

碩士學位論文

養豚液肥와 磷酸施用이 이탈리아
라이그라스의 生産性 및 土壤
理化學的 特性에 미치는 影響



濟州大學校 大學院
動物資源科學科
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

崔 大 振

2000年 6月

養豚液肥와 磷酸施用이 이탈리아
라이그라스의 生産性 및 土壤
理化學的 特性에 미치는 影響

指導教授 金文哲

崔大振

이 論文을 農學 碩士學位 論文으로 提出함

2000年 6月

崔大振 農學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 _____
委 員 _____
委 員 _____

濟州大學校 大學院

2000年 6月

Effects of Swine Liquid Manure and Phosphorus
Application on Over-wintering Italian Ryegrass
Yield and Soil Chemical Characteristics

Dae-Jin Choi

(Supervised by Professor Moon-Chul Kim)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF AGRICULTURE

DEPARTMENT OF ANIMAL BIOTECHNOLOGY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

2000. 6.

目 次

ABSTRACT

I. 緒 論	1
II. 研究史	3
1. 월동 사료작물에 대한 액비 시용 효과	3
2. 양돈액비 시용이 목초생산 및 토양특성에 미치는 영향	3
3. 인산비료 시용이 목초생산에 미치는 영향	6
4. 양돈액상분뇨 시용이 토양 미생물에 미치는 영향	8
III. 材料 및 方法	9
1. 기상조건	9
2. 토양조건	9
3. 조사항목 및 조사방법	10
4. 통계분석	11
IV. 結果 및 考察	13
1. 건물수량	13
2. 초장	14
3. 잡초율	17
4. 목초의 무기물 함량	19
5. 토양 물리 및 화학적 특성	22
6. 토양 미생물 수	27
V. 摘要	29
參考文獻	

ABSTRACT

A trial was carried out to investigate the effect of swine liquid manure (SLM) and phosphorus fertilizer on Italian ryegrass production, physical, chemical property, and microbial population in soil on during the period from September, 1998 to July, 1999. Dry matter yield of Italian ryegrass significantly increased with the increase of swine liquid application level (0, 70 and 140 ton/ha), 2,589, 3,777 and 3,989 kg/ha respectively ($P < 0.05$). However, there was no significant difference among 3 levels of phosphorus fertilizer, 0, 150 and 300 kg/ha, with dry matter yield of 3,310, 3,777 and 3,613 kg/ha. Plant lengths investigated on 27 March and 29 May increased significantly with an increase of swine liquid manure application level ($P < 0.05$). Weed percentages tended to decrease with the increase of phosphorus fertilizer and swine liquid manure application level on the last harvest dated on 29 May. N contents of Italian ryegrass taken on 14 November, 1998, got highly significant increase with the increase of phosphorus fertilizer application level ($P < 0.01$), with significant increase in N contents on March ($P < 0.05$) and on May ($P < 0.01$) with the increase of swine liquid manure level. P contents of Italian ryegrass increased significantly with the increase of phosphorus application level only after the last harvest ($P < 0.05$), while K contents were revealed the effect of phosphorus application from the 2nd harvest and the effect of

swine liquid manure application from the last harvest. pH of soil grown by Italian ryegrass increased significantly with the increase of phosphorus fertilizer and swine liquid manure application level after the last harvest. OM, carbon and Cu contents of soil from 1st and last harvest had a significant increase with the increase of swine liquid manure application level($P < 0.05$). Mg content of soil after the 1st and last harvest showed a significant increase with the increase of phosphorus application level($P < 0.05$). Number of bacteria in the field soil of Italian ryegrass increased significantly with increase of phosphorus level($P < 0.01$) and had more increase after last harvest than those at first harvest.

We concluded that the proper level of phosphorus fertilizer and swine liquid manure application is more than 150kg P/ha and 70 ton/ha of WLM, respectively and these fertilizer level decrease weeds with improving the physical and chemical property of the soil.

I. 緒 論

제주도의 양돈 산업은 1997년도 제주도 1차산업 총생산액 1조 2,087억원의 12%(제주도, 1998)로서 제주도 도민 소득 중 3번째로 중요한 산업이 되고 있다. 그러나 분뇨처리가 환경문제 때문에 양돈산업에서 가장 어려운 과제로 남아있다.

제주도의 해발 200~500m지대의 중산간 목야지 토양은 화산회토양으로 매우 척박하며 특히 유효인산함량이 20~30 ppm 정도에 불과하여 이런 목초지 토양에 인산의 시용량을 증가시켰을 때 토양 pH, 유효인산함량 및 염기포화도 등 토양의 물리, 화학적 특성이 많이 개선되었다(고, 1989). 초지에서 인산의 이용율은 평균 10~20%로 현저히 낮으나(유, 1987) 그 일부는 토양 중에 유효인산으로 저장되기 때문에 유효인산 함량은 매년 조금씩 증가하게 된다(Vasiliauskiene and Kadziulis, 1992). 그러므로 초지의 이용년한이 경과되면 인산질비료의 시용량을 줄여 토양 중 유효인산함량이 적정수준에 달하면 인산시용은 목초 예취 및 방목에 의한 탈취량 만 사용하는 것이 바람직한 것으로 사료된다(Ernst, 1990 ; Nitsche, 1994).

공해문제가 되는 양돈액비를 사료작물 재배지 토양에 환원시키면 값비싼 화학비료 대신 저렴한 유기질 비료로 토양을 더욱 개량시키며 사초생산성을 향상시킬 수 있을 것이다.

양돈액비(Swine liquid manure)는 가축의 분, 뇨, 청소수, 잔여사료가 혼합된 것으로 퇴비 보다 비료효과가 속효성이며, 화학비료 대비 약 75~100%의 비료 효율을 나타낼 수 있고(농촌진흥청, 1994), 물 회석으로 식물체에 대한 가축분뇨의 해독 작용이 경감되고, 판수 효과도 있다. 또한 가축분뇨의 비료성분을 경감시키지 않으면서 저렴하게 토양에 환원할 수 있다. 그러나 가축분뇨를 액상분뇨로 밭에 살포할 때 작물의 양분 요구와 살포량이 일치하여야 한다(신, 1999).

Nielsen과 Steffens(1994)는 독일에서 일반적인 작물의 비료요구량은 질소, 인산, 칼리가 ha 당 각각 150, 90, 150kg인데 가축분뇨로 이것을 충당하려면 칼리 150kg/ha는 소액상분뇨로 27톤/ha이고, 90kg/ha의 인산은 양돈액비 27톤/ha라

고 하였다. 그러나 가축분뇨에 의하여 인산, 칼리 요구량이 충족되어도 N에 대한 작물요구량은 따로 보충해주어야 한다고 하였다.

