

無機態 窒素施肥가 草地의 收量과 植生構成에 미치는 影響

I. 草地의 收量과 經濟的 無機態 窒素施肥限界

曹益煥 · G. Schechtner*

Efficiency of Mineral Nitrogen Fertilization on Yield and Botanical Composition of Grassland

I. Dry matter yield and economical mineral nitrogen application of grassland

Ik Ilwan Jo and G. Schechtner*

Summary

This experiment was carried out to study the effect of pure mineral nitrogen fertilizing on dry matter yield of grassland and the advisable mineral nitrogen amounts in long duration under practical conditions at the "Federal Institute for Agriculture in the Alps" in Austria. The application rates were 0, 30, 60, 90 and 120 kg N/ha/cut, the cutting regimes 3-, 4-, 5- and 6-cuts/year.

In order to explain the nitrogen-profitability were determined that 1 kg pure mineral nitrogen have to produce 8 – 16 kg DM/kg N in dependence on cutting regimes and requiring of nitrogen efficiencies. The results were as follows:

1. With only PK-fertilizaing average dry matter yields from 4.0 to 7.6 tons per ha and year were obtained.
2. Within all applied cutting regimes 60 kg min. N/ha/growth have proved to be the most efficient application rate with 13 – 24 kg DM/kg N in dependent of cutting regimes. Comapred with only PK-treatment the DM yields increased by 3.9 – 4.7 t/ ha nad year.
3. By the sigmaformed process of Input-Output curve the highest marginal yield (the "most efficient" N-dressing rate) per ha and year was calculated: 152 kg N at 3-cut regimes, 204 kg N at 4-cut regimes, 220 kg N at 5-cut regimes and 240 kg N/ha/year at 6-cut regimes.
4. With required efficiencies of 16 and 12 kg DM/kg N 240 – 300 kg N per ha and year respectively would have to be applied at 3-cut regimes; with required efficiencies of 12 and 10 kg DM/kg N at 4-cut regimes the appropriate figures ranged from 320 to 420 kg N/ha and year, at 5- and 6-cut regimes and efficiencies of 10 and 8 kg DM/kg N results of 360 – 460 kg N and 380 – 500 kg N respectively were obtained.
5. At the relatively dry location Piber the highest dressing rates were needed in order to obtain the efficiencies from 8 to 16 kg DM/kg N, about 30 – 60 kg N/ha/year more than at the relatively moist location Admont.

I. 緒 論

無機態 窒素는 地上部의 生育을 촉진시키고 牧草의 再生을 활발하게 하여 수량을 증가시키고 放牧

地에서는 질소의 도움으로 사료를 쉽게 모한 시기에 알맞게 공급시켜 준다. 이러한 理由로 거의 대부분의 國家에서 질소는 집약으로 이용되는 產物과 방목지에서 무시할 수 없는 실정이다. Kreil

*Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein(A-8952 Irnding, österreich)

(1983)은 조지에서 水分狀態가 적절하고, 토양에 통상적인 기후영양소(인산과 질소)가 잘 공급되며, 질소 시비량이 임지조건, 식생구성, 식생의 연령과 이용형태에 알맞을 때 동시에 능률적인 植生種이 優占시 질소의 높은 효율성이 나타남을 시사하였다.

그러나 높은 無機 질소 공급이 자주 害생구성에 문제점을 유발시키며 또한 경제적인 측면에서 질소의 가격 폭등이 土地 賃貸料와 방목우의 이자율등과 함께 많은 문제점을 야기시키고 있다. 따라서 질소비료의 경제적이고 합리적인 공급이 강하게 요구되고 있다¹⁾. 경제성의 척도로서 최적의 질소 시비량을 들 수 있는데 이는 비료의 가격, 질소의 生産能率(生産曲線), 가축에 의해 이용되는 제설 생산

성, 가소화 에너지의 함량과 사료효율(즉, 가축의 능률 당 에너지 소모) 등에 의해 좌우된다²⁾.

