

유휴 논토양에서 조사료 생산을 위한 적정 액상구비 시용수준의 추정

I. 액상구비의 시용이 Reed canarygrass의 연 건물수량에 미치는 영향

이주삼 · 조익환* · 김성규** · 안종호

Estimation of Optimum Rate of Cattle Slurry Application for Forage Production Using Idled Rice Paddy

I. The effect of cattle slurry application on annual dry matter yield in reed canarygrass.

J. S. Lee, I. H. Jo*, S. K. Kim** and J. H. Ahn

Summary

This study was investigated for the purposes of securing forage resource using idled rice paddy recently increased in accordance to a current trend of farm products' liberalization and also of presevation of environment by using cattle slurry as liquid manure, which is seriously increasing these days. In this study, mean annual dry matter yield and its seasonal variation with reed canarygrass, and a optimum rate of cattle slurry application were investigated. The results are as follows:

1. According to the conditions of cutting frequencies(3, 4 and 5 cutting per year), mean annual dry matter yield was recorded from 8.9 tons to 10.9 tons per hectare and was the highest at 3 cutting frequency.
2. The use of cattle slurry with the levels of between 300 and 360 kg N per hectare showed a significantly higher mean annual dry matter yield than that of the control (non-fertilization).
3. The treatments with 3 and 4 cutting frequencies(90 kg N/ha/year, 120 kg N/ha/year) recorded higher dry matter yields than the control of the former level by 1.23 tons and 2.34 tons respectively and in the treatment of 5 cutting frequency, the second level with cattle slurry of 300 kg N/ha/year showed an increased dry matter yield of 2.11 tons compared to the former level(150 kg N/ha/year). With regards to nitrogen efficiency, one kg of nitrogen is applied to 13.7, 19.4 and 14.1 kg of dry matter yields in the conditions of 3, 4 and 5 cutting frequencies respectively.
4. In view of seasonal variance of annual dry matter yield, the second cut in 3 cutting frequency, the third cut in 4 cutting frequency and the third in 5 cutting frequency showed the highest ratio as 42, 37 and 32% respectively compared to the total.
5. Under the conditions of this study, the 'Input-Output curve' from 5 cutting frequency was the closest to sigma-formed process($r^2=0.9993$) of various cutting frequencies, and the maximum marginal yield in the treatment was obtained at the level of 250 kg N/ha with cattle slurry. The economic level of cattle slurry was between 371.0 and 402.2 kg N and the highest dry matter yield was obtained at 489.3 kg N/ha/year in the same treatment

연세대학교 문리대학 (College of Liberal and Sciences, Yonsei Univ. Wonju 220-701, Korea)

* 대구대학교 농과대학 (College of Agriculture, Taegu Univ. Kyongsan 713-714, Korea)

** 삼육대학교 낙농학과 (Dept. of Dairy Science, Samyook Univ., Seoul, 139-742, Korea)

I. 서 론

1980년대 후반부터 우리나라는 농산물 수입자유화에 의한 값싼 외국산 농산물의 수입이 증가되어 안정된 농산물 가격의 유지가 어려워졌고 사회적으로는 3D 기피현상이 만연된데다가 최근 UR협상이 타결됨에 따라서 농업에 대한 위기감의 고조와 영농 의욕 상실은 농촌에서 이농율의 증가와 함께 경작지의 유희화가 급속히 진행되었다. 즉 1992년도에 유희화된 경작지의 면적은 68,900 ha에 이르고 이러한 경향은 앞으로 더욱 심화되리라고 예상되어 식량증산과 농지보전의 차원에서 유희지의 활용방안이 시급히 강구되어야 한다.

그러나 유희지화된 논토양에서는 여러 환경 조건 중에서 특히, 다습으로 인한 작목의 선택폭이 제한되어 있어 효율적인 작부체계의 확립이 어려운 실정이다. 이와 같은 논토양의 조건에서는 불량환경에 적응성이 뛰어난 영년생 목초인 리드 카나리그라스가 적합한 초종으로 추정된다^{3,4,12,13}. 리드 카나리그라스를 논뒷그루 작물로 이용할 경우, 매년 실시해야 하는 경운작업등의 번거로움 없이 계속해서 조사료생산이 가능하여 양축농가에 저렴한 축산물의 생산으로 경제적인 축산경영이 가능하게 된다.