액비의 살포시기는 그 용탈과 아주 밀접한 관계가 있고 토양 중의 수분함량이 높은 겨울철에 그 용탈량이 현저히 높아 외국에서는 11월부터 2월까지 엄격하게 규제한다고 옥 등(1999)이 보고하였다. Thompson 등(1987)은 초지에 액비를 적정량을 시용했을 때 용탈에 의한 손실이 적다고 하였으며, Kolenbrander(1969)는 네덜란드에서 시용된 N가 용탈되는 것이 봄이나 여름 보다 가을과 겨울에 높다고 하였다. 그러나 Pain(1991)은 가축분뇨를 처리하기 위해서 적절한 시기에 다량 시용도 필요하다고 강조하였다. Doughty 등(1954)은 12~14년 동안 밀을 재배한 휴경지의 122cm 깊이 토양에서 112~448kg/ha의 질산태 질소가 축적되었으나 목초지에서는 발견할 수 없었고 질산태 질소의 지하수로 이동경로는 오로지 강수량에 따라 이루어 질 수 있다고 하였다. 액비의 장기적인 연용은 다양한 방법을 통하여 토양에 영향을 끼쳤는데, 특히 다른 보고에서는 토양 중 금속(구리, 아연 등)함량에 영향을 끼쳤다(Arzul and Maguer, 1990).

추파용 호밀에 여러 가지 종류의 액비를 시용한 효과를 비교한 시험에서 신 등(1998a)은 양돈액비 시용으로 건물수량이나 초장이 다른 액비보다 못하다고 하였다. 신 등(1998b)은 추파용 호밀재배지 토양의 유효인산함량이 액비의 시용량 증가로 증가되었다고 하였다. 신 등(1999)은 사초용 연맥의 초장은 액비의 시용량 증가로 높았으나 건물수량은 떨어졌다고 하였다. 이탈리아 라이그라스는 사초의 수량이 높으면서(Judd *et al.*, 1990) 기호성이 우수한 품종으로 평가되어(김, 1989) 우리나라의 남해안과 제주지역 축산 농가에서는 여름작물을 수확한 뒤 가을 작물로서 많이 이용되고 있다. 월동시 이탈리아 라이그라스를 방목으로 이용하면 농후사료비율 크게 절약할 수 있을 것으로 예상되며 월동 이탈리아 라이그라스에 양돈 액비 시용시 그 생산성이나 토양 특성에 미치는 효과를 규명하는 연구는 많지 않았다.

따라서 본 연구는 월동 이탈리아 라이그라스에 인산비료와 양돈액비의 시용으로 토양의 이화학적 특성 개선, 이탈리아 라이그라스의 생산성 향상 및 월동 사료비 절감 효과를 구명하려 한다.

II. 研究史

1. 월동 사료작물에 대한 액비 시용 효과

우리나라에서 월동되는 사료작물로는 호맥, 귀리, 유채 및 이탈리아 라이그라스 등이 있다. 호맥은 타 사료작물 보다 추위에 강하여 우리나라의 중북부 지방에서 많이 이용되고 있으며, 귀리나 이탈리아 라이그라스는 추위에 약하여 주로 남해안 이남 지역에서 월동되고 있다.

신 등(1998a)은 추파용 호밀에 액상 가축분뇨를 시용했을 때 호맥의 초장과 엽장은 액비시용량 증가에 따라서 증가했으며 양돈액비 보다 우분액비의 시용 효과가 좋았다고 하였다. 신 등(1998b)은 가축 액비의 시용량이 증가할수록 월동 호맥재배 토양의 유효인산 함량이 증가했다고 하였다. 육 등(1999)은 호맥재배지 토양에 액상발효우분의 시용량을 증가시켰을 때 NO_3^- 함량을 증가시켰지만 $3.6\text{mg}/\ell$ 에 불과했다고 하였다. 신 등(1999)은 추파 귀리 재배지 토양의 질산태 질소함량은 금비구에서 가장 높았으며 돈분 액비시용구에서 가장 낮았다고 하였다.

이탈리안 라이그라스는 사초의 수량이 높으면서(Judd *et al.*, 1990) 기호성 등이 우수한 품종으로 평가되어(김, 1989) 우리나라의 축산 농가에서 많이 이용하고 있다.

그러나, 월동되는 이탈리아 라이그라스에 액비를 시용했을 그 효과를 구명하는 연구는 별로 많지 않았다.

2. 양돈액비 시용이 목초 생산 및 토양특성에 미치는 영향

1) 사초수량 및 사료가치에 미치는 영향

양돈장에서 생산되는 액비는 무료로 공급받을 수 있어 적당히 목초지에 사용하면 목초생산성을 크게 향상시킬 수 있을 것이다. 양돈액비는 부숙시키지 않고 사용하면 악취가 나는 단점이 있지만 저장탱크와 살포기만 구입하면 처리경비는 다른 처리시스템에 비하여 저렴하다(홍지영 등, 1999).

가축분이 목초의 수량에 미치는 영향은 다양하게 나타나는데, Wolton(1963)은 가축분 사용량을 증가시키므로써 모든 화분과초지에서 건물수량, N함량, N수량이 증가되었으나, 콩과목초의 경우에는 뚜렷한 차이를 발견할 수 없었다고 하였고, Prins와 Snijder(1987)는 액비에 함유된 화학성분의 부정적인 면을 배제할 수 없는데, 화분과보다는 콩과목초가 민감한 반응을 보이기 때문에 주의가 필요하다고 하였다.

Wightman 등(1996)은 우분액비와 양돈액비를 사용했을 때 양돈액비가 우분액비구보다 1번초의 목초생산량이 높은 경향이 있었으나, 전체적인 수량에서는 별다른 차이가 없었다. 이것은 양돈액비가 우분액비구에 비해 N(NH₄-N)함량이 높아 화분과 목초생육에 유리하게 작용하였기 때문이라고 하였다.

Studdy 등(1995)은 액비 사용량을 증가시키에 따라 reed canary grass의 건물수량이 증가되었으나, ryegrass초지에서는 높은 사용수준에서 손실을 입었다고 하였다.

Nielsen과 Steffens(1994)는 독일에서 일반적인 작물의 비료요구량은 질소, 인산, 칼리가 각각 150, 90, 150kg/ha인데 가축분뇨로 이것을 충당하려면 150kg/ha의 칼리는 우분액비로 27ton/ha이며, 90kg의 인산은 양돈액비 27ton, 양계액비 12ton, 건조계분 3.5ton, 육계분 3.8ton이라고 하였다. 그러나 가축분뇨에 의하여 인산, 칼리요구량이 충당되었다하여도 N에 대한 작물요구량은 부족할 수 있다고 보고하였다.

가축분을 고체(solid), 액체(liquid) 상태로 사용하는 것에 따라 목초의 생산량이 다양하고(Powers *et al.*, 1975), 적절한 액상분뇨화(liquid manure)상태는 작물의 수량을 증가시킨다(King and morris, 1972).

알팔파에 우분액비를 낮게 사용했을 때(37Mg/ha, year) 생초수량 및 잡초비율에 대한 유의적인 효과를 얻지 못했고(Daliparthi *et al.*, 1994), 혼파초지에 대한 액비의 사용은 두과목초의 건물수량 및 두과비율의 감소를 초래하였다. 이 시험에서 특히 여름철에 사용하였을 때 두과목초의 수량이 많이 감소되었다(Champman and Heath, 1987). 또한 timothy에 대한 액비의 사용수준에 따른 일년중 총 건물수량은 별 차이가 없었다(Anderson *et al.*, 1993).