종래의 Mitscherlich(1921)의 생산 법칙(즉, 증가되는 영양소 공급에 반해 수량 증대의 감소법칙)에 대해 Schechtner(1978)는 혼파 조지에서 중간 정도 질소의 공급은 苜科의 감소를 초래함과 동시에 질소공급원의 감소로 자주 경작지의 작물에서 보다 수량증대가 적음을 증명 했으며, 이런 이유로 두과를 포함한 혼파 조지에서는 질소의 생산곡선이 시그마 형태의 곡선(3 차 회귀곡선)으로 평가되어야 함을 밝혔다. 이러한 생산 곡선에서는 한계 수량이 질소 한계소비량 보다 크거나 같을때 경제적인 질소 시비수준에 도달됨을 나타낸다³⁾.

Table 1. Layout year and composition of seed mixture (kg/ha) in the individual trials

Trials No.	433	494, 495 and 496	
		3x	4x, 5x & 6x
Layout year	1961	1968 (1969) *	1968 (1969) *
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Österr. HW (6 kg/ha)	Steinacher (4 kg/ha)	-
<i>Trisetum flavescens</i>	Österr. HW (1 kg/ha)	Österr. HW (2 kg/ha)	Österr. HW (2 kg/ha)
<i>Dactylis glomerata</i>	Dän. HW (2.4 kg/ha)	Roskilde (3 kg/ha)	Roskilde (4 kg/ha)
<i>Festuca pratensis</i>	Dän. HW (9 kg/ha)	Steinacher (4 kg/ha)	Steinacher (4 kg/ha)
<i>Phleum pratense</i>	USA HW (1.2 kg/ha)	USA HW (3 kg/ha)	USA HW (3 kg/ha)
<i>Poa pratensis</i>	Holl. & Dän. (4 kg/ha)	Steinacher (6 kg/ha)	Steinacher (8 kg/ha)
<i>Festuca rubra eur.</i>	Holl. & Dän. (3.2 kg/ha)	Steinacher (6 kg/ha)	Steinacher (8 kg/ha)
<i>Trifolium repens</i>	NFG-Gigant (2.4 kg/ha)	Milka (1 kg/ha)	Milka (1 kg/ha)
<i>Trifolium pratense</i>	Schweiz. HW (1.2 kg/ha)	-	-
<i>Trifolium hybridum</i>	-	Birka (1 kg/ha)	-
<i>Lotus corniculatus</i>	Franz. HW (4 kg/ha)	Franz. HW (1.5 kg/ha)	-
Total (kg/ha)	34.4	31.5	31

*Layout year of trials 495 and 496

本 研究에서는 4 개의 장기간 無機態 窒素 施肥 試驗을 통해 立地條件과 利用形態에 따른 牧草의 收量과 경제적이고 합리적인 施肥수준을 究明 하였다.

II. 材料 및 方法

本 試驗에서 시험 번호 433은 1962~1988, 시험 번호 494는 1969~1988 및 시험번호 495와 496은 1970부터 1988까지 오스트리아 알프스 농업을 위한 국립 연방 연구소 산하 試驗圃場(433: Admont, 494: Gumpenstein, 495: Piber, 496: Bischofshofen) 에서 수행되었으며 그 試驗處理方法은 다음과 같다.

1. 混播組合 및 播種量

모든 시험은 Table 1과 같은 混播組合을 조성년도에 ha 당 31-34.4kg으로 난괴법 4반부, 區當面積 21.08m² (2.4m×6.2m)에 파종되었다.

2. 刈取 및 施肥水準

시험번호 494, 495와 496은 各各 年 3, 4, 5, 6회 刈取區를, 시험번호 433은 年 3, 4, 6회區를 설정하여 刈取를 行하였고, 질소 施肥수준은 에취빈도별 0, 30, 60, 90, 120kg N/ha(단 시험번호 433은 대조구 포함 단지 3 단계 수준)로 달리하여 1번초 생육을 위해서는 매년 이른 봄 生育初期에 그리고 나머지는 每 刈取後 1주일 이내에 nitrochalk를 施用하였다. 인산과 칼리는 前年度 수량에 비준하여

모든 處理區 共히 糞성인비와 礬화칼륨으로 施用하였다.

