

초지에서 시비관리의 차이가 사초생산과 식생에 미치는 영향

류종원* · 헬무트 야콥**

Influence of Different Fertilizer Management on Forage Production and Botanical composition

Jong-Won Ryoo* and Helmut Jacob**

Summary

The effects of different fertilizer management on herbage production and botanical composition were determined. Field experiments were conducted during 1991~1993 on sandy loam soil at Allgäu south western Germany under variabling fertilizer management; cattle slurry, NPK, PK chemical fertilizer management and zero fertilization.

The dry matter yield of forage was the highest in the plot of mineral fertilizer and lowest in the plot of without fertilization. The dry matter yield of P-K application was higher by 1.2 ton than that of without fertilization. The content of crude protein, crude fibre, digestible dry matter yield, net energy and nitrogen content of plants was not significantly different among different fertilizer management. N uptake of plants was in the order NPK chemical fertilizer (347kg N/ha) > cattle slurry (337kg N/ha) > P-K chemical fertilizer (325kg N/ha) > without fertilization (315kg N/ha).

I. 緒 論

초지의 생산성을 높이기 위해서는 많은 량의 질소 시비가 필요하다. 독일 남서부의 알고이 (Allgäu) 지방은 전통적으로 초지에 액상분뇨를 사용하는데 가축분뇨의 장기간 살포에 의하여 초지에 유기물이 과다하게 축적되고 지하수 오염의 원인이 되고 있다. 액상분뇨 양분의 이용도는 시용량, 기후 등 여러가지 요인에 영향을 받는다 (Schechtner, 1985). 액상분뇨의 화학비료 대비 비효는 95~97% 정도에 달한다고 보고되어 있다 (Schechtner 1980, Kunz und Elsässer 1987). 액상분뇨와 화학비료 시용

이 목초의 수량, 식생, 품질에 미치는 영향에 대해서는 상반된 많은 연구결과가 있다. 따라서 유기물이 과다하게 집적된 이 지방에 환경부하를 경감시키기 위한 시비관리 기술에 대한 정책, 기술적 자료를 제공하기 위하여 관행적인 액비시용과 NPK 및 PK 화학비료 시용, 무비재배가 목초의 수량과 품질, 생태계에 미치는 영향을 연구하였다.

II. 材料 및 方法

1. 시험포장

본 시험은 독일 남서부에 위치한 알고이(Allgäu)

* 상지대학교(Dept. of Agronomy, Sang Ji University)

** 호헨하임대학교(University Hohenheim, Federal Republic of Germany)

지방의 초지대에서 수행되었다. 시험포장의 토양은 빙하말기에 형성되었으며 토성은 사양토이다. 공시포장 토양의 성분 함량은 표 1과 같다. 토양의 pH

는 5.7로서 약산성이었으며 장기간 가축분뇨 사용에 의하여 유기물, 인산, 칼리 함량은 높았다.

Table 1. Soil characteristics at 10cm soil depth of experiment field before experiment.

pH	C (%)	total N (%)	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
			mg/100g soil (CAL method)		
5.7	4.0	0.44	22.0	28.0	13.0

2. 시험포장의 기상조건과 수분수지

시험기간 중 시험포장의 강우량과 기온의 변화는 그림 1과 같다. 시험포장의 연평균 기온은 1991년도에 6.6℃, 1992년도에 7.4℃를 기록하였다.

화학비료 사용구(액상분뇨의 N, P, K와 동일량 사용), ③ PK 화학비료 사용구(액상분뇨의 P, K와 동일량 사용), ④ 무비구 등 4개의 처리구를 두었다. 시험구는 난피법 4반복으로 배치하였다.

4. 액상분뇨의 발효와 사용

공시 액상분뇨는 농가에서 수거하여 2.5m³ 크기의 시멘트로 만든 실험용 저장조에서 발효시켰다.