Min(1998)은 우분액비 사용으로 알팔파 단파나 알팔파와 화분과 목초 혼파

보다는 화분과 단파에서 조단백질 함량이 높아졌으며, ADF, NDF 함량은 액비 사용수준보다는 초종차이에 따른 영향이 컸다고 하였다. Cherney 등(1994)도 N 사용수준이 목초의 ADF함량에 아무런 영향을 끼치지 않았다고 보고하였다.

2) 사초의 무기물 함량에 미치는 영향

목초의 양분흡수능력은 초종, 생육시기, 식물부위 및 환경조건에 따라서 차이가 있다.

양돈액비는 타 가축의 액비 보다 인산 및 아연 성분을 쉽게 식물에 흡수되게 하였다(Siegenthaler *et al.*, 1994). Studdy 등(1995)은 우분액비 사용수준을 증가시켜 초종별 N함량을 조사한 결과 reed canarygrass에서 제일 높았다고 하였고, 또한 Klausner(1995)는 목초가 우분액상분뇨에 대한 N흡비력이 높은 것으로 평가하였다. 또한 Ca : P함량비를 Menke와 Huss(1980)는 1.8~2.0 : 1이 적당하다고 하였는데, 박 등(1992)은 구비사용구가 1.59~2.10 : 1로서 가장 이상적이었다고 하였다. Ca : P비율은 예취직후 무기질비료 및 액상구비 단용구가 액상구비+무기질비료보다 현저히 높았으나 예취 15일후 사용구에서는 무기질비료 단용 구보다 액상구비 사용구가 현저히 높았다고 하였다.

3) 토양 특성에 미치는 영향

액비가 토양에 살포되면 토양 공극이 차단되어 혐기적 상태 하에서 탈질에 의한 손실이 증가한다(Stevens and Cornforth, 1974). Doughty 등(1954)은 12~14년 동안 밀을 재배한 휴경지의 122cm 깊이 토양에서 ha 당 112~448kg의 질산태 질소가 축적되었으나 목초지에서는 발견할 수 없었다. 양돈액비를 bermudagrass, ryegrass 생산에 이용했을 때 비록 토양 중 인산요구량은 초과되었지만 기준량인 ha 당 560kg N를 사용하는 것이 적당하였고 기준 N량의 2, 4배 사용구는 N 회수율이 감소하였다(Liu *et al.*, 1997).

유기물의 사용효과에서 During과 Weeds(1973)는 과석과 가축분을 비교한 바분의 사용은 토양의 인산고정을 감소케 하는 반면 토양의 pH를 증가시켰고 목초의 인산흡수량은 과인산석회 보다 가축분 사용으로 증가되었다고 하였다. 구비 중의 인산의 무기화과정에서 토양 모재인 탄소와 인의 비율(C/P Ratio)은 인

산의 무기화에 영향을 주었다고 보고하였다(Bromfield, 1961).

3. 인산비료 시용이 목초생산에 미치는 영향

1) 인산비료와 목초생산성

인산시용효과는 화분과 보다 두과목초에서 더 효과적이며 ladino clover는 무인산구에서 생육은 거의 불가능 했으나 인산을 증시할수록 수량은 직선적으로 증가되었다(Sherrell and Sauners, 1974). 박 등(1996)도 혼파초지에서 인산시비 수준이 높아질수록 목초의 초기상태 및 목초의 피복율이 높아졌다고 하였다. 토양의 유효인산의 증가에 따라서 클로바의 생육이 왕성했다고 유(1987)와 Beer 등(1990)이 보고하였다.

Red clover나 alfalfa는 낮은 인산함양에는 생육이 불량하였으나, soybean은 건디는 힘이 강하다고 보고하였다(고, 1989). Hart 등(1981)도 white clover나 red clover는 sucking clover에 비해 인산시용 효과가 높았다고 하였으며, alfalfa는 perennial ryegrass나 white clover에 비해서 인산요구량이 높다고 지적 하였고(Helyar and Anderson, 1970), 인산시용은 white clover의 뿌리털을 현저히 증가시켰다고(Caradus, 1981) 하였다.

화분과 목초의 인산결핍은 생육초기의 뿌리발달에 나쁜 영향을 주지만 두과목초에 비해 조밀한 뿌리조직을 가지고 있기 때문에 P함량이 낮은 토양에서도 P의 흡수를 증가시킬 수 있다(Caradus, 1981). 그러나 인산의 효과는 초종에 따라서 많은 차이가 있어, *Lolium perene*, *Agrofolis stolomi* 등은 인산효과가 높은 반면 *Festuca Cynosurus crislaus* 등에서는 인산의 효과가 적거나 거의 없었다고 하였으며(Bradshaw et al., 1960), buckwheat나 rye 등은 건물생산에 미치는 P의 효과가 subterranean clover나 crimson clover에 비해 높았다고 하였다(McLachlan, 1976).

Duell(1960)은 orchardgrass와 Ky bluegrass 등은 fescue와 timothy에 비해 인산시용의 효과가 높았다고 하였으며, 혼파초지에서 인산이 증가될수록 방목가축 체중은 증가되고 토양의 유효인산함량은 많아졌으며(Sandal and Garey, 1955), 무인산구에 비해 인산구(125 kg/acre)에서는 67% 증수되었다고 보고하였

다(Terman *et al.*, 1960). 또한 목초에 P시용은 수량과 protein함량을 증가시켰고(Neenan *et al.*, 1961), 목초내 P함량도 증가시켰다고 보고하였다(Sandal *et al.*, 1955 ; Osman *et al.*, 1977).

2) 인산비료와 목초의 사료가치

Taliaferro 등(1975)은 인산의 증시는 목초의 조단백질함량의 저하를 초래한다고 하였고, Osman 등(1977)은 줄기와 뿌리의 조단백질함량은 목초의 인산이용 능력에 따라서 증가한다고 하였다. 한편 박 등(1996)은 혼파초지에서 토양의 유효인산함량에 따라서 목초의 조단백질 및 에너지 생산성은 증가했다고 하였다. Heath(1973)는 목초의 P, Ca, Mg 함량은 1차 예취보다 2차 예취시에 높다고 하였고, 인산시용은 식물체내 Ca, 및 Mg의 함량을 증가시키나 인산을 사용하지 않을 때 Ca와 Mg가 감소되어 이를 섭취하기 위해서는 K의 흡수와 경합관계에 놓인다고 하였다(Reneau *et al.*, 1983).

3) 인산시용과 토양특성 변화

일반적으로 산지토양은 유기인산함량이 낮고 인산흡착력이 크기 때문에 인산의 고정에 영향을 많이 주는 수산화 Al, 수산화 Fe 등을 감소시켜 유효인산을 증가시키는 것이 중요하며 인산은 토양중에서 불가동성 원소로서 토양에 흡착되어 오래도록 그 효과가 지속 되므로 과량을 시용해도 작물에 크게 유해하지 않는다(유 등, 1978). 특히 화산회토양에서는 시용인산이 Al-P형태로 불가급화되기 때문에 이용률이 매우 낮으며 화산회토에서는 수용성보다 구용성 인산을 시용하므로써 Al 및 Fe의 활성을 감소시켜 인산의 비효를 증가시킬 수 있다(이와 이, 1975).