3. 經濟性測定

통계제처리를 위해 FTAB- 과 ANOFT-Program 으로 산출된 平均 乾物收量등은 回歸分析生産曲線(3차 회귀방정식)을 이용하여 經濟性測定을 다음과 같이 施行하였다. 生産機能方程式 $y = a + bx + cx^2 - dx^3$ 에서 y는 收量이라 할 수 있는데 이는 窒素 施肥量(x)에 의존된다.

이 방정식의 1차 미분($dy/dx = y' = b + 2cx - 3dx^2$)으로 每 kg 當 增收量이 算出된다.^{13, 14}

2차 미분이 0일때 질소施肥수준 x는 最高의 增收量에 도달된다. 즉, $\{(dy/dx)' = 0\}$, $x = \frac{2c}{3d}$ 이다.

經濟性限界의 계산時에는 飼料利用이 경제적으로 적절한 수준에 도달키위해 마지막 kg 질소가 3회 刈取區에서는 아직 12-16kg, 4회 刈取區에서는 10-12kg 및 5, 6회 刈取區에서는 8-10kg의 수량증대를 取하도록 하였다. 예를들면, 3회에취구에서 비교적 높은 효율요구치 $16 = b + 2cx - 3dx^2$ 가 된다.

最大收量을 위한 질소수준은 1차 미분이 0일때 구하여 지는데 이수준 이상에서는 전혀 收量증대가 일어나지 않는다. 즉, $0 = b + 2cx - 3dx^2$ 이다.

III. 結 果

1. 年 平均收量에 대한 窒素效率

Table 2-5는 Admont(시험번호 494), Piber(495),

Table 2. Average dry matter yield (ton/ha) in the fertilization and utilization trials Admont, Piber, Bischofshofen and Gumpenstein(average from 18 to 26 years). 3-cut regimes.

Treatment	Admont		Piber		Bischofshofen		Gumpenstein		Mean	
	t/ha	r	t/ha	r	t/ha	r	t/ha	r	t/ha	r
PK	5.47	19	6.46	18	6.84	18	6.61	26	6.36	81
PK+ 90N	7.63	19	7.91	18	7.86	18	7.88	26	7.82	81
PK+180N	10.68	19	11.41	18	10.68	18	10.36	26	10.74	81
PK+270N	11.79	19	13.84	18	12.20	18			12.60	55
PK+360N	11.82	19	14.19	18	13.01	18			12.99	55
									(55)	(81)
p=0.05	0.52		0.61		0.56		0.42		0.37	0.30
p=0.01	0.69		0.81		0.75		0.56		0.48	0.40

Table 3. Average dry matter yield (ton/ha) in the fertilization and utilization trials Admont, Piber, Bischofshofen and Gumpenstein (average from 18 to 26 years). 4-cut regimes.

Treatment	Admont		Piber		Bischofshofen		Gumpenstein		Mean	
	t/ha	r	t/ha	r	t/ha	r	t/ha	r	t/ha	r
PK	6.38	19	6.25	18	6.49	18	5.90	26	6.22	81
PK + 120 N	7.58	19	7.95	18	7.97	18	7.28	26	7.65	81
PK + 240 N	9.87	19	10.49	18	10.59	18	9.62	26	10.09	81
PK + 360 N	11.14	19	12.54	18	12.07	18			11.90	55
PK + 480 N	11.53	19	13.66	18	12.21	18			12.45	55
									(55)	(81)
p = 0.05	0.46		0.50		0.65		0.49		0.35	0.29
p = 0.01	0.61		0.65		0.86		0.66		0.46	0.38

Bischofshofen(496) 및 Gumpenstein의 施肥와 利用에 관한 試驗(433)의 平均年收量과 모든 지역의 평균을 나타내고 있다.

① 3회 刈取區

단지 인삼과 칼리 사용시 수량은 Piber, Bischofshofen과 Gumpenstein에서 거의 비슷한 수준을 나타내고 있으나 Admont에서는 3 지역의 평균 보다 약 1.17 t DM/ha가 적음을 보여 주고 있다(Table 2.)

