1988년 7월 2차례 실시하여 평균치를 구하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 연 평균 건물수량

연 평균 건물수량을 나타낸 것이 그림 1이다. 인산과 칼리만 시용한 시험구(평균 6.9 ~ 8.4 톤) 보다도 여기에 질소를 첨가한 구가 ha 당 전체 평균 1.24 톤이 더 높은 수량을 나타내어 질소효율이 kg당 10.3 kg의 건물수량을 기록하였다. 한편 2개의 시비처리구 공히 연 평균 건물수량은 채초 겸용 방목이용(특히, 2회 예취 + 1회 방목겸용 초지)시에 가장 높게 나타났고 이후에 급격한 하락을 보였는데 이러한 경향은 인산과 칼리만을 시용한 구에서 더욱 뚜렷하였다. 또한 질소시비구에서 3회 예취이용시에는 2회 예취구와 거의 비슷한 건물수량을 기록하였다.

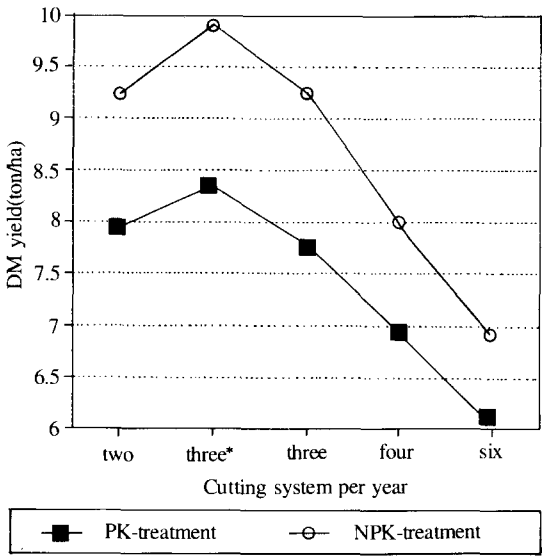

Fig. 1. Changes in annual dry matter yields(ton/ha) as affected by cutting frequencies

*:one time grazed after two cuts

2. 식생구성의 변화

예취빈도와 2개의 시비수준에 따른 식생구성의 변화를 나타낸 것은 표 1이다. 화본과 목초 중 상번초는 *Trisetum flavescens*와 *Dactylis glomerata*가 주종을 이루고 있는 본 시험초지에서, 단지 인산과 칼리만을 시용한 시험구(PK 시비구)에서의 상번초의 화본과 목초는 상당히 낮은 비율을 차지한 반면에, 질소가 추가된 구에서는 10 ~ 40%가 증가된 구성비를 기록하였다. 한편 예취횟수가 증가하면 상번초의 비율은 현저하게 감소하였는데, 특히 PK 시비구에서 연간 2회 보다도 3회 이상 이용시 또한 NPK 시비구에서는 연간 3회 보다 4회 이상 예취 이용하였을 경우에 이러한 감소가 뚜렷하였다. 그러나 *Festuca pratensis*는 시비처리구 공히 예취빈도 증가에 따라 소량이지만 증가됨을 나타내었고 *Deschampsia caespitosa*는 6회 예취구에서만 적은 비율을 차지하였다. 또한

Table 1. Effect of cutting frequencies on botanical composition in permanent grassland (coverage, %)