P시용에 따른 토양 pH의 반응은 연구자들간에 서로 다른 견해를 보이고 있는데 Varco 및 Sartin(1986)과 Davis 등(1981)은 P의 시용으로 pH가 상승됨을 보고하고 있으나, Helyar 및 Anderson(1971)과 Tanaka 등(1984)은 P의 시용은 pH변화에 효과가 없음을 보고하였다. 한편 신 등(1996)은 알팔파 단파초지에서 무기태 인산시용(200kg/ha)으로 시험전 pH 5.40에서 시험 2년 후 6.31까지 증가했다고 하였다. 그러나 인산시용은 토양의 유효인산 함량을 증가시키고 Al흡수

를 감소시킬 뿐 아니라(Shoop *et al.*, 1961) Zn의 이동을 저해시키기도 한다 (Stukenholtz, 1966).

4. 양돈액상분뇨 시용이 토양미생물에 미치는 영향

양돈액비(liquid manure)는 가축의 분, 뇨, 청소수, 잔여사료가 혼합된 것으로 퇴비 보다 비료효과가 속효성이며, 화학비료 대비 약 75~100%의 비료효율을 나타낼 수 있고(농촌진흥청, 1994), 물 회석으로 식물체에 대한 가축분뇨의 해독 작용이 경감되고, 관수 효과도 있다. 또한 가축분뇨의 비료성분을 경감시키지 않으면서 저렴하게 토양에 환원할 수 있다.

가축분뇨의 퇴비화 과정 중 미생물이 활동하는 데는 영양원이 필요하며, 미생물의 활동에 필요한 에너지원과 미생물의 균체를 구성하는 성분이 필요하다. 미생물의 에너지원은 탄소이고 몸을 구성하는 것은 질소로서 이것을 탄질비로 나타낸다(홍 등, 1999). 토양에서 총 탄소와 질소함량은 bacteria, actinomycetes, 및 fungi와 밀접한 관계가 있다(Pansombat *et al.*, 1997). 특히 actinomycetes와 fungi는 총 질소함량의 영향을 보다 더 많이 받는다고 볼 수 있다.

퇴비시용에 따른 토양미생물의 활성증대에 관한 연구로서 농산어촌문화협회(1988)는 유기물 시용은 유용미생물의 활성을 증대시킨다고 보고하였고 오(1982)는 제주도 토양의 biomass C는 비화산회토양 보다 화산회토양에서 높았고 9월 보다 8월에 높았다고 하였다. 차재배지 토양에서 미생물 bacteria, actinomycetes 와 fungi의 수는 토양 내 C와 N 함량에 의해 영향받는다고 Pansombat 등(1997)이 보고한 바 있다.

따라서 토양미생물 종류별로 여러 가지 가축분뇨에 대한 분해효과 차이를 밝히고 아울러 목초 초종 차이에 따른 미생물 활동 등을 조사하는 것은 가축분뇨의 효율적 이용에 매우 유리할 것으로 판단된다.

III. 材料 및 方法

1. 기상 조건

본 시험은 1998년부터 9월부터 1999년 7월까지 제주대학교 농과대학 부속 동물사육장 사료작물 시험포장에서 실시되었으며, 시험기간 동안의 제주지역의 기상현황은 표 1과 같다.

Table 1. Meteorological data during the experimental period in Cheju-city

Month	1998			1999		
	Mean temp. (°C)	Preci. (mm)	Sunlight (hr)	Mean temp. (°C)	Preci. (mm)	Sunlight (hr)
1	6.6	170.2	49.2	6.8	84.0	95.2
2	8.8	59.7	110.1	7.0	62.4	129.0
3	9.8	110.4	64.6	10.5	110.4	92.3
4	16.1	196.2	134.4	14.3	37.5	192.6
5	18.8	116.5	180.0	18.4	79.0	228.5
6	21.5	228.3	122.5	21.8	204.0	146.0
7	27.4	111.5	212.6	24.0	706.0	112.5
8	28.2	76.8	232.4	25.6	642.8	102.5
9	24.3	413.0	157.0	24.6	508.0	130.4
10	19.7	70.1	133.2	18.5	41.2	184.5
11	13.4	19.6	169.9	13.0	24.9	113.7
12	8.9	10.7	136.6	7.9	25.8	129.5
Mean	17.0	131.9	141.9	16.0	210.5	138.1

2. 토양 조건

본 시험지역의 토양은 농암갈색 화산회토양으로서 시험시작 전 토양의 이화학적 특성은 표 2와 같았으며, pH 5.24, OM 7.56, P₂O₅ 8.03 등으로 비교적 척박한 토양이었다.

Table 2. Chemical characteristics of the soil examined.

pH(1:5)	N(%)	OM(%)	Av. P ₂ O ₅ ppm	Ex. cation(me/100g)			
				Mg	Na	K	Ca
5.24	0.23	7.56	8.03	0.41	0.28	0.61	0.21

3. 조사항목 및 조사방법

조사항목은 이탈리아 라이그라스의 건물수량, 식생구성율, 성분함량 및 토양의 이화학적 특성 등이다. 예취회수는 월동기간 중 총 3회(11월 14일, 3월 27일, 5월 29일)에 걸쳐 수행하였고, 채취한 시료에 대한 건물함량은 시험구 내 1m×1m의 면적에서 목초를 예취하여 100g을 취하여 80℃ dry oven에서 건조시켜 건물몰을 구하여 건물수량을 환산하였고, 따로 생초를 100g을 취하여 초종별로 분류한 후 dry oven에서 건조시켜 그 무게의 백분율에 의해 식생구성율을 구하였다.

토양의 물리화학적 성질에 대한 분석(pH, T-N, OM, P₂O₅, 치환성 K, Ca, Mg)은 농촌진흥청 분석법(1988)에 준하였고 목초의 N함량은 micro Kjeldahl을 이용하여 소화시킨 후(AOAC, 1984) 비색법(Weatherburn, 1967)으로 Ammonia를 측정하였다.

목초의 무기물은 Yoshida(1983)방법에 의하여 추출하여 P는 U/V Spectrophotometer를 이용하였으며, K, Ca, Mg, Na, Cu, Co, Zn등은 Atomic Absorption Spectrophotometer로 측정하였다(Perkin-Elmer Corporation, 1982).

토양미생물의 상태를 알아보기 위해 각 시험구 별로 파종 후 1998년 10월 24일과 마지막 수확이 끝난 후인 1999년 7월 6일에 토양시료를 채취하여 두 기간 사이에 토양미생물 수의 변화를 알아보았다.