첫 90kg/ha/year 질소시비단계는 모든 지역에서 평균 건물수량 16.3kg DM/kg N의 적절한 질소효율을 가져왔다.

두번째 단계 180kg/ha/year 窒素施肥로 평균 24.3 kg DM/kg N의 현저한 窒素效率이 나타났으며 첫 窒素施肥段階와 마찬가지로 Admont에서 27.6kg DM/kg N의 높은 窒素效率이 나타났다.

270kg/ha/year의 N 施肥水準은 180kgN/ha/year에 대하여 높은 유의성의 收量增大를 보여주고 있으나 두번째 段階 施肥 보다는 23.1kg DM/kg N으로 질소효율이 낮아졌다.

N 시비수준 360kg/ha/year(각 刈取別 120kg N/ha)는 소량의 增收가 이루어졌으며 3 지역의 平均 窒素效率은 18.4kg DM/kg N에 도달되었다. 그러나 3회 刈取와 이런 높은 窒素施肥時에는 飼料品質이 경험상 현저하게 떨어진다. Piber 지역에서 14 t DM/ha 이상의 乾物收量을 示唆하고 있는데 이는 温和한 氣候때문이라 할 수 있다.

② 4회 刈取區

年 4회 刈取區에서는 PK 施肥와 첫번째 窒素施肥水準(30kg N/ha/cut)가 거의 3회 刈取區와 비슷한 收量을 보여주고 있으나 그 窒素效率은 16.3 kg - 11.9kg DM/kg N으로 줄어 들었다(Table 3).

Table 4. Average dry matter yield (ton/ha) in the fertilization and utilization trials Admont, Piber and Bischofshofen(average from 18 to 19 years). 5-cut regimes.

Treatment	Admont		Piber		Bischofshofen		Mean	
	t/ha	r	t/ha	r	t/ha	r	t/ha	r
PK	7.62	19	5.48	18	6.63	18	6.60	55
PK + 150 N	8.47	19	7.81	18	8.43	18	8.24	55
PK + 300 N	10.47	19	10.70	18	10.92	18	10.70	55
PK + 450 N	11.61	19	12.49	18	12.12	18	12.07	55
PK + 600 N	11.53	19	12.90	18	12.16	18	12.20	55
p = 0.05	0.43		0.54		0.55		0.37	
p = 0.01	0.57		0.72		0.73		0.48	

Table 5. Average dry matter yield (ton/ha) in the fertilization and utilization trials Admont, Piber, Bischofshofen and Gumpenstein (average from 18 to 26 years). 6-cut regimes.

Treatment	Admont		Piber		Bischofshofen		Gumpenstein		Mean	
	t/ha	r	t/ha	r	t/ha	r	t/ha	r	t/ha	r
PK	6.94	19	4.83	18	6.77	18	3.98	26	5.48	81
PK + 180 N	8.00	19	7.73	18	8.64	18	7.23	26	7.84	81
PK + 360 N	10.28	19	10.74	18	11.01	18	9.04	26	10.15	81
PK + 540 N	11.29	19	11.77	18	12.01	18			11.68	55
PK + 720 N	10.87	19	11.96	18	11.61	18			11.47	55
									(55)	(81)
p=0.05	0.59		0.48		0.59		0.51		0.40	0.33
p=0.1	0.78		0.63		0.78		1.00		0.53	0.44

Table 6. Efficiency-datas and economical borders of N-fertilization.