3. 처리 및 시험구 배치

처리는 ① 액상분뇨 사용구(240kgN/ha), ② NPK

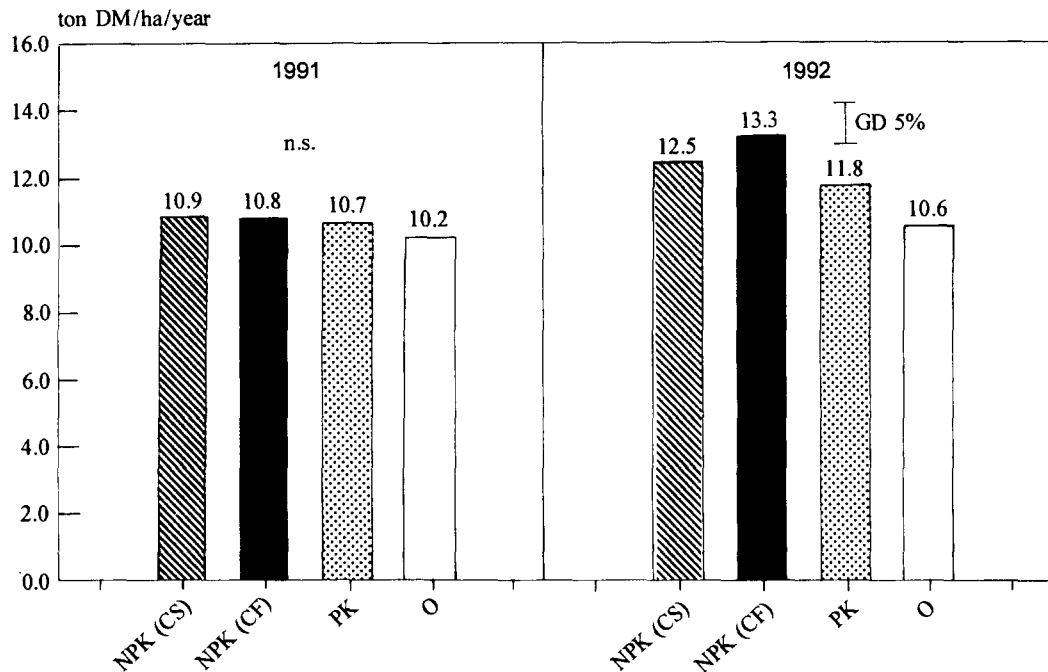


Fig. 1. Dry matter yield under the different fertilizer management.

* NPK(CS) : cattle slurry, NPK(CF) : NPK chemical fertilizer.

PK : PK chemical fertilizer, O : without fertilization.

액상분뇨 사용은 3월초와 매 예취 후 1~2주 사이에 특수 제작한 액상분뇨 살포기를 이용하여 살포하였다.

5. 수량 및 식생조사

수량은 동력예취기를 이용하여 시험구당 5m²을 예취하였다. 목초의 분석을 위한 시료는 약 500g 채취하여 50℃에서 72시간 건조시켰다. 식생 구성요소 조사는 Klapp-Stählin법(Klapp, 1949)에 의하여 매 예취 직전에 실시하였다.

6. 식물체 성분함량 분석

조단백질 함량은 Naumann법, 소화율은 Hohenheim Forage Test(HFT)의 *in vitro* 방법(Steingass 1983), Net energy value는 Steingass(1986)의 Net energy Lactation(NEL) 방법으로 분석하였다. 전체 시료의 20%는 화학적 성분 분석방법으로 분석하였고 시료의 80%는 근적외 분광분석(NIRS, Near infrared reflectance spectroscopy)에서 스펙트럼을 측정하고 흡광도 자료와 화학분석에 의한 자료를 컴퓨터에 입력시켜 검량식(calibration equation)에 의하여 계산하였다. 표 2에서는 NIRS 분석에 의한 표준오차를 나타내었다.

Table 2. Estimate of mineral content in herbage from near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) analysis.

parameter	1991		1992	
	standard error	r ²	standard error	r ²
N (%)	0.10	0.97	0.09	0.98
P (%)	0.02	0.90	0.03	0.89
K (%)	0.14	0.95	0.23	0.90
Ca (%)	0.06	0.90	0.07	0.91
Mg (%)	0.02	0.92	0.02	0.92

III. 結果 및 考察

1. 식생구성

시비관리가 식생 구성요소에 미치는 영향은 표 3에 나타내었다. 시험 1, 2년차까지는 시비방법이 식생에 미치는 영향이 뚜렷하지 않았으나 시험 3년차에 PK 시용구와 무비구에서 화분과 목초의 비율이 감소되고 두과 목초의 비율이 증가되었다. 이에 반하여 화학비료 시용구에서는 화분과 목초의 비율이 증가되었다. 화학비료 시용구는 *Lolium perenne*의 비율이 증가되었다.