미생물의 계수는 회석평판법(토양미생물연구회, 1982)을 이용하였으며 28℃로 조절된 항온기에서 배양하였다. 각 시료 당 미생물의 수는 3개의 평판배지상에 나타난 colone를 각각 계수한 후 평균한 값을 colony형성수(colony forming unit : cfu)로 표시하였다. 각 균종의 배양방법과 계수는 세균인 경우 Yeast glucose agar(yeast extract 3, glucose K₂HPO₄ 1, 0.3, KH₂PO₄ 0.2, MgSO₄ · H₂O 0.2, cyclohexamide 0.05, agar 15g, 증류수 1,000ml)에 접종한 후 배양 7일 후에, 사상균은 Rose bengal agar(K₂HPO₄ 1, MgSO₄ · 7H₂O 0.5, peptone 5, glucose 10, rose bengal 0.033, atreptomycin sulfate 0.033, agar 20g, 증류수 1,000ml)에 접종후 3일경 1차 발현 colony를 계수하고 생육이 늦은 균의 발현을 고려하여 5일에 재차 계수하였다.

4. 실험설계 및 통계분석

본 시험은 이탈리아 라이그라스(30kg/ha)를 1999년 9월 12일에 2.0m×3.0m의 면적에 파종하였다.

이 시험에 이용된 양돈 액비는 제주농업시험장 양돈장의 것으로 비료성분은 표 3과 같았다.

Table 3. Physical and chemical compositions of swine liquid manure examined.

(Unit : %)

pH	Water content	Organic C	OM	Total N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	NaO
					%				
8.1	97.89	0.22	0.34	0.12	0.19	0.98	0.22	0.16	0.82

본 시험의 시험설계는 분할구 배치법(주구 3처리 × 세구 3처리 × 3반복)으로 표 4와 같았으며 시비량은 질소와 칼리는 각각 200, 200kg/ha를 사용하였고 인

산시용수준은 실험설계에 내용과 같았다. 질소와 칼리 사용은 파종시 기비로 1/3을 사용하였고, 나머지 2/3는 5월, 6월 및 9월에 동량으로 3회 분시하였다.

Table 4. Experiment design

Treatment	Treatment level
Main plots	3 phosphorus application levels (0kg/ha, 1/2× standard, standard)
Sub plots	3 swine liquid manure levels (0kg/ha, standard, 2× standard)

시험결과는 분산분석(Statistix, 1996)한 후 유의성이 있는 경우에 최소유의차 (L.S.D)에 의하여 각 처리간의 평균을 비교하였다.



IV. 結果 및 考察

1. 건물수량

월동하기 전인 1998년 11월 14일에 1차 수확된 이탈리아 라이그라스의 건물수량(표 5)은 인산시용 수준 0, 150 및 300kg/ha에 따라서 각각 1,473, 1,564, 1,767kg/ha를 보여 인산증시에 따라서 증가하는 추세이나 통계적인 유의차를 얻지 못하였다. 그러나 양돈액비 시용수준이 0, 70, 140톤/ha으로 1999년 3월 27일에 수확된 이탈리아 라이그라스의 건물수량은 각각 1,044, 1,872 및 1,850kg/ha로서 통계적으로 유의적인 차이를 얻었다($P < 0.05$). 3차 수확시인 5월 29일에도 양돈시용량 증가에 따라서 건물수량이 증가하는 추세이나 유의적 증가를 얻지 못했다.

김(1984)이나 고(1989)는 제주화산회토양의 오차드그라스 초지에 인산시용수준을 증가할수록 건물수량이 유의적으로 증가했다고 하였다. Krogman(1970)도 orchardgrass의 인산시용 효과가 다른 초종 보다 높게 나타난다고 하였다. P_2O_5 의 시용은 종자발아 및 초기생육을 촉진시키고(정 등, 1976), 종자 및 과실의 성숙과 뿌리의 발달을 돕게 된다(Walschke *et al.*, 1977). 그러나 본 시험에서 인산시용 효과가 뚜렷치 못한 것은 산성토양에서 페레니얼 라이그라스의 인산시용효과가 낮은 (Helyar and Anderson, 1970) 때문으로 보인다.

양돈액비의 시용수준 0, 70 및 140kg/ha에서 이탈리아 라이그라스의 1차 수확시 건물수량은 각각 1,554, 1,543 및 1,707kg/ha이었고 역시 유의적 차이를 발견치 못했다. 그러나 2차($P < 0.01$)와 3차($P < 0.05$) 수확시에는 양돈액비의 시용수준 증가에 따라서 통계적으로 유의적 증가를 보였다. 신(1999)은 호밀에 소액비를 시용했을 때 증수 효과가 뚜렷했으나 양돈액비는 소액비 만큼 효과가 뚜렷치 않았다고 하였다. Siegenthaler 등(1994)도 비슷한 추세였다고 했으나 본 시험에서는 다소 다른 경향이었다. 이런 추세는 초종의 차이 때문이 아닌가 생각된다.

결론적으로 이탈리아 라이그라스를 11월, 3월 및 5월에 각각 수확하였으나 ha

당 평균 10톤이상의 건물수량을 얻으므로 월동기간 동안 여러번 수확을 해도 생육에 지장이 없음을 발견하였다. 그래서 월동기간 동안 이탈리아 라이그라스를 재배하여 방목시키므로 농후사료비를 절감할 수 있다고 본다.

Table 5. Dry matter yield of Italian ryegrass as affected by the different application level of phosphorus fertilizer and swine liquid manure (Unit : kg/ha)

Treatment	Harvested dates			Mean
	14 Nov. 1998	27 Mar. 1999	29 May. 1999	
P0 M0	1,157	842	5,160	2,386
P0 M70	1,704	1,305	7,903	3,637
P0 M140	1,557	1,704	8,464	3,908
Mean	1,473	1,284	7,176	3,310
P150 M0	1,533	1,103	5,203	2,613
P150 M70	1,384	2,590	7,212	3,729
P150 M140	1,776	1,560	8,487	3,942
Mean	1,564	1,751	6,967	3,428
P300 M0	1,972	1,188	5,139	2,767
P300 M70	1,540	1,722	8,603	3,955
P300 M140	1,788	2,285	8,278	4,117
Mean	1,767	1,732	7,340	3,613
P Main (A)	0.061	0.027	0.853	0.537
Sub (B)	0.124	0.009	0.029	0.021
A × B	0.060	0.275	0.961	0.999

2. 초장

양돈액비와 인산비료 사용수준 차이에 따른 월동 이탈리아 라이그라스의 생육효과를 알아보기 위해 초장을 1998년 11월 14일, 12월 13일, 3월 27일 및 5월

29일에 각각 조사하였다(그림 1).

4회 조사한 것에 대해서 평균했을 때 인산비료 0, 70 및 140톤/ha 시용 수준에 따라서 초장이 각각 47.3, 51.1 및 52.6cm로서 0.08%범위 내에서 유의적 차이가 인정되었다. 각 조사시기 별로 볼 때 1998년 11월 1회 조사때는 인산시용효과를 발견할 수 없었으나 2회인 12월 31일 조사 때 인산 시용효과에 대한 통계적인 유의차가 인정되었다($P < 0.01$). 3회와 4회 조사 때는 통계적으로 유의적인 차이가 없었으나 인산 무시용 보다 시용구에서 초장이 증가되는 추세였다.