또한 아직도 많은 축산농가에서 가축분뇨를 그대로 방출하여 유기성자원의 낭비와 함께 심각한 환경오염원이 되고 있는 실정으므로 이들 가축분뇨의 적절한 이용과 토양으로의 환원을 통하여 토양비옥도를 증진시키고 과다한 화학비료의 비용을 절감하며 환경오염원을 감소시켜 안정적인 조사료의 생산성 향상에 크게 공헌할 수 있다고 생각된다^{6,15}.

따라서 본 연구에서는 유희 논토양에서 조사료를 생산하기 위한 목적으로 리드 카나리그라스를 재배할 경우 서로 다른 예취조건하에서 액상구비의 사용수준이 리드 카나리그라스의 건물수량에 미치는 영향을 조사하여 액상구비 사용시 경제성 분석과 함께 적정사용수준을 추정하려고 한다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 1993년 3월 부터 11월 까지 경기도 미급시에 위치한 미급농장에서 1983년 논토양에 조성된 리드 카나리그라스의 채초지를 이용하여 실시하였

다.

시험구 면적은 처리당 4m²(2×2m)으로 하였고, 주구는 3개의 예취빈도(연간 3, 4 및 5회), 세구는 5단계 수준의 가축분뇨(액상구비) 사용으로 하여 분할구 3반복으로 배치하였다. 가축분뇨는 건물함량 10% 기준의 분-뇨-물이 혼합된 액상구비로서 이들중 함유된 총 질소 함량을 기준으로 하여 예취빈도별로 ha당 0, 30, 60, 90 및 120kg을 사용하였고 일체의 화학비료는 전혀 사용하지 않았다.

연 평균 건물수량은 처리와 반복별로 각 예취시에 생초를 칭량하고 이들 중 일부(약 500g)를 취하여 65℃의 건조기에 48시간 건조시킨 다음 건물물질을 계산하고 이를 기준으로 하여 단위면적(ha)당의 건물수량을 산출하였으며, 최고 한계 수량과 경제적 액상구비의 사용수준의 결정은 먼저 시그마 형태의 생장곡선을 구하고 이들을 이용한 Jo(1989) 등의 경제적 시비수준 추정 방법으로 행하였다.

III. 결 과

1. 연 평균 건물수량

예취빈도별 건물수량과 계절적 건물생산량을 나타낸 것이 표 1과 그림 1이다.

연 평균 건물수량은 무비구에서 ha당 8.9~10.9 톤이었는데, 연간 3회 예취시에 가장 높았고 4회 예취에서는 반대로 가장 낮았다. 한편 액상구비의 질소시비에 따른 영향은 각 예취빈도별로 다음과 같이 구분하여 나타내었다.

3회 예취구

연간 3회 예취 이용되는 시험구에서는 전혀 비료를 사용하지 않았던 무비구(약 10.9 DM ton/ha) 보다 ha당 액상구비 형태의 질소 360 kg의 시비(약 13.4 DM ton/ha)시에 뚜렷하게 높은 건물수량을 기록하여 유의차가 인정되었다. 한편 유의차는 인정되지 않았지만 연간 건물수량이 첫번째 수준의 액상구비 사용(90 kg N/ha 및 년)으로 무비구에 비해 ha당 약 1.23 톤의 증수와 질소시비 효율은 kg N 당 13.7 kg의 건물수량을 기록하여 가장 높았고 그 다음 수준에서는 오히려 수량감소를 나타내었으나 3번째(270 kg N/ha)와 4번째의 사용수준(360 kg N/ha)에서 다시 연

건물수량이 각각 0.78 톤과 0.85 톤이 증가되어 질소 효율은 kg N당 건물수량이 10 kg 이하에 해당된다. 계절적 건물생산량은 질소 시비에 관계없이 2번초

수량이 연 건물수량의 약 42%를 기록하여 가장 높게 나타났고 다음으로 3번초와 1번초 순이었다 (그림 1).