Varieties & locations	1)	2)	3)	4)
	(kg/ha and year)			
3-cut areas:				
Marginal yield(dy/dx)	dy/dx = max.	dy/dx = 16	dy/dx = 12	dy/dx = 0
Admont	99 kg N	240 kg N	260 kg N	308 kg N
Piber	159	282	293	322
Bischofshofen	162	274	293	338
Gumpenstein	186	284	297	332
4-cut areas:				
Marginal yield(dy/dx)	dy/dx = max.	dy/dx = 12	dy/dx = 10	dy/dx = 0
Admont	194 kg N	323 kg N	348 kg N	437 kg N
Piber	209	392	416	493
Bischofshofen	187	334	352	422
Gumpenstein	227	378	390	444
5-cut areas:				
Marginal yield(dy/dx)	dy/dx = max.	dy/dx = 10	dy/dx = 8	dy/dx = 0
Admont	252 kg N	364 kg N	408 kg N	518 kg N
Piber	"norm"	433	460	549
Bischofshofen	189	380	415	520
6-cut areas:				
Marginal yield(dy/dx)	dy/dx = max.	dy/dx = 10	dy/dx = 8	dy/dx = 0
Admont	278 kg N	377 kg N	444 kg N	591 kg N
Piber	"norm"	408	460	629
Bischofshofen	200	369	430	589
Gumpenstein	"norm"	485	520	657

1) N-dressing amounts in order to the max. marinal yields 2) Economical borders with rel. high required efficiencics

3) Economical borders with middle required efficiencics 4) N-dressing amounts in order to the highest yields

* With the sigmaformed process of Input-Output curve(The normal process of production curve is marked with "norm").

窒素의 240 kg/ha/year 増施는 平均 10.09t DM/ha 으로 收量이 増大하였으며 그 窒素效率 역시 16.1 kg DM/kg N 으로 증가하였다.

360 kg/ha/year 的 窒素施肥量에서는 여전히 현저한 收量増大를 가져왔으나 한단계 높은 480 kg/ha/year 的 窒素水準에서는 단지 미소한 收量増大의 效果를 나타냈다.

3 회 에취구와 비교하여보면 의심할 여지없이 사료품질이 높은 4 회 에취구에서 약간 줄어든 수량을 보여주고 있다.

③ 5 회 및 6 회 刈取區

Table 4 와 5 는 5 회와 6 회 刈取區(假裝된 放牧형 에취구)의 結果를 要約한 것인데, 도달할 수 있는 수량수준이 이미 이 利用頻度에서는 미약하게 작용하고 있다. 4 번째 질소시비단계 720 kg/ha/year 에서는 부분적으로 540 kg N/ha/year 에서보다 收量이 적었는데, 이는 이미 확연한 收量増加의 低下를 나타내고 있다.

60 kg N/ha/cut 까지는 窒素效率이 13.7 혹은 12.5 kg DM/kg N 으로 増加되었으나 이보다 높은 窒素施肥水準에서는 9.3 내지는 8.3 kg DM/kg N 으로 현저히 줄어들었다.

放牧型 刈取區에서는 적절한 收量에 도달하기 위해 매년 높은 窒素施肥가 요구되었으나 3 회와 4 회 刈取區 보다는 상당히 높은 품질의 粗飼料를 얻게 되었다.

단지 磷酸과 칼리 施肥에서는 Gumpenstein 을 제외하고는 3 회 및 4 회 刈取區와 거의 비슷한 범위의 수량을 유지하고 있다(평균 6.2-6.6 t DM/ha).

2. 年平均 乾物收量에 따른 窒素施肥의 經濟性

4 地域의 經濟的 窒素施肥 限界와 그 效率들을 비교해 보면 Table 6 과 같은데, 3 개의 질소수준(대조구포함)만을 가진 Gumpenstein 의 자료는 평균 ANOFT 價와 남은 3 지역의 實際價를 이용하여 缺測值修正되었으나 Piber 와 Gumpenstein 의 假裝된 放牧刈取區에서는 生産曲線이 Mitscherlich 生産法則에 부합되어 最大限界收量이 결여되었다.

4 지역 平均 最大限界收量은 다음과 같은 年 施肥量에서 도달되었다: 3 회 刈取區에서는 152 kg N/ha, 4 회 刈取區에서는 204 kg N/ha, 5 회 刈取區

에서는 220 kg N/ha 및 6 회 刈取區에서는 240 kg N/ha.