양돈액비의 시용효과를 비교하기 위해 이탈리아인 라이그라스의 초장을 4회 조사한 것을 평균했을 때 유의적인 차이가 없었다. 그러나 액비 무시용구 보다 시용구에서 초장이 컸었다. 1차와 2차 조사에서는 액상비료 시용 효과에 대한 차이가 뚜렷치 않았으나 3회와 4회 조사에서 5%의 통계적 유의차를 발견하였다.

Wightman 등(1996)이 돼지 액상분뇨의 경우 소액상분뇨에 비해 화분과 작물의 생육에 유리하게 작용한다고 하였고, 신(1999)은 옥수수의 초장에 돼지액상분뇨의 효과가 높았다고 하여 3~4회째 조사에서의 결과와 일치하였다. Siegenthaler 등(1994)은 돼지 액상분뇨의 시용효과가 옥수수에서는 있었으나 호밀에서는 없었다고 하여 온도(표 1 참조)가 낮은 11월이나 12월에 본 시험에서 액상분뇨 시용효과를 얻지 못한 것이 온도 문제와 관계가 있다고 보인다.

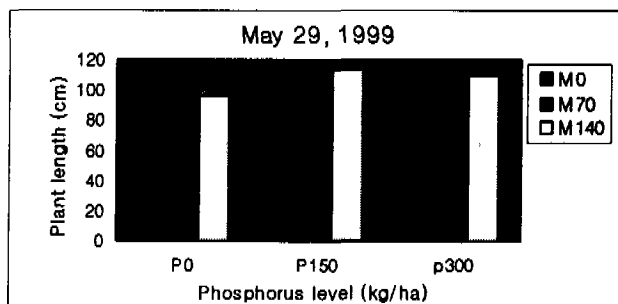
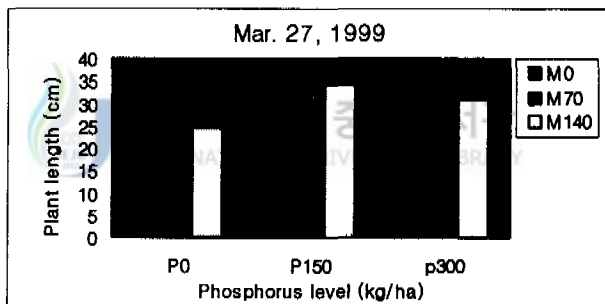
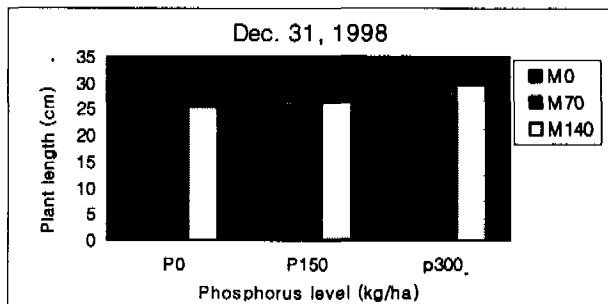
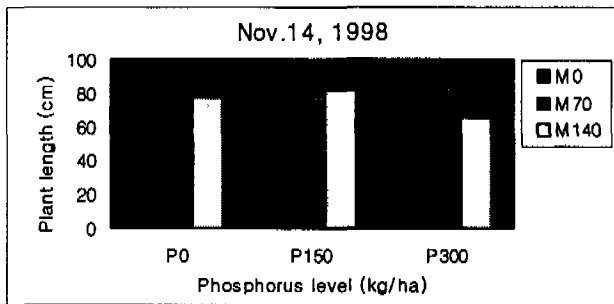


Figure 1. Plant length as affected by the application level of phosphorus fertilizer and swine liquid manure for over-wintering Italian ryegrass.

3. 잡초율

인산시용수준에 따른 잡초율의 감소되는 반응은 1차 조사시기인 1998년 11월 14일과 2차 시기인 1999년 3월 27일까지는 차이를 나타내지 않았다(그림 2). 그러나 마지막 시기인 5월 29일에 와서 이탈리아인 라이그라스 생육 중 잡초의 비율이 인산시용량 증가에 따라서 감소하는 추세를 보이고 있었다.

한편 양돈액비의 시용량 증가에 따라서 이탈리아인 라이그라스 내 잡초의 비율이 1차 조사 때에는 분명한 차이를 보이지 않았으나, 2차와 3차에는 액비의 시용량 증가에 따라서 감소하고 있었다. 전체적으로 생육이 진행됨에 따라서 잡초의 비율은 감소하는 추세를 보였다.

김 등(1991)은 퇴비시용에 의해서 시간이 경과하면서 목초에 비하여 잡초가 열세했다는 보고와 일치하였다. 잡초는 목초에 비하여 비료흡수력이 낮기 때문으로 보인다.



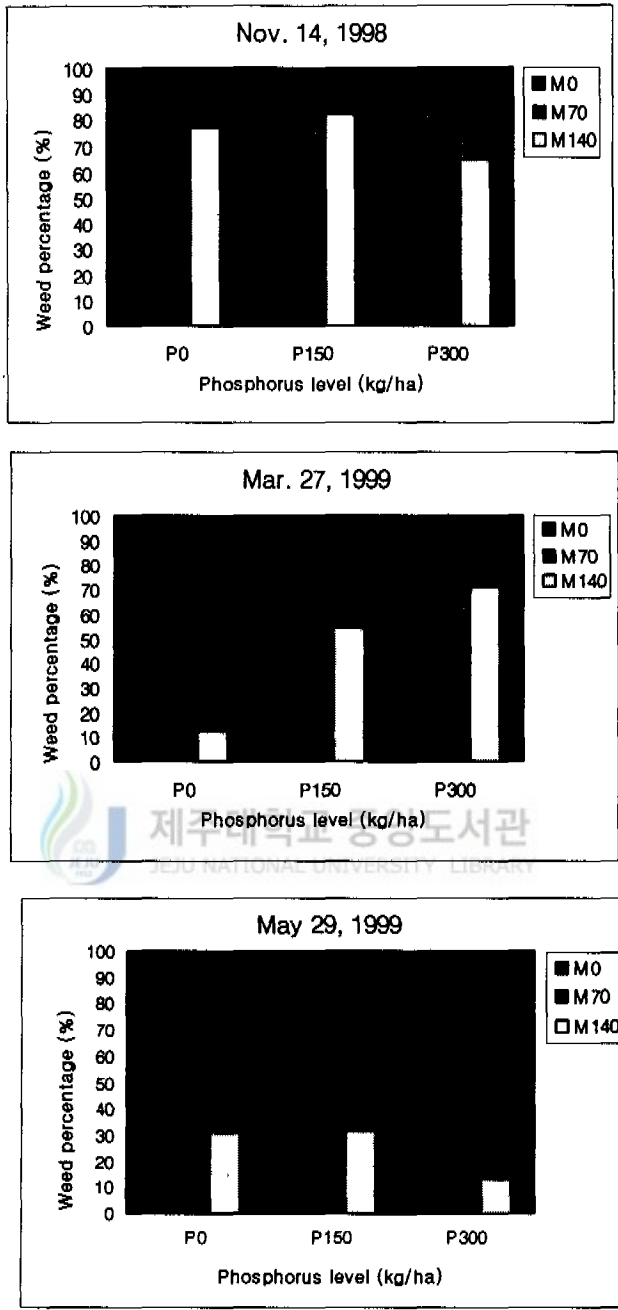


Figure 2. Weed percentages as affected by the application level of phosphorus fertilizer and swine liquid manure for over-wintering Italian ryegrass.