2. 건물수량

비료 종류가 수량에 미치는 영향은 그림 2에 나

타내었다. 시험 1년차에는 비료 종류가 수량에 미치는 영향이 없었으나 시험 2년차에는 유의한 차이를 나타내었다. 시험 2년차의 건물수량은 화학비료 시용구가 13.3ton으로 가장 높았고 무비구는 10.6ton으로 가장 낮았다. PK 시용구의 수량은 무비구에 비하여 1.2ton 높았다. 따라서 이 지역에서 환경오염의 원인 때문에 가축분뇨 사용을 제한하였을 경우에 N를 제외하고 P, K 비료를 보충하여 시용하면 수량과 식생을 좋게 유지할 수 있을 것으로 사료된다.

3. 품 질

무비구나 PK 시비구는 관행 액비 시용구와 화학비료 시용구와 비교하여 목초의 사료가치에 유의한 차이를 나타내지 않았다. 특히 젖소의 우유생산에 중요한 net energy lactation (NEL)는 처리간에 차이를

Table 3. Botanical composition under different fertilizer application.

Treatment	1991				1992				1993			
	NPK* (CS)	NPK (CF)	PK	O	NPK (CS)	NPK (CF)	PK	O	NPK (CS)	NPK (CF)	PK	O
Grasses	73	72	72	71	77	81	71	74	77	81	69	66
Legumes	17	18	18	19	16	14	21	17	13	9	21	18
Herbs	10	10	10	10	8	9	8	9	10	9	11	16
<i>Dact. glom</i>	—	—	—	—	5	3	4	4	7	5	5	4
<i>Lolium p.</i>	—	—	—	—	42	52	45	52	36	46	33	34
<i>Poa triv</i>	—	—	—	—	25	23	20	18	29	24	22	24

* NPK(CS): cattle slurry, NPK(CF): NPK chemical fertilizer, PK : PK chemical fertilizer, O : without fertilization.