Table 1. Efficiency of cattle slurry nitrogen(kg/ha) on mean annual dry matter yield(DM ton/ha) depending on various cutting frequencies in reed canarygrass.

	3-cut areas	4-cut areas	5-cut areas
Control*	10,887	8,916	10,676
30 kg N**	12,121	11,253	11,473
60 kg N**	11,753	10,200	13,595
90 kg N**	12,533	11,913	14,851
120 kg N**	13,386	11,787	14,288
L.S.D (p = 0.05)	2,395	2,708	2,866

*: Non-fertilizing, **: Slurry-nitrogen (kg/cut and ha)

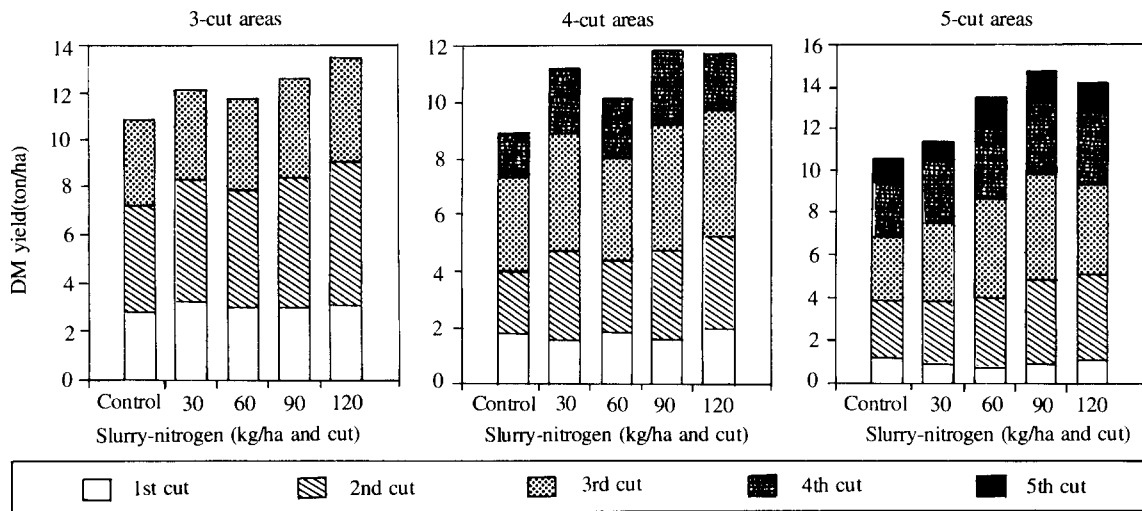


Fig 1. Average seasonal distribution of dry matter yield(ton/ha) depending on various cutting frequencies in reed canarygrass.

4회 예취구

무비구에서 연 평균 ha당 약 8.9 톤으로 가장 낮은 건물수량을 기록한 연간 4회 예취구에서는 3회 예취구와 마찬가지로 연간 ha당 360 kg의 질소에 해당하는 비교적 높은 액상구비 사용이상에서만 대조구와 비교해서 유의한 수준의 건물수량 차이가 인정되었다. 그러나 연간 ha당 120 kg 질소(예취빈도별 ha당 30 kg 질소)수준의 액상구비를 사용할 때에는 무비구보다 ha당 2.34 톤의 건물수량의 증가와 질소효율로

는 kg N 당 19.4 kg의 건물수량을 기록하여 사용수준 중 가장 높았다. 한편 2번째 수준의 액상구비의 사용(240 kg N/ha/년)시에는 바로 이전 수준(120 kg N/ha) 보다 ha당 1.05톤의 건물수량의 감소를 보이고 그 다음 수준에서는 1.71 톤의 증가를 나타내지만 마지막 수준의 액상구비(480 kg N/ha)사용으로 다시 수량이 약 0.13 톤 정도 감소를 기록하고 있다.

연 건물수량의 계절적분포는 그림 1에 나타난 바와 같이 액상구비의 사용수준에 관계없이 평균 3번

초와 2번초의 건물수량이 각각 전체의 37.4와 26.6%에 달하고 다음으로 4번초 및 1번초의 건물수량 순서를 보이고 있다.