	PK					PK+120N				
	2x*	(3x)**	3x	4x	6x	2x	(3x)**	3x	4x	6x
Trisetum flavescens	25	21	12	10	1	31	34	28	14	1
Dactylis glomerata	3	9	3	6	5	27	36	15	13	12
Festuca pratensis	1	2	2	2	3	1	2	2	2	6
Agropyron repens	1	–	–	–	–	5	+	–	–	–
Phleum pratense	1	–	–	–	–	3	1	–	–	–
Alopecurus pratensis	t***	–	–	–	–	5	–	–	–	–
Arrhenatherum elatius	1	1	–	–	–	2	1	–	–	–
Deschampsia caespitosa	–	–	–	–	1	–	–	t	t	2
Avena pubescens	–	–	t	–	–	–	t	–	–	–
Σ Tall & medium grasses	32	33	17	18	10	74	75	45	29	21
Poa pratensis	7	7	11	16	19	4	6	17	25	20
Poa trivialis	5	5	3	16	16	10	4	5	19	18
Agrostis tenuis	21	18	2	11	1	4	7	2	1	t
Festuca rubra eur.	1	4	3	7	8	t	3	1	8	20
Poa annua	–	–	–	–	t	–	–	–	–	2
Σ Short grasses	34	34	19	50	44	18	20	25	53	60
Trifolium pratensis	23	36	30	15	3	1	6	3	8	2
Trifolium repens	2	1	21	31	35	+	+	+	6	5
Vicia cracca	3	6	3	3	+	+	3	+	1	t
Vicia sepium	2	1	+	+	–	t	1	+	t	–
Lathyrus pratensis	+	+	1	+	–	t	+	–	t	–
Σ Legumes	31	45	56	50	39	3	11	5	16	7
Aegopodium podagraria	4	2	3	3	–	2	4	13	16	–
Heracleum sphondylium	7	4	1	5	+	5	6	1	7	1
Galium mollugo	4	8	2	2	+	9	13	5	1	+
Anthriscus silvestris	2	–	t	2	t	18	–	t	3	t
Ranunculus acer	10	11	5	4	t	3	4	3	5	1
Pimpinella major	6	8	1	4	1	3	8	1	4	1
Rumex acetosa	3	2	1	1	+	2	3	2	1	+
Crepis biennis	1	5	+	3	3	+	4	1	2	–
Chaerophyllum hirsutum	4	1	t	t	–	1	2	–	2	–
Lychnis flos cuculi	–	–	t	–	+	–	–	–	–	+
Campanula patula	–	t	–	–	–	–	–	–	t	t
Σ Tall herbs	41	41	15	22	4	44	44	26	41	5
Leontodon hispidus	8	17	44	25	31	1	5	21	27	26
Taraxacum officinale	5	9	9	10	6	2	10	23	10	8
Achillea millefolium	25	7	2	3	4	8	9	3	2	2
Alchemilla vulgaris	1	2	1	1	2	2	3	2	2	3
Plantago lanceolata	1	3	1	2	t	t	1	+	1	+
Lamium album	+	–	–	–	–	16	4	5	–	–
Prunella vulgaris	–	–	t	–	4	–	–	–	+	3
Glechoma hederacea	t	1	t	3	1	t	t	+	1	3
Ranunculus repens	1	1	+	2	+	3	7	1	2	+
Chrysanthemum leucanth.	–	+	–	1	4	–	t	–	–	3
Veronica chamaedrys	t	t	+	1	1	–	+	+	1	2
Cardaminopsis halleri	t	–	t	–	–	–	–	t	–	1
Bellis perennis	–	t	t	3	1	–	+	–	2	1
Σ Botom herbs	43	42	59	51	55	33	40	57	49	53
Σ Herbs	84	83	74	73	59	77	84	88	90	58
Coverage (%)	98	97	97	97	97	97	98	97	98	97
Number of replication	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

* : cuts per year, ** : One time grazed after 2 cuts per year, t*** : traces

Agropyron repens, Alopecurus pratensis, Phleum pratense 및 *Arrhenatherum elatius* 등은 예취횟수가 적은 경우에 높게 기록되었는데 이러한 현상들은 질소를 추가한 시험구에서 현저하였다.

하번초의 화본과 목초는 예취빈도의 증가에 상당히 다양한 경향을 나타내었는데, 18 ~ 21%의 상당히 높은 비율을 기록하는 *Agrostis tenuis*의 출현(특히 PK 시비구)을 제외하면 예취빈도의 증가와 질소시비로 인해 하번초의 비율이 상승되었음을 알 수 있다. 이들의 대표적 초종은 *Poa pratensis* 이었고 NPK 시비구의 2회 예취 이외는 *Poa trivialis* 등도 비슷하게 나타났으며 연간 6회 예취의 NPK 시비구에서는 *Festuca rubra eur.* 종이 현저한 식생비율을 나타내었다. 한편 전 화본과 목초의 비율은 NPK 시비구에서 70 ~ 90%를 기록하여 PK 시비구 보다도 약 30 ~ 50%의 높은 구성비를 기록하였다.

영년초지에서 큰 의미를 부여하는 두과 목초의 구성비는 인산과 칼리 시용구에서 높은 구성비를 유지하고 있다. 특히 *Trifolium pratensis*는 PK 시비구의 3회 예취 이용구에서 36%의 가장 높은 비율을 나타내고 예취빈도 증가에 따라 감소된 반면에 *Trifolium repens*는 반대현상을 보이고 있다. 한편 이들의 초종은 NPK 시비구에서 예취빈도가 증가한 시험구에서만 비교적 높은 비율을 나타내었고 전체 콩과 목초의 비율은 PK 시비구에 비해 30 ~ 50% 정도 낮았다. *Vicia cracca*와 *Vicia sepium* 등은 예취이용이 적은 구에서 약간 높게 기록되었다.