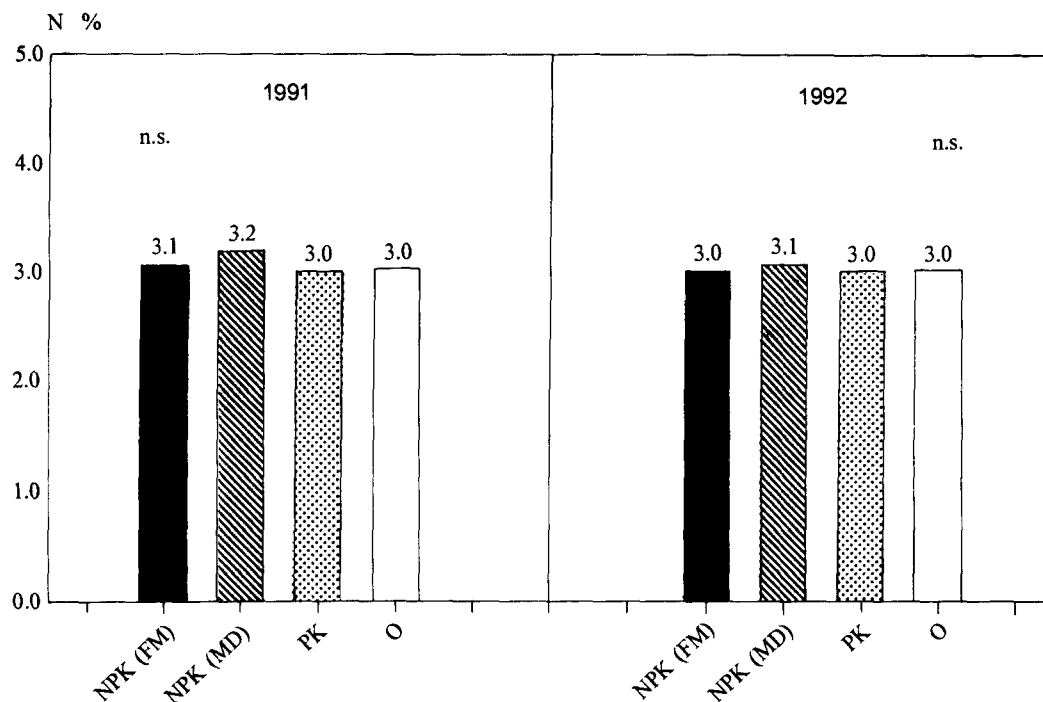


Fig. 2. N content in herbage under different fertilizer management.

* NPK(CS) : cattle slurry, NPK(CF) : NPK chemical fertilizer.

PK : PK chemical fertilizer, O : without fertilization.

Table 4. Crude protein(XP), crude fibre(XF), *in vitro* digestible dry matter (IVDDM), Net energy value(NEL) of pasture mixture under the different fertilizer management.

Treatment	1991					1992				
	NPK* (CS)	NPK (CF)	PK	O	GD (5%)	NPK (CS)	NPK (CF)	PK	O	GD (5%)
XP (%)	19.17	19.92	18.81	19.08	n.s.	18.92	19.27	19.55	19.03	n.s.
XF (%)	20.13	20.52	20.40	20.86	n.s.	21.88	22.96	20.51	21.32	n.s.
IVDDM (%)	75.12	74.52	78.84	75.68	n.s.	78.25	72.99	73.06	74.64	n.s.
NEL (MJ/kg)	6.28	6.22	6.29	6.36	n.s.	6.11	6.07	6.17	6.26	n.s.

* NPK(CS) : cattle slurry, NPK(CF) : NPK chemical fertilizer.
PK : PK chemical fertilizer, O : without fertilization.

나타내지 않아 비옥한 초지대인 이 지방에서 단기간의 무비재배가 목초의 사료가치에 미치는 부정적인 영향은 나타나지 않았다.

4. 식물체의 무기물 함량

시비관리 처리구별 질소 함량은 처리구간에 차이가 없이 3.0에서 3.2% 사이에 있었다(그림 3). 이러한 결과는 질소 시비에 의하여 식물체 질소 함량이 증가된다는 Minderhoud 등 (1974)의 연구결과와 일치하지 않았다. 질소 시용구, 질소 무시용구 사이에 식물체의 질소 함량의 차이가 없는 것은 무비구에서도 식물체가 흡수할 수 있는 충분한 질소가 토양에 있었기 때문인 것으로 생각된다. 시비관리의 차이에 따른 식물체의 P, K, Ca, Mg 함량은 그림 4에 나타내었다. 식물체의 칼슘과 마그네슘 함량은 무비구에서 가장 높았다(Ca = 0.86%, Mg = 0.31%). 액상분뇨 시용구와 화학비료 시용구는 Ca, Mg 함량이 낮았는데 K 과다시비에 의한 길항 관계에 있는 Ca과 Mg의 흡수가 저해 되었기 때문인 것으로 생각된다. 식물체의 Ca, Mg 함량과 달리 K 함량은 시험 2년차에 무비구 (2.7%)에서 가장 낮았고 액상분뇨 시용구(3.32%)에서 가장 높았다. 식물체에 K 함량이 너무 높거나 K/Na 혹은 K/Mg 비율이 높으면 가축의 건강이나 임신에 나쁜 영향을 미친다(Konermann 1967). 따라서 비료 성분이 과다하게 축적되어 있는 초지대에서

1, 2년 무비료 재배에 의하여 식물체의 K 함량이 낮아지고 Ca, Mg 함량이 높아지는 것은 반추가축, 특히 젖소의 영양생리적인 측면에서 긍정적인 효과로 평가된다(Kirchgessner, 1982). 식물체의 인산 함량은 시비관리에 따른 차이를 나타내지 않았다.