4. 목초의 무기물 함량

1) 질소 함량

인산비료와 양돈액비의 사용수준에 따른 월동 이탈리아인 라이그라스의 무기물 함량 (N, P, K, Na 및 Cu) 변화를 그림 3에 나타내었다.

이탈리안 라이그라스의 질소함량은 1998년 11월 14일 1차 조사시에만 인산시용수준 증가로 유의적 증가가 되었으나($P < 0.01$), 2차와 3차 수확시에는 유의적 차이를 얻지 못 하였다. Reneau 등(1983), Terman 등(1977), 및 Lutz(1973)는 인산시용수준 증가로 목초의 N함량이 증가한다고 보고하여 1차 조사와 일치하였다. 그러나 Terman and Allen(1974 a)는 목초생산량이 증가할 때 질소함량이 감소할 수도 있다고 하여 2차와 3차 수확시 목초의 질소함량이 인산시용 효과를 얻지 못한 것은 이런 이유로 볼 수도 있다.

양돈액비의 사용수준 증가에 대하여 이탈리아인 라이그라스의 N 함량은 1차 수확시에 차이가 없었고 2, 3차 수확시에 5%와 1%의 통계적 유의차를 얻었다. Lane(1989)는 버뮤다그라스 초지에 슬러지의 사용수준 증가로 조단백질함량이 증가한다고 하여 1차 수확시를 제외하고 본 결과와 일치하고 있다.

2) 인 함량

이탈리안 라이그라스의 인 함량은 3차 수확시에만 인산시용량 증가로 유의적 증가를 보였다($P < 0.05$). 양돈액비 사용량 증가가 이탈리아인 라이그라스의 인함량에 어떤 영향도 주지 못 했다.

김(1984), 및 Lutz(1973)는 목초의 P 함량이 인산시용량 증가에 따라서 유의적 증가를 보인다고 했으나, 본 시험에서 3차 수확시에만 같은 결과를 보였다.

신(1999)은 사일리지용 옥수수의 인함량이 액상분뇨의 사용수준 증가에 따른 효과를 얻지 못했다고 하여 본 결과와 일치하였다.

3) 칼륨 함량

이탈리안 라이그라스의 칼륨 함량은 2차 수확 시에만 인산 시용 수준 증가에 따라서 증가했고 1차나 3차 수확 시에는 인산시용 효과를 얻지 못 했다

($P < 0.05$). 양돈분뇨 시용에 따른 식물체내 칼륨 함량도 3차 수확시에만 유의적 증가를 보였다($P < 0.05$).

고(1989)는 대부분의 목초는 인산중시로 K함량이 감소했으나 tall fescue, red top 및 ladino clover는 인산 200kg/ha 구에서 높은 함량을 보였다고 하여 초종에 따라서 다를 수 있음을 말해주고 있다.



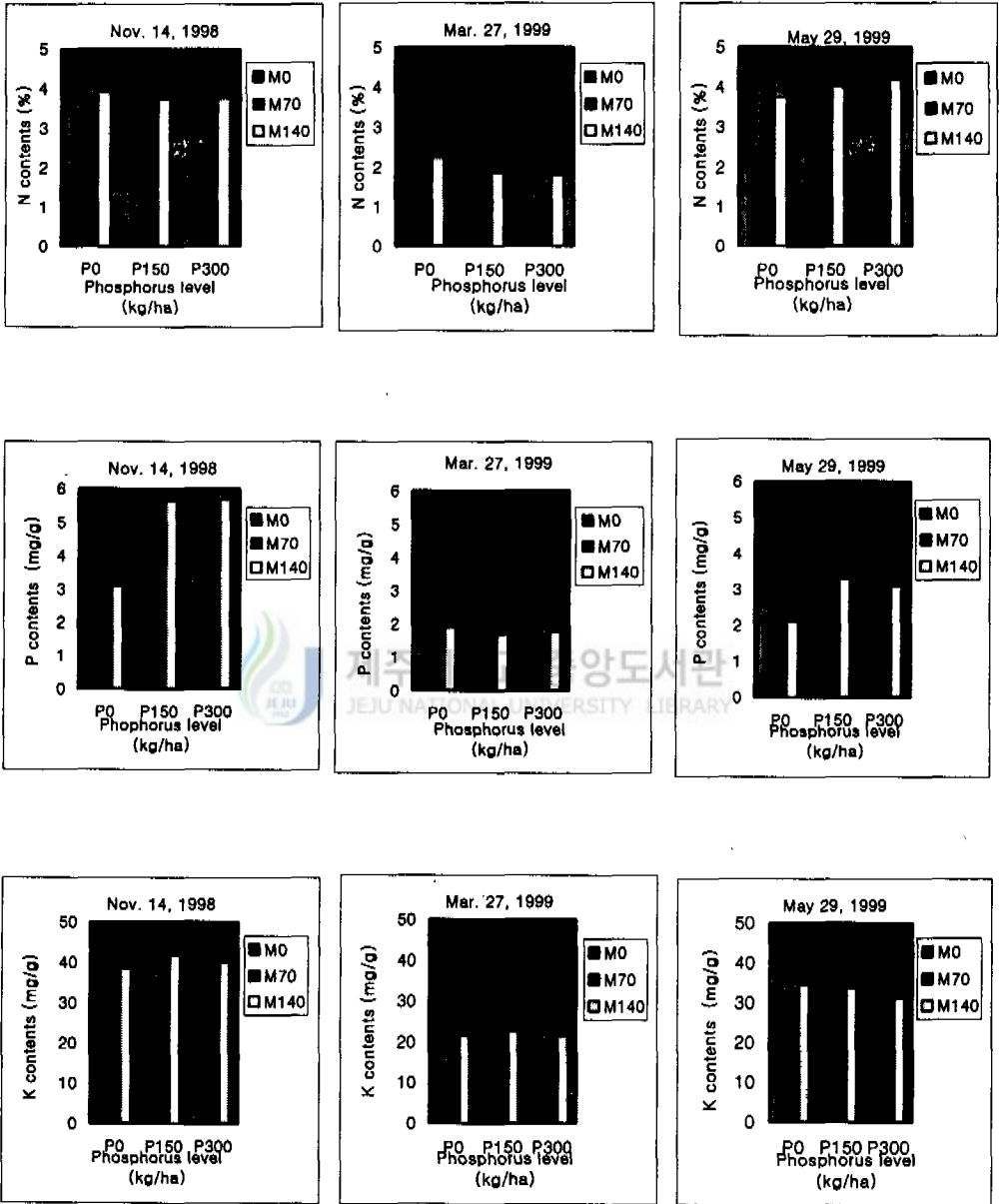


Figure 3. Nitrogen, phosphorus and potassium contents as affected by the application level of phosphorus fertilizer and swine liquid manure for over-wintering Italian ryegrass.