5회 예취구

유기 혹은 무기질 비료를 전혀 시비하지 않았던 대조구에서 연간 3회 예취 이용되는 시험구와 거의 유사한 연 평균 건물수량(약 10.7 DM ton/ha)을 보이고 있는 5회 예취구에서는 무비구에 비해 연간 ha당 300 kg의 질소에 해당하는 액상구비의 사용수준 이상에서 유의한 건물수량의 차이가 인정되었다. 한편 연간 ha당 150 kg 질소에 해당하는 액상구비의 첫번째 사용수준(예취빈도별 30 kg N/ha)으로 무비구보다 약 0.80 톤의 건물수량의 증가는 보이지만 두번째 수준의 액상구비 사용(300 kg N/ha/년)에서는 첫번째 수준보다 2.11 톤의 현저하게 높은 증수를 기록하였고 질소시비 효율도 전체 시비수준에서 가장 높은 kg 질소 당 14.1 kg의 건물수량을 나타내었다. 다음 수준의 연간 ha당 450 kg 질소에 해당하는 액상구비의 사용으로 이전 수준의 사용보다 1.26 톤의 연 평균 건물수량 증가를 기록하지만 마지막의 ha당 600 kg 질소에 달하는 액상구비의 사용은 오히려 이전 보다

0.56 톤의 수량 감소를 보이고 있다.

각 예취빈도별 연 건물수량의 분포는 3번초 수량이 가장 많은 31.7%를 나타내었고 다음으로 2번초 > 4번초 > 5번초 > 1번초 순이었으며 전체비율 중 각각 26.3, 24.8, 9.9 및 7.4%를 차지하고 있다.

2. 적정 가축분뇨의 사용수준 추정

연 평균 건물수량에 따른 적정 가축분뇨의 사용수준을 추정하기 위해 시그마 형태의 생장곡선을 구하여 표 2에 나타내고 있는데, 3회와 4회 예취구에서는 뚜렷한 경향이 인정되지 않고 5회 예취구에서만 결정계수 $r^2=0.9993$ 을 기록하여 경제적 액상구비의 사용 한계와 그 효율의 추정을 가능하게 하고 있다.

Jo(1989) 등의 경제적 시비수준 추정 방법을 응용하면 추정이 가능한 5회 예취구에서 최고 한계수량($dy/dx=\text{maximum}$)은 연간 ha당 249.6 kg의 액상구비 사용수준에서 나타났고, 경제적 액상구비의 사용한계(최소한 kg N 당 8~10 kg의 건물수량을 생산하는 범위)는 371.0~402.2 kg 이었으며, 연간 ha당 489.3 kg의 액상구비 사용수준에서 최대수량을 보이고 있다.

Table 2. The sigmaformed processes of Input-Output curve depending on various cutting frequencies in reed canarygrass.

Treatment	r^2	Input-Output curve
3-cut areas	0.7560	$y = 10,941.640 + 18.241x - 0.1000x^2 + 0.00019x^3$
4-cut areas	0.7010	$y = 9,069.729 + 19.741x - 0.0646x^2 + 0.000075x^3$
5-cut areas	0.9993*	$y = 10,658.314 - 1.1229x + 0.0584x^2 - 0.000078x^3$

Note. * is significant difference at 5% level.

IV. 고 찰

불량환경 조건에 대한 적응성이 뛰어나고 연간 수확량이 다른 목초 보다 높아 조사료로서 우수성을 인정받아 온 리드 카나리그라스는^{3,4,12,13)} 본 시험장소인 유희 논 토양에서도 오랫동안 영속성과 지속성을 보이면서 연간 평균 건물수량도 예취빈도 별로 차이는 있었지만 ha당 8.9~10.9 톤으로 높았다(표 1). 한편 연 평균 건물수량이 가장 높게 나타났던 3회 예취구는 연간 5회 예취 이용하는 시험구와 별 차이가 없었

는데, 이러한 상황을 미루어 볼 때 일반적으로 리드 카나리그라스는 특히 생육이 진행될수록 줄기가 딱딱해져 기호성이 낮고 사료가치가 저하되므로^{4,12)} 본 시험조건에서와 같이 예취빈도를 늘려 건물수량과 영양수량이 조화를 이루게 하는 것도 바람직한 초지 관리 방법이라 할 수 있다. 물론 여기에는 좀 더 정확한 영양가 분석이 뒷받침 되어야 한다.