본 시험에서 야초류의 구성은 60 ~ 90%로 전체 구성비의 절반 이상을 차지하였다. 그들 중 장초형 야초류의 구성은 시비 처리에 관계없이 4회 예취구를 제외하고 예취증가에 따라 일반적으로 뚜렷하게 감소되었는데, 이들 중 낮은 예취 빈도구에서 높은 구성비를 나타낸 초종은 *Heracleum sphondylium*와 *Galium mollgo*이었고 *Ranunculus acer*와 *Pimpinella major* 등은 특히 PK 시비구에서 뚜렷하였으며 *Anthriscus silvestris*는 NPK 시비구에서 18%의 높은 피복율을 보이고 있다. *Aegopodium podagraria*는 NPK 시비구에서 이와 반대로 예취빈도가 증가할수록 구성비가 높게 나타났다.

일반적으로 단초형의 야초류는 예취빈도가 증가될수록 높은 피복율을 보이고 있는데 이러한 현상은 질소 시비로 더욱 뚜렷하였다. 연간 3 ~ 6회 이용시에는 *Leontodon hispodus*와 *Taraxacum officinale* 등의 피복율이 높게 나타난 반면에, 2회의 예취구에서는 PK 시비구에 *Achillea millefoliun*가 25%의 구성비를 나타내었고 NPK 시비구에서 *Lamium album* 등이 각각 높은 구성비를 보였다.

Ⅳ. 고 찰

일반적으로 연간 예취횟수가 적을수록 초지의 건물수량이 많은 것이 보편적인데, 본 시험에서는 2회 예취보다 2회 예취 후 방목이용시에 연간 수량이 더욱 높았고 무기태 질소 첨가시에는 이러한 경향이 더욱 뚜렷하였으며 또한 3회 예취구가 2회 예취시의 연간수량과 거의 유사하였다. 이는 연간 예취횟수가 증가할수록 토양 양분의 수탈량이 많게 되어 이를 보충하게 되면 잠재 생산력을 충분하게 발휘할 수 있음을 제시한 것으로 예취빈도에 따라 질소시비 수준을 증가하는 것이 합리적이다[12,16].

초지의 영속성과 경제성을 고려하면서 초지의 생산력을 유지, 증진시키며 가축의 요구에 합당한 사료를 생산하기 위해서는 식생조건으로 생산성이 높은 우량목초가 충분한 밀도로 생존해 있고 토양조건으로서는 목초의 생육에 필요한 양분과 수분을 충분하게 흡수할 수 있는 상태여야 한다. 예를 들면 질소시비가 많은 경우에는 우량한 상·하번초의 화본과 목초 생육이 왕성하고 별도의 질소 첨가가 없을 경우에는 콩과 목초가 적당하게 혼재하여 타작물에 질소를 공급하도록 하여야 한다[5]. 이러한 경향은 본 시험에서 질소 첨가시에 인산과 칼리만을 시용한 구 보다도 화본과 목초 비율이 약 30 ~ 50%의 높은 구성비를 차지한 반면에, PK 시비구에서는 콩과 목초가 이들을 대신하고 있음을 나타내어 초종별에 따라 시비 효율이 현저한 차이가 있음을 더욱 확증하고 있다.

또한 연간 초지의 이용횟수가 적을수록 상번초 특히, *Trisetum flavescens*와 *Dactylis glomerata* 등의 식생비율을 증가시킴과 동시에 장초형 야초류의 구성비를 증가시키며 또한 질소시비가 이러한 현상을 더욱 가중시켜 연간 높은 건물수량의 주요한 구성원임이 밝혀졌다[1,2,3]. 한편 이들 상번초 중 *Agropyron repens*와 *Alopecurus pratensis* 등은 조방적 이용시에 자주 출현하여 영년초지의 잡초로 불리울만큼 사료 가치를 하락시키는 초종으로 간주되는데[4,8,14] 이들의 구성

비는 질소시비구에서 더욱 뚜렷하여 2회 예취구의 영양수량을 저하시키고 있다. 즉 통상적으로 상번초는 다른 종류의 목초류에 비하여 조단백질 함량이 낮고 조섬유 함량이 높아 이들로 인해 사료품질이 저하하고 여기에 질소시비가 행해지면 이들을 과번무시켜 더욱 사료가치를 떨어뜨리기 때문이다[9,13]. 반대로 예취빈도가 높은 시험구에서는 Klapp 등(1971)의 이론적 사료가치(9에 가까운 숫자 일수록 사료가치가 우수함)에 의하면 3에 해당하는 *Deschampsia caespitosa*가 비록 소량이지만 출현하여 초지의 생산성을 저하시키고 있다.