5. 무기물 흡수량

질소 흡수량에 미치는 시비관리의 영향은 시험 1년차에는 유의성은 없었으나 화학비료 시용구 (347kg N/ha), 액상분뇨 시용구(337kg N/ha), PK 시용구(325kg N/ha), 무비구 (315kg N/ha) 순서로 낮았다(그림 4). 질소 흡수량은 시험 2년차에는 시험 1년차와 경향은 같았으나 처리구간에 차이가 더 뚜렷하여졌다. 무비구의 질소 흡수량은 화학비료 시용구에 비하여 ha당 80kg 낮았다. 비료 종류가 식물체의 P, K, Ca, Mg 무기물 흡수량에 미치는 영향은 그림 5에 나타내었다. P, K, Ca, Mg 흡수량은 시험 1년차에는 비료 종류에 따른 차이가 크지 않았으나 시험 2년차에 흡수량도 많고 처리구간에 뚜렷한 차이를 나타내었다. 무비구의 인산, 칼리 흡수량은 시험 2년차에 다른 처리구에 비하여 크게 감소되었다. 칼슘의 흡수량에 미치는 비료 종류의 영향은 시험 1, 2년차 공히 나타나지 않았다.

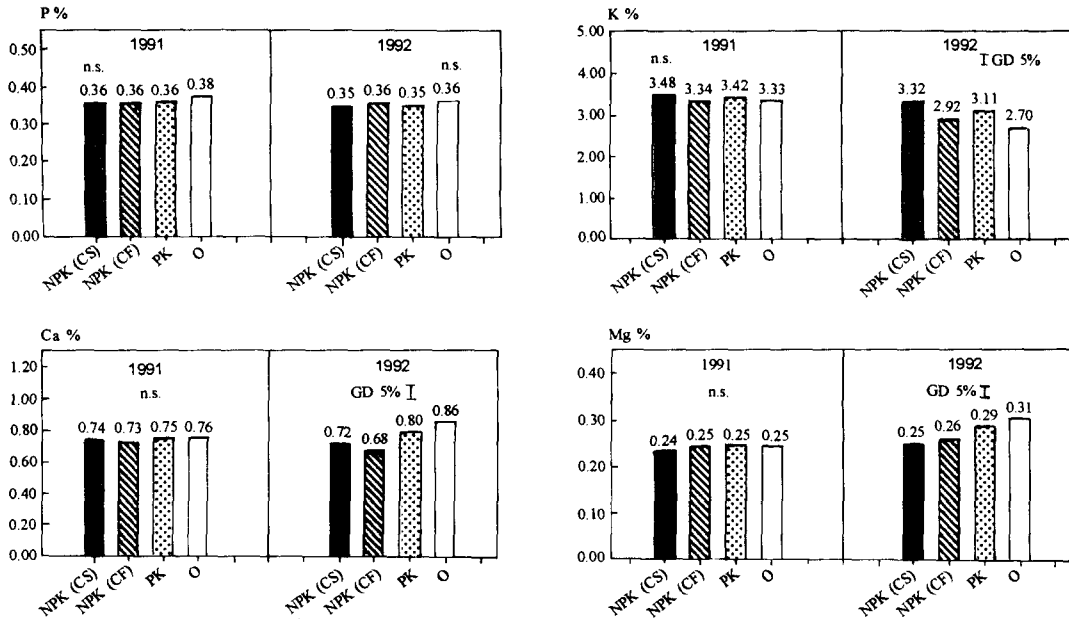


Fig. 3. P, K, Ca, Mg content in herbage under different fertilizer management.

* NPK(CS) : cattle slurry, NPK(CF) : NPK chemical fertilizer.

PK : PK chemical fertilizer, O : without fertilization.