조사료의 생산 증대를 도모하기 위해 일반적으로 시도되는 시비를 본 시험에서는 액상구비 형태의 질소양분을 제공하여 즉, 연간 ha당 300~360 kg 이상

의 질소시비에서 부비조건인 대조구에 비해 유의한 건물수량 차이가 인정되었는데($p=0.05$), 이와 같이 비교적 많은 양의 액상구비 사용에서 유의차가 나타난 것은 본 시험이 초기 단계이고 시험당년(1993년에 여름철의 비 냉해기록)의 기후조건 특히, 강우량과 온도가 예년과 달리 목초류의 생육을 크게 조장하여 유기태 질소효과를 더디게 하였기 때문이라 사료된다. 그러나 시험이 진행될수록 계속된 액상구비의 사용은 토양에 유기태 질소의 축적과 더불어 유기질 비료의 후속 혹은 지속효과를 고려할 때 단순히 단기간의 시험결과로서는 간혹 가축분뇨의 지나친 사용을 조래하여 토양에서의 엽기간 불균형, 엽해 및 'Gülleflora' 등의 잡초 발생을 조장하여 사료품질을 저하시키고 경우에 따라서는 지하수 오염의 우려를 간과할 수 없으므로 반드시 장기적이고 지속적인 연구·검토를 병행하여 가축분뇨의 권장량이 결정되어야 한다고 생각된다^{16,7,8,15,16)}.

유기 혹은 무기태 형태의 질소시비는 잠재생산력의 활력을 불러 일으키는데에 큰 역할을 담당하고 있음이^{56,17)} 본 시험을 통해 다시 한번 증명되었는데, 주예취빈도별 ha당 30 kg에 해당하는 가축분뇨의 사용으로 부비구에 비해 연 평균 건물수량이 0.80~2.4 톤의 증가를 나타내었다(표 1). 특히 연간 3회와 4회 예취 이용한 시험구에서는 액상구비의 사용수준중 제 1단계(3회 예취구: 90 kg N/ha, 4회 예취구: 120 kg N/ha/년)에서 이전 단계인 부비구보다 ha당 연간 각각 1.23 톤과 2.34 톤의 가장 높은 건물수량의 증가를 기록하였고, 5회 예취구에서는 2단계의 액상구비 수준(300 kg N/ha)에서 이전 단계(150 kg N/ha)보다 2.11 톤의 연간 건물수량의 증가를 조래하였다. 한편 이들의 질소효율은 각 예취 조건하에서 kg 질소당 13.7, 19.4 및 14.1 kg의 건물수량에 해당된다.

일반적으로 리드 카나리그라스는 더위에 강하고 건조한 경우에도 잘 생육하여 한 여름철의 건물수량이 아주 높은 화분과 목초로 알려져 있는데¹⁸⁾, 본 시험에서도 연 건물수량의 계절적 분포가 3회 예취구에서는 2번초, 4회 예취구의 3번초 및 5회 예취구의 3번초에 각각 전체의 42, 37 및 32%를 차지하고 있어 이러한 특성을 더욱 확증하고 있다. 또한 가축분뇨 형태의 액상구비는 일반적으로 지효성에 속하는 비료로서 이들중에 포함된 유기태 질소가 식물체가 흡수·이용하기 쉬운 무기태로 전환되는데 시간이 소

요되고 토양미생물에 의한 무기화작용이 일어나는데 미생물의 생육이 고온 조건에서 더욱 활발하기 때문에 더욱 연간 건물수량이 주로 여름철에 집중하고 있다.²¹⁾