3 회 刈取利用時 經濟的 窒素施肥限界는 설정된 窒素效率要求(16-12 kg DM/kg N)에 따라 Admont 에서 240-260 kg, Piber 에서 282-293 kg 및 Bischofshofen 에서 274-293 kg N/ha/year 에 이르렀다. 窒素效率 12-10 kg DM/kg N 을 요구하는 4 회 刈取區에서는 3 地域 平均 357-376 kg N/ha/year 的 施肥量에서 도달되었는데 이는 3 회 刈取區보다 약 80 kg N/ha/year 높은 수준이었다.

假裝된 방목에취구에서는 經濟的 窒素施肥限界로서 10-8 kg DM/kg N 的 窒素效率이 요구되었는데, 5 회 및 6 회 刈取區에서 各各 平均 396-430 kg 및 410-464 kg N/ha/year 的 수준에서 도달되었다.

地域別로 보면 Admont 에서는 Piber 보다 30-60 kg N/ha/year 낮은 수준에서 經濟的 窒素施肥限界에 도달하였다.

乾物收量의 最大를 위한 窒素施肥量은 3 회 刈取利用時 平均 325 kg, 4 회 刈取利用時 449 kg, 5 회 刈取利用時 529 kg 및 6 회 刈取利用時 616 kg/ha/year 가 요구되었다.

IV. 考 察

1. 無機態 窒素施肥效率

단지 PK 施肥보다 無機態 窒素 도움으로 모든 刈取區에서 현저한 増收量을 가져왔는데 이는 이미 많은 研究結果에서도 나타났다. 평균적으로 모든 에취구에서 60 kg N/ha/cut 的 施肥段階時 가장 높은 窒素效率에 도달하였는데, 이에 대해 Schechter(1978)는 禾本科-苜科-野草등 混播草地에서 소량의 窒素施肥는 窒素供給源의 役割을 하는 苜科의 生育을 抑制하여 만족키 어려운 影響을 가져오기 때문에 良好하고 확실한 窒素效率을 위해서는 중간수준 내지는 높은 窒素施肥가 되어야 한다고 하였다. 그러나 상당히 높은 窒素施肥段階(90 kg 에 대해 120 kg N/ha/cut)에서는 단지 약소한 増收量만을 가져왔다. 이와 관련하여 Gruber(1979)는 이러한 높은 窒素施肥가 窒素의 過多蓄積으로 飼料의 品質低下 및 이러한 사료를 섭취한 가축의 경우 窒素酸中毒을 유발시킬 수 있음을 밝혔다.

窒素施肥에 의한 收量增加의 差異를 가져오는 또 하나의 요인으로 立地條件의 差異가 인정되었는데, 이는 특히 자연적인 水分供給과 土壤窒素供給 등의 差異로 추측된다.⁸⁾

2. 經濟性과 經濟施肥限界

草地에서 收量增大 手段의 經濟性 測定은 草飼料가 직접 판매되는 형식을 취하는 게 아니라 일차적으로 家畜에 의해 이용되는 中間生産物이기 때문에 耕作地에서 穀物の 경우보다 매우 어렵다. 이 難題의 해결로서 生産增加가 이를 위해 사용되는 生産費를 상회 또는 동일하도록함이 하나의 방법이다. 즉, 草地의 窒素施肥 측면에서 보면 대부분의 상황에서 가능한한 적은 비용의 飼料를 생산하기 위해 無機窒素 kg 당 비교적 높은 效率要求가 설정되어야 하며, 이와 반대로 加工産業이 유리한 상황에서는 비교적 낮은 窒素效率도 수용할 수 있음을 말한다. 따라서 본 연구에서는 經濟施肥限界를 구하고자 2 개의 평가수준으로 행하여졌다. 이를테면, 經濟性을 위하여 1 kg의 無機窒素는 品質差를 유발하는 利用頻度에 따라 中位效率要求時 8-12 kg DM/kg N 및 高位效率要求時 10-16 kg DM/kg N을 가져야 한다.

窒素施肥 經濟施肥 經濟性測定의 또하나 問題는 禾本科-荻科-(野草)-混播草地에서 生産曲線이 일반적으로 減少하는 增收法則에 의존치 않고 시그마형태를 취하는데⁸⁾, 본 시험의 결과에서도 이에 상응했다.