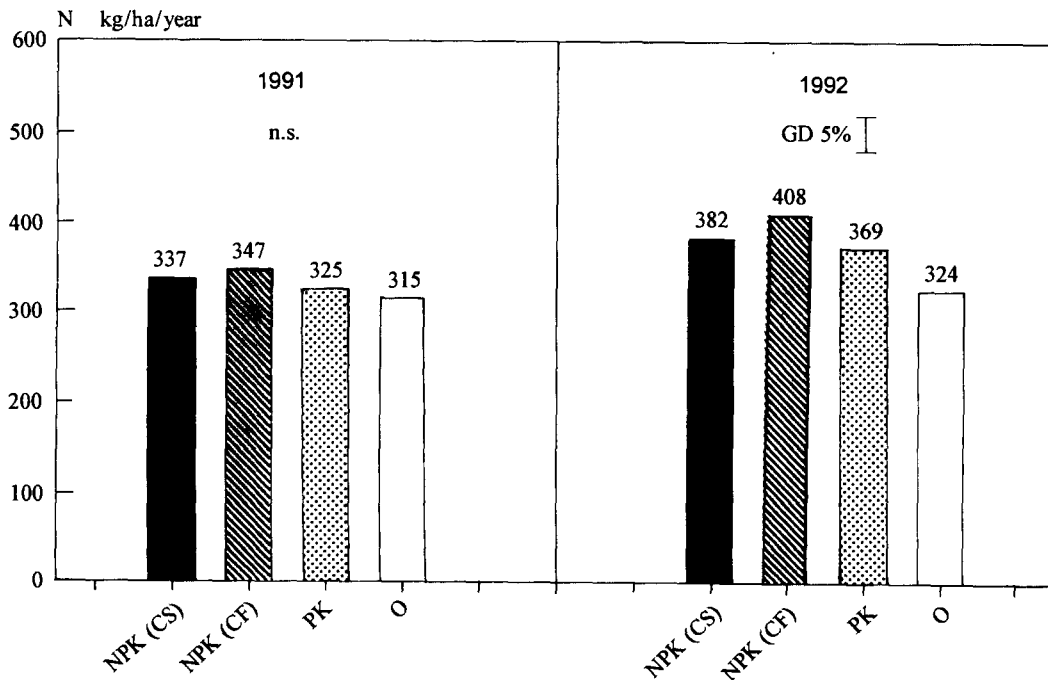


Fig. 4. N uptake under different fertilizer management.

* NPK(CS) : cattle slurry, NPK(CF) : NPK chemical fertilizer.

PK : PK chemical fertilizer, O : without fertilization.

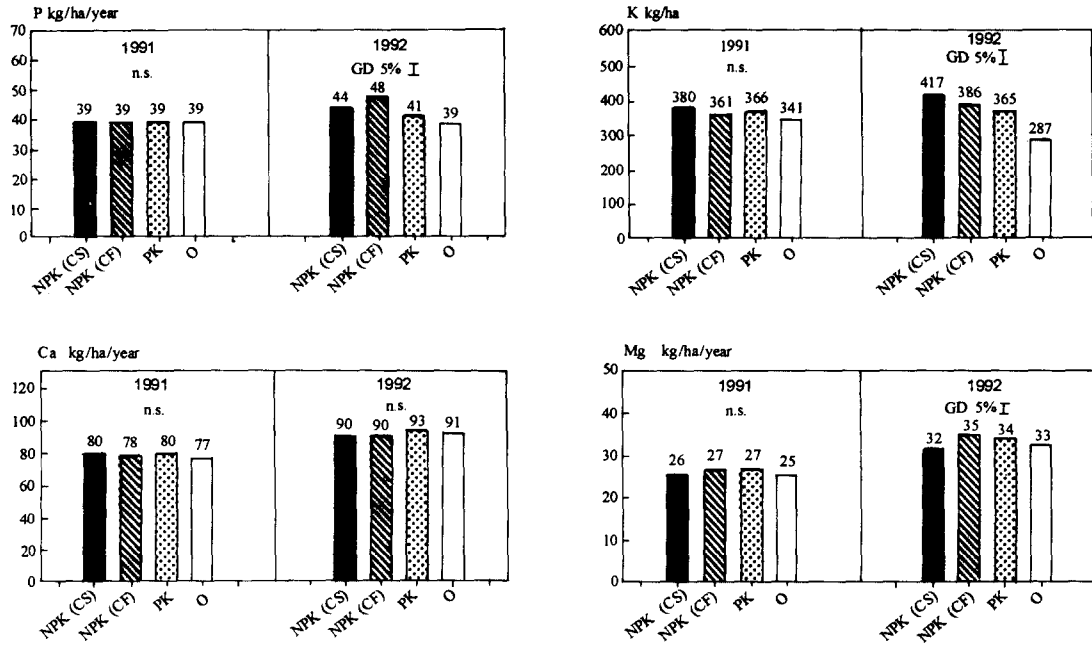


Fig. 5. P, K, Ca, Mg uptake under different fertilizer management.