최종적으로는 가축의 먹이가 되는 조사료를 생산하는 초지에서 질소 시비수준의 결정은 가축의 건강과 생산성에 미치는 영향이 현저할 뿐만아니라 경제적 측면에서도 대단히 중요하다^{7,8,9,10)}. 본 시험의 5회 예취구에서는 최대수량이 연간 ha당 489.3 kg의 액상구비의 사용시에 얻을 수 있지만 이를 위해서는 경제적 액상구비의 사용한계(371.0~402.2 kg/ha) 보다 약 120~90 kg의 질소를 더 소비하여야 하는 결과를 조래하여 총 질소 0.4%일 경우에 액상구비를 ha당 30~22.5 톤 가량 초과 사용하여야 하므로 환경오염의 유발원이 되는 동시에 경제적 손실을 가져올 수 있다. 한편 Schechtner(1991) 등은 경제적이고 환경보전적인 차원을 고려할 때 연간 5회 예취이용시에 액상구비의 적정 사용수준은 ha당 50~75 톤(200~300 kg N/ha/년) 범위라고 보고하였으나 본 시험의 결과에 의하면 이들보다 약 18~25 톤 정도 더 많은 양의 수준에서 경제적 액상구비의 한계사용에 달하고 있어 림와 Schechtner(1990)⁹⁾ 등이 보고한 경제적 무기태 질소시비의 한계(364~408 kg N/ha)와 거의 유사하였으며, 최고 한계수량을 위한 질소시비수준도 무기태 질소의 경우(252 kg N/ha)와 거의 일치하고 있다. 그러나 이와 같이 액상구비의 경제적 사용수준의 차이는 물론 그 원인으로 식생구성원의 초종과 지역·환경적 차이를 무시할 수 없지만 본 시험이 아직 초기 단계이고 또한 유기질 비료의 질소는 그 한해 안에 무기태 질소에 비해 약 50~75% 정도 밖에 효과를 나타내지 못한다고 알려져 있으므로^{8,9)} 이들 결과를 수렴하는 데에는 관리조건도 제한됨을 고려하여 더욱 정확하고 합리적인 액상구비의 사용체계를 설정하기 위해 계속적이고 장기적인 연구가 뒷받침되어야 할 것이다.

V. 적 요

본 시험은 농산물의 수입자유화 추세로 늘어가고 있는 유흥 경작지에 조사료 자원확보와 날로 심각하게 증가되는 가축분뇨를 유기질 비료로서 재활용하여 환경보전을 목적으로 유흥 논 토양에 조성된 리드

카나리그라스의 초지에 액상구비를 사용하여 연 평균 건물수량과 계절적 분포 및 적정 액상구비의 사용 수준을 추정코자 실시되었다.

1. 3개의 예취빈도(연간 3, 4 및 5회 예취) 조건에서 연 평균 건물수량은 ha당 8.9~10.9 톤을 기록하였는데 3회 예취 이용시에 가장 높은 건물수량을 나타내었다.

2. 액상구비의 사용은 연간 ha당 300~360 kg의 질소수준 이상에서 전혀 비료를 사용하지 않았던 대조구보다 유의한 연 평균 건물수량의 차이를 나타내었다($p=0.05$).

3. 연간 3회와 4회 예취 이용한 시험구에서는 액상구비의 사용수준 중 제 1단계(3회 예취구: 90 kg N/ha, 4회 예취구:120 kg N/ha/년)에서 이전 수준인 무비구보다 ha당 연간 각각 1.23 톤과 2.34 톤의 가장 높은 건물수량의 증가를 기록하였고, 5회 예취구에서는 2단계의 액상구비 수준(300 kg N/ha/년)에서 이전 수준(150 kg N/ha)보다 2.11 톤의 연간 건물수량의 증가를 초래하였는데, 이들의 질소효율은 각 예취 조건하에서 각각 kg 질소당 13.7, 19.4 및 14.1 kg의 건물수량에 해당되었다.

4. 연 건물수량의 계절적 분포는 3회 예취구에서 2번초, 4회 예취구의 3번초 및 5회 예취구의 3번초에 각각 전체의 42, 37 및 32%로 가장 높은 비율을 차지하였다.