본 시험에서는 시그마형태의 生産曲線을 통하여 年間 窒素施用量 각각 3회 刈取區 152 kg/ha, 4회 刈取區 204 kg/ha 및 5회 刈取區 220 kg/ha에서 最高 限界收量에 도달됨을 밝혔는데, 이는 禾本科-荻科-(野草)-混播草地에서 적절한 效果에 도달키 위한 最低의 窒素施用量 정도를 시사하고 있다.

본 시험의 결과에 의하면 草地에서 經濟的 窒素施肥限界는 刈取, 利用頻도와 效率要求에 따라 약 240-500 kg/ha/year으로 비교적 높았는데, Kalfoten(1982)은 草地에서 年間 窒素施用量 120-250 kg/ha이 경제적으로 最適이라 권고하였으며 이에 반해 Holmes(1980)는 5-10 kg DM/kg N의 收益線에서 300-475 kg N/ha/year의 상당히 높은 窒素施用을 권장하였다. 간혹 高窒素施肥로 雜草의 茂盛, 飼

料에 窒酸過多蓄積의 危險과 窒酸의 流失危險의 우려가 있으나 本 試驗에서 높은 水準의 經濟的 窒素施肥限界는 利用頻도가 높은 경우에 해당된 것으로, 이는 Rieder(1985)의 연구결과와 一致하였다. 즉, 잦은 刈取利用時에는 頻繁한 刈取로 식물체에 의해 토양으로부터 질소의 탈취량이 많아지기 때문에 再生을 위해 利用되는 可動態의 無機窒素가 드문 刈取利用보다 유실의 위험이 적고 더 많은 量이 요구된다. 그러나 실제적인 放牧形態에서는 放牧地에서 家畜의 排泄物에 의한 窒素還元이 施肥量測定時 중요한 役割을 하게되므로 더욱 연구되어야 할 것이다.

입지에 따른 經濟的 窒素施肥限界에 Thimm(1969)은 비교적 乾燥한 地域일수록 窒素施肥에 의한 效率가 增加됨을 밝혔는데 本 試驗의 結果에서도 역시 證明되었다. 특히 비교적 乾燥한 地域 Piber(年平均 降水量 940mm)에서 經濟的 生産을 위해 비교적 濕潤한 地域 Admont(年平均 降水量 1,120mm)보다 30-60 kg/ha/year의 窒素 施用量이 많아야 함이 시사되었다. 이러한 乾燥한 地域에서 질소효율이 높은 이유는 窒素施肥가 蒸散係數低下에 作用하며 이를 통해 취할수 있는 水分을 效果의으로 利用하기 때문이라 思慮된다.⁹⁾

V. 摘 要

本 試驗은 실제에 가까운 條件下에서 무기태 窒素가 刈取頻도에 따른 草地收量에 미치는 影響과 바람직한 무기태 窒素施肥水準을 究明코자 오스트리아 알프스농업을 위한 聯邦研究所 Gumpenstein 산하 試驗圃場에서 장기간 수행되었다. 無機窒素는 刈取頻도별 0, 30, 60, 90 및 120 kg N/ha으로 施用되었고 刈取頻도는 年 3, 4, 5 및 6회 實施되었다.

經濟性限界를 測定하기 위해 1 kg 純 無機窒素는 利用頻도와 效率要求에 따라 8-16 kg 乾物收量의 增加를 가져오도록 책정하였다. 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 磷酸과 加里 施用만으로 年平均收量이 4.0-7.6 t DM/ha에 도달하였다.

2. 差異가 심한 純無機窒素 施用量(0, 30, 60, 90 및 120 kg N/ha/cut)이 모든 刈取區에서 60 kg N/ha/cut의 施肥水準時 最上의 窒素施肥效率를 나타냈

는데, 純窒素 kg 當 증수는 利用強度에 따라 13-24 kg DM에 달했다. 또한 단지 PK 施肥區 보다 60 kg N/ha/growth의 施肥時 增收는 3.9-4.7 t DM/ha/year를 보여주고 있다.