* NPK(CS) : cattle slurry, NPK(CF) : NPK chemical fertilizer.

PK : PK chemical fertilizer, O : without fertilization.

IV. 摘 要

초지에 액상분뇨의 장기간 살포로 인하여 유기물이 과다하게 집적되고 지하수 오염과 생물종의 소멸 위험이 있는 독일 남서부의 알고이 지방에서 환경부하를 경감시키기 위한 시비관리 기술을 확립하기 위하여 관행적인 액상분뇨 시용구, NPK 화학비료 시용구, 인산·가리 화학비료 시용구, 무비재배구 처리를 두어 초지생산성, 식생변화, 목초품질, 생태계에 미치는 영향을 구명하였다. 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. P, K 시용구와 무비구에서 화분과 목초의 비율이 감소되고 두과 목초의 비율이 증가되었다.

2. 건물수량은 화학비료 시용구가 가장 높고 무비구가 가장 낮았다. P, K 시용구의 수량은 무비구 보다 1.2ton 높아서 이 지역 환경오염 원인 때문에 시비를 제한 하였을 때 P, K 비료를 보충 사용하면 수량과 식생유지에 효과가 있을 것으로 생각된다.

3. 식물체의 무기물 함량은 무비재배구에서 관행 액상분뇨 시용구에 비하여 K 함량이 낮고 Ca, Mg 함량이 높아 반추가축의 영양생리적인 측면에서 긍정적인 효과로 평가된다.

4. 식물체의 질소 함량은 비료 종류간에 차이를 나타내지 않았으나 식물체의 질소 흡수량은 화학비료 시용구 (347kg N/ha), 액상분뇨 시용구 (337kg N/ha), P, K 시용구 (325kg N/ha), 무비구 (315kg N/ha) 순서로 낮았다.

V. 参 考 文 献

1. KLAPP, E. 1949. Landwirtschaftliche Anwendungen der Pflanzensoziologie. Verl. Ulmer, Stuttgart.
2. Kunz, H.G. and M.E. Lässer. 1987. Vergleichende Untersuchungen ber üdie Wirkung des Einsatzes von Handelsdünger, Gülle und mit Zusatzmitteln behandelter Gülle auf Ertrag, Futterqualität und

- botanische Zusammensetzung einer intensiv gedüngten Dauerwiese in Oberschwaben. Vortrag Jahrestagung AG Grünland und Futterbau, Kleve, 95-107.
3. Kirchgessner, M. 1982. Tierernährung, 5. Aufl., DLG-Verlag Frankfurt.
 4. Minderhoud, J.W., P.F.J. Van Burg, B., Deinum, J. G.P. Dirven, and M.L. Hart. 1974. Effects of high nitrogen levels of nitrogen fertilization and adequate utilization on grassland productivity and cattle performance, with special reference to permanent pastures in the temperate regions. Proc. XII. Int. Grassl. Congr. Moscow. 99-121.
 5. Naumann, K., and R. Bassler. 1976. Methoden-buch Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermittel. Verlag J. Neumann, Neudamm.
 6. Schechtner, G., H. Tunney, G. H. Arnold, and J. A. Keuning. 1980. Positive and negative effects of cattle manure on grassland with special reference to high rates of application. Proc. Int. Symp. Europ. Grassl. Fed. "The role of nitrogen in intensive grassland production", Wageningen 25th-29th August 1980. 77-93, Centre Agric. Publishing and Documentation, Wageningen.
 7. Schechtner, G. 1985. Kalidüngung des Grünlandes in Abhängigkeit von den Standortverhältnissen und Bodenuntersuchungsergebnissen. Vortr. Jahrestag. Arb. Gem. Landw. Vers. Anst. Fachgr. "Boden", Linz 29-31. Mai ALVA Halb-jahres-achrichten.
 8. Steingass, H. 1983. Bestimmung des energetischen Futterwertes von wirtschaftseigenen Futtermitteln aus der Gasbildung bei der Pansenfermentation *in vitro*. Diss. Hohenheim.