5. 본 시험조건에서는 5회 예취구에서만 생장곡선이 결정계수 $r^2=0.9993$ 으로 시그마 형태에 가장 근접하였는데, 이를 이용하면 최고 한계수량은 액상구비의 형태로 연간 ha당 250 kg의 질소수준에서 도달하고 경제적 액상구비의 사용수준은 371.0~402.2 kg의 질소였으며, 최대수량은 연간 ha당 489.3 kg의 액상구비 사용시 얻을 수 있었다.

VI. 인용문헌

- Buchgraber, K. 1983. Vergleich der Wirksamkeit konventioneller und alternativer Düngungssysteme auf dem Grünland; hinsichtlich Ertrag, Futterqualität und Güte des Pflanzenbestandes. Diss. Univ. Bodenkultur, Wien.
- Jo, I.H. 1989. Wirksamkeit der mineralischen Stickstoffdüngung auf Ertrag und Pflanzenbestand des Grünlandes im österreichischen Alpenraum. Diss. Univ. Bodenkultur, Wien.
- Klapp, E. 1983. Taschenbuch der Gräser. II. Auflage. Verl. Paul Parey. Berlin und Hamburg.
- Niehaus, M.H. 1971. Effect of N fertilizer on yield, crude protein content, and *in vitro* dry matter disappearance in *Phalaris arundinacea* L. Agron. J. 63:793-794.
- Prins, W.H. 1983. Limits to nitrogen fertilizer on grassland. Chap. 9. General discussion. Proefschrift. Wageningen 9.1-9.19.
- Schechtner, G. 1979. Auswirkungen von Düngung und Nutzung auf die botanische Zusammensetzung von Dauerwiesen und Dauerwiesenneuanlagen im Alpenraum. Ber. Int. Fachtagung "Bedeutung der Pflanzensoziologie für eine standortgemäße und umweltgerechte Land- und Almwirtschaft." Gumpenstein, 12. u. 13. 9. 1978; 259-336.
- Schechtner, G. 1981. Nährstoffwirkung und Sonderwirkungen der Gülle auf dem Grünland. Ber. 7. Arbeitstag. "Fragen der Güllerei", Gumpenstein 29.9-2.10; Bd. I. 135-196, verl. BVA Gumpenstein.
- Schechtner, G. 1985. Richtige Gülleanwendung auf Grünland. Ber. Bayr. österr. Güllerkoll., Gumpenstein 1. -3. Okt.; 21-44, Verl. BVA Gumpenstein.
- Schechtner, G., K. Buchgraber and Eder, G. 1988. Economical slurry application on grassland. Papers presented on the joint meeting of FAO-Subnetwork 4 and EC-COST working parties 4 and 5 Liebefeld/Bern. 19-22. June.
- Schechtner, G. 1991. Wirtschaftsdünger-Richtige Gewinnung und Anwendung-Verl. Bundesministerium für Land- und Fortwirtschaft(Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz). S. 101-112.
- Thalmann, H. 1985. Wirkung belüfteter und unbelüfteter Reindergülle unter Schnitt und Beweidung auf Dauergrünland. Diss. Univ. München.
- 서 성, 김재규. 1992. Reed Canarygrass의 관리 및 이용에 관한 연구. I. Reed canarygrass 4품종의 생육특성, 건물수량 및 사료가치 비교. 한초지. 12(4):232-238.
- 서홍종, 육완방. 1992. 예취빈도 및 질소시비수준

- 이 Reed Canarygrass의 저장탄수화물함량에 미치는 영향. 한초지. 12(2):89-97.
14. 曹益煥, Schechtner, G. 1990. 무기태 질소시비가 초지의 수량과 식생구성에 미치는 영향. I. 초지의 수량과 경제적 무기태 질소시비 한계. 한초지. 10(2):102-109.
15. 曹益煥, Schechtner, G. 1990. IV. 액상구비에 추가하여 무기태 질소시비시 초지의 수량과 경제적 무기태 질소시비 한계. 한초지. 12(4):304-308.
16. 曹益煥, Schechtner, G. 1991. V. 무기태 질소추가 없는 액상구비 시용이 초지의 식생구성에 미치는 영향. 한초지. 13(1):41-46.