하번초는 Klapp 등(1971)에 의하면 사료가치가 8과 9에 해당하는 *Poa pratensis*와 *Poa trivialis* 등이 잦은 예취빈도에 따라 증가하지만 이에 비해 사료가치가 5에 해당하는 *Agrostis tenuis*가 낮은 빈도의 예취구에서 왕성하고 빈번한 예취시에는 사료가치가 3인 *Festuca rubra eur.* 종이 현저하게 나타나 극단적인 예취가 영양수량에 영향을 미치고 있음을 시사하였다.

영년초지에서 질소의 공급원으로서 콩과 목초는 본 시험에서도 질소 첨가가 없는 인산과 칼리 시비구에서 현저하게 생육하며 또한 예취 빈도가 적은 경우에 단초인 *Trifolium pratensis*, 예취횟수의 증가시에는 장초에 속하는 *Trifolium repens*가 왕성하여 Neubauer (1976) 등의 보고와 일치하였다.

본 시험에서 예취횟수가 줄어들면 야초류는 *Leontodon hispidus, Taraxacum officinale* 및 *Aegopodium podagraria* 등이 번무하고 반대의 경우에는 *Galium mollgo, Ranunculus acer, Pimpinella major, Anthriscus silvestris* 및 *Lamium album* 등의 생육이 활발하게 나타났다. 한편 이들 중에서 *Taraxacum officinale, Aegopodium podagraria, Galium mollgo, Anthriscus silvestris* 및 *Lamium album* 등은 특히 질소 첨가시에 더욱 왕성한 생육을 보여 호질소 야초류임을 증명하고 있다[8,12].

일반적으로 예취횟수가 지극히 적거나 이용간격이 길면 목초는 주화가 이루어져 밀도저하를 발생하고 장초형의 야초류와 잡초 혹은 잡관목이 침입하여 초지가 쇠퇴하며, 한편 예취횟수가 많은 경우에는 목초의 생리기능이 쇠약해져 초지의 생산성을 서서히 저하시킴과 동시에 나지가 많게 되어 잡초 등이 침입하고 또한 예취 저항성이 강한 초종만이 남는 단일화 초지의 위험이 있다. 본 시험에서도 이들의 대표적인 품종의 하나로서 *Heracleum sphondylium*가 2회 혹은 4회 예취구에서 높은 식생비율로 나타나고 있는데, 이는 복합 산형 화서류의 일종으로 침입력이 강하여 간혹 초지를 황폐화 시키기도 한다[12].

지금까지 William(1984) 등 많은 연구자들이 예취빈도보다 질소시비로 인해 식생구성의 비율이 크게 좌우된다고 보고하고 있지만 이상의 본 시험의 결과로 미루어 볼 때 질소시비와 더불어 극단적인 예취빈도도 바람직하지 못한 식생의 증가를 유도하고 있음이 드러났다. 따라서 Ennik 등(1980)과 Quade(1972)가 밝힌 바와 같이 합리적인 초지관리 특히, 바람직한 혼파초지의 식생구성을 유지하기 위해 적정 이용강도 및 질소시비가 선행되어야 한다.

V. 적 요

본 시험은 예취빈도(연간 2회, 3회 - 2회 예취 후 1회 방목 이용, 3회 4회 및 6회)와 2수준의 질소시비(ha당 0 kg과 120 kg/년)가 영년초지의 식생구성에 미치는 영향을 밝히고자 오스트리아 알프스농업을 위한 연방연구소 Gumpenstein에서 수행하였다.

1. 연 평균 건물수량은 인산과 칼리만을 시비할 경우에 ha당 평균 6.9 ~ 8.4 ton을 기록하였고 2회 예취 후 1회 방목이용시에 가장 높았으나 그 이상의 이용빈도에서는 수량감소를 보였다. 또한 이러한 경향은 질소시비가 없을때 더욱 심하였고 질소효율은 kg N당 10.3 kg의 건물수량을 보였다.

2. 인산과 칼리만 시용한 구 보다도 여기에 질소를 첨가한 구에서 화본과 목초의 식생율이 약 30 ~ 50% 높게 나타난 반면에, 반대로 PK 시비구에서는 콩과 목초가 높게 나타났다.