3. 最高 限界收量(施用된 질소 kg 當 最高效率)은 시그마 形態의 生産曲線을 통해 各各 3회 刈取 利用時 152 kg, 4회 刈取 利用時 240 kg, 5회 刈取 利用時 220 kg 및 6회 刈取 利用時 240 kg N/ha/year의 施肥水準에서 도달되었다.

4. 책정된 效率要求에 따른 經濟的 施肥限界는 3회 刈取 利用時 240-300 kg N, 4회 刈取 利用時 320-420 kg N, 5회 刈取 利用時 360-460 kg N 및 6회 刈取 利用時 380-500 kg N/ha/year의 施肥水準이었다.

5. 比較的 乾燥한 地域인 Piber에서 窒素效率 8-16 kg DM/kg N을 위해 가장 높은 窒素 施肥量을 要求하는데 특히 比較的 濕潤한 地域인 Admont 보다는 30-60 kg N/ha/year의 높은 수준이었다.

VI. 引用文獻

1. GRUBER, P. 1979. Düngung aus ökonomischer Sicht. *Förderungsdienst* 27 (4): 104-107.
2. HOLMES, W. 1980. The role of nitrogen in intensive grassland production - the future. *Proc. Int. Symp. Europ. Grassl. Fed.* "The role of nitrogen in intensive grassland production". Wageningen 25th-29th August 1980; 149-156, *Centr Agric. Publishing and Documentation*. Wageningen 1980.
3. KALTOFEN, H. 1980. Hinweise zur operativen Modifizierung der Stickstoffdüngung auf Niedermoorgrasland. *Feldwirtschaft* 23 (10): 463-466.
4. KÖHNE, M. 1972. Wie wirtschaftlich ist die Düngung? *Mitt. DLG*, 87 (46): 1163-1165.
5. KREIL, W. 1983. Effektive N-Düngung des Grünlandes. *Feldwirtschaft*, 24 (2): 88-90.
6. MORRISON, J., M.V. JACKSON, and T.E. WILLIAMS. 1974. 1976. Variation in the response of grass to fertilizer N in relation to environment. *Fertilizer Soc.* (142): 28-38. *Ref. Soils Fertilizers* 39 (3), (2468).
7. RIEDER, J.B. 1985. Der Nährstoffkreislauf im Graswirtschaftsbetrieb. *Grüne* 7: 1-8.
8. SCHECHTNER, G. 1978. Botanical problems on heavily fertilized meadows in Austria. *Proc. 7th Gen. Meet. Europ. Grassl. Fed.* "Constraints to grass growth and grassland output", Gent 5th-9th June 1978; 8. 43-8. 53, *Soc. Grassl. Fodder Crops*, Merelbeke 1978.
9. SCHECHTNER, G. 1979. Auswirkungen von Düngung und Nutzung auf die botanische Zusammensetzung von Dauerwiesen und Dauerwieseneenanlagen im Alpenraum. *Ber. Int. Fachtagung "Bedeutung der Pflanzensoziologie für eine standortsgemäße und umweltgerechte Land- und Almwirtschaft"* Gumpenstein, 12. u. 13. 9. 1978: 259-336, Gumpenstein 1979.
10. SCHIEFER, J., H.G. KUNZ und I. MASSIER. 1983. Natürliche Wuchsfaktoren und Grünlandertrag. *Wirtschaftseig. Futter* 29 (1): 55-66.
11. THIMM, H. 1969. Ökonomischer Stickstoffein-satz auf Mähweiden. *Feldwirtschaft* (5): 253-262.
12. UEBBING, W. 1975. Pachten oder intensivieren? *DLG-Mitt.* 22: 1211-1213.
13. VOIGTLÄNDER, G. und V. LANG. 1975. Produktionsfunktionen der Stickstoffdüngung auf Mähweiden. *Z. Acker-Pflbau* 141: 120-131.
14. WATANABE, K. 1974. Studies on the regrowth of orchardgrass under different season, cutting and fertilization. *Diss. Univ. Tohoku, Japan*, pp 9-42.