3. 연간 이용횟수가 적을수록 상번초의 화본과 목초(*Trisetum flavescens*와 *Dactylis glomerata* 등)와 장초형 야초류(*Leontodon hispidus, Taraxacum officinale, Aegopodium podagraria* 등)의 구성비가 높았고 예취빈도가 높을수록 하번초의 화본과 목초(*Poa pratensis, Poa trivialis* 등)가 증가되었는데, 이러한 경향은 질소시비로 인해 더욱 뚜렷하였다.

4. 특히 야초류 중 *Taraxacum officinale, Aegopodium podagraria, Galium mollgo, Anthriscus silvestris* 및 *Lamium album* 등은 질소시비로 그 구성비가 증가하였다.

5. 비교적 극단적인 예취이용(2회 혹은 4회 예취구)시에는 *Heracleum sphondylium*의 식생비율이 높아졌다.

Ⅵ. 참고문헌

1. Buchgraber, K. 1983. Vergleich der Wirksamkeit Konventioneller und Alternativer Düngungssysteme auf dem Günland; hinsichtlich Ertrag, Futterqualitat und Gute des Pflanzenbastabdes. Diss. Univ. Bodenkultur, Wien.
2. Dietl, W. 1982. Ökologie und Wachstum von Futterpflanzen und Unkäutern des Grünlandes. Schweiz Landw. Forchung 21(1/2):85-110
3. Ennik, G. C., Gillet, M. and Simba, L. 1980. Effect of high nitrogen supply on sward deterioration and root mass. Proc. Int. Symp. Europ. Grassl. Fed. "The role of nitrogen in intensive grassland production". Wageningen 25th-29th August 1980; 67-76.
4. Klapp. A. 1962. Über das Verhalten der Wiesenpflanzen bei verschiedene Düngung unter besonderer Berücksichtigungen von Düngung und Standort. Bayer. Landw. JB. 5:515-527.
5. Klapp. E. 1965. Die Düngung der Wiesen und Weiden. Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung. Springer-Verlag. 764-795.
6. Klapp. E. 1971. Die Düngung der Wiesen und Weiden. Eine Grünlandlehre. Verlag Paul Parey. 105-107.
7. Koblet. R. 1976. Über das Konkurrenzverhalten einiger Wiesenpflanzen. Schweiz. Landw. Forschung. 15:275-286.
8. Neubauer. H. 1976. Der Einfluβ gesteigerter Stickstoffdüngung, variierter Schnitthäufigkeit und umbruchloser Regeneration der Grasnarbe auf Pflanzenbestand und Ertrag von Dauerwiesen. (1. Mitteilung). Die Bodenkultur österreichischer Agraverlag Wien. 27:174-193.
9. Okruszko. H. 1978. Nitrogen versus the stage of grassland sod an organic soil. 7th General Meeting of the Eur. Grassld. Fed. Gent-Belgium. 8.1-8.17.
10. Quade, J. 1972. Grünland ohne Stickstoff? Feld u. Wald 91(4):7.
11. Schechtner, G. 1958. Grünlandsoziolgische Bestandsaufnahme mittels "Flachenprozentschätzung". Z. Acker-Pflbau. 105(1):33-43.
12. Schechtner, G. 1979. Auswirkungen von Düngung und Nutzung auf die Botansiche Zusammensetzung von Dauerwiesen und Dauerwiesenneuanlagen im Alperaum. Ber. Int. Fachtagung "Bedeutung der Pflanzensoziologie für eine standortsgemäβe und umweltgerechte Land-und Almwirtschaft", Gumpenstein, 12. u. 13. 9. 1978;259-336. Gumpenstein.
13. Stahlin, A. 1969. Grenzen der intensiven Grünlanddüngung, insbesondere mit Stickstoff. Bodenkultur 20:395-412.
14. Thöni, E. 1981. Die optimale Stickstoffdüngung der Gras-Weiβklee-Mischungen. Mitt. Schweiz. Landwirtsch. 29(7):161-171.
15. Williams, E. D. 1984. Some effects of fertilizer and frequency of defoliation on the botanical composition and yield of permanent grassland. Grass and Forage Sci. 39:311-315.
16. 조익환 · Schechtner. G. 1990a. 무기태 질소시비가 초지의 수량과 식생구성에 미치는 영향. Ⅰ. 초지의 수량과 경제적 무기태 질소시비한계. 한초지. 10(2):102-109.
17. 조익환 · Schechtner. G. 1990b. 무기태 질소시비가 초지의 수량과 식생구성에 미치는 영향. Ⅱ. 무기태 질소시비가 초지의 식생구성에 미치는 영향. 한잔지. 4(2):133-144.