5. 토양 물리 및 화학적 특성

1) pH

월동 이탈리아 라이그라스 재배 토양의 pH, 총질소, 유기물, 유기탄소, 유효인산 및 치환성 칼륨의 함량을 그림 4에 보여주고 있다.

월동하는 이탈리아 라이그라스의 포장 토양의 산도는 1차 1998년 10월 24일 조사때 인산 0, 150 및 300kg/ha시용에 대해서 각각 5.42, 5.48 및 5.54로서 통계적 유의차를 얻지 못 했다. 그러나 1999년 7월 마지막 수확 후에 이탈리아 라이그라스 재배 토양의 pH는 5.33, 5.36 및 5.49로서 통계적 유의차를 얻었다 ($P < 0.05$). 양돈액비의 시용수준에 따라서 토양 pH는 1차 조사시 각각 5.46, 5.51 및 5.46로 유의차 없었으나, 2차 조사시 각각 5.37, 5.37 및 5.38로서 5%의 유의차가 있었다($P < 0.05$).

임 등(1988)이 화산회토양에서 용성인비를 시용했을 때 pH가 높아진다는 보고나 유 등(1978)이 용성인비 내 CaO, MgO 등이 pH 증가에 유리하게 작용한다는 보고와 일치하였으며, 김(1999)이 톱밥 발효돈분의 시용량 증가에 따라서 토양 pH가 증가했다는 보고와도 일치하였다. 유기질 비료인 양돈액비가 부식화되면서 교질이 생겨 함께 시용된 용성인비에서 Ca 이나 Mg 등을 흡착할 수 있어 토양 pH를 중성화는 데 다소 도움을 주었던 것으로 보인다.

2) 총 질소함량

토양의 총질소함량은 1차나 2차 마지막 수확 후에 모두 인산 및 양돈액비의 시용수준에 따른 유의차를 얻지 못 했다.

3) 유기물 함량

토양의 유기물함량은 인산시용수준 증가에 따른 뚜렷한 변화를 1차나 마지막 수확 후에도 모두 발견치 못 했다. 그러나 양돈액비의 시용수준(0, 70 및 140톤/ha) 증가에 따라서 1차에 토양 유기물 함량이 각각 12.20, 11.13 및 10.49%로 통계적으로 유의적 감소를 보였고($P < 0.05$), 마지막 수확 후에도 각각 8.82, 7.12 및 6.66%로 역시 유의적으로 감소했다($P < 0.05$). 1차 조사 때 보다 마지막 수확

후에 유기물 함량이 크게 감소하였다.

4) 탄소 함량

토양의 탄소함량도 인산시용에 따른 효과를 1차나 마지막 조사 후에도 얻지 못 했으며, 양돈액비의 시용에 따라서 1차에 토양 탄소 함량이 각각 8.82, 7.12 및 6.66%였으며 마지막 수확 후에 각각 7.08, 6.46 및 6.08%로 두 시기에 모두 통계적으로 유의적 감소를 보여($P < 0.05$) 토양 유기물 함량과 같은 추세였다. 두 시기간 비교에서도 1차 보다 마지막 시기에 탄소 함량이 감소했다.

5) 유효인산 함량

이탈리안 라이그라스 토양의 유효인산함량은 인산비료나 양돈액비의 시용수준에 따른 변화를 발견치 못 했다. 이탈리안 라이그라스 재배 토양의 유효인산 함량은 1차 조사 때 보다 마지막 수확 후에 보다 높은 경향이였다.

정 등(1995)은 액비 시용 후 토양의 화학성 변동이 큰 성분으로 인산과 칼리를 들어서 토양염류 축적과 관계가 있을 수 있다고 하였는데, 본 시험에서도 1차 때 보다 마지막 수확 후에 유효인산함량이 증가했던 결과는 같은 경향으로 볼 수 있다.

6) 칼륨 및 칼슘 함량

토양의 칼륨이나 칼슘함량도 인산이나 양돈액비의 시비수준에 따른 유의적 증가를 보이지 않았다. 그러나 1차 조사시기에만 토양의 칼슘함량은 인산시비수준 증가에 따라서 증가하는 추세를 보이고 있었다.

김(1999)이나 石井 등(1978)은 톱밥발효돈분 시용량 증가로 치환성 K함량의 유의적 증가를 보였다고 하여 본 시험의 결과와는 일치하지 않았다.

7) 마그네슘 함량

월동 이탈리안 라이그라스 재배 토양의 치환성 칼슘, 마그네슘, 소듐, 구리, 아연 및 코발트 함량을 그림 5에 나타내고 있다.

이탈리안 라이그라스 토양의 마그네슘 함량은 1차 조사 때 인산시용수준 중

가에 따라서 유의적 증가를 보였으며($P < 0.05$) 마지막 수확 후에 조사된 경우에도 역시 유의적 증가를 얻었다($P < 0.05$). 양돈액비의 시비 효과는 발견치 못했다. 1차 수확때와 마지막 수확 후 토양의 마그네슘함량을 비교했을 때도 1차 때에 높은 함량을 보였다. 김(1999)이 톱밥발효돈분 시용량 증가로 토양의 치환성 K함량을 높였다는 보고와는 일치하였다.

8) 소듐 함량

토양의 소듐함량은 인산시용 효과를 1차나 마지막 회 조사 때나 항상 보이지 않았으나 토양 소듐에 대한 양돈액비의 유의적 시용 효과를 마지막 조사 때에만 보였다($P < 0.05$). 1차 때 보다 마지막 때 토양 소듐 함량이 크게 떨어졌다.

9) 구리 함량

이탈리안 라이그라스 토양의 구리함량은 인산 시용 효과를 분명하게 얻지 못했으나 양돈액비의 시용으로 유의적 증가를 보였다($P < 0.05$). 그러나 1차 조사 때 인산 150kg/ha 수준에서만 예외로 양돈액비 시용량 증가에 대한 구리함량의 지속적 증가를 보이지 못했다. 유산동 형태의 구리가 돼지에게 성장 촉진 효과가 있다는 것이 영국에서 밝혀진 후에 세계적으로 돼지사료에 사용되고 있다 (Jackson and Stevenson, 1981). 그래서 양돈액비 시용량 증가로 토양 내 구리 함량 증가는 양돈사료에 기인되지 않았나 추정된다.

10) 아연 및 코발트 함량

월동 이탈리안 라이그라스 재배 토양에서 아연함량은 1차 조사시에만 액비의 시용량 증가로 유의적 증가를 보였다($P < 0.05$). 그러나 토양의 아연함량에 대한 인산 시용 효과는 어느 조사시기에도 얻지 못했다.

토양의 코발트 함량은 인산이나 액비의 시용 효과를 분명히 보이지 않았고 이런 현상은 1차 조사 때나 마지막 수확 후 조사했을 때나 마찬가지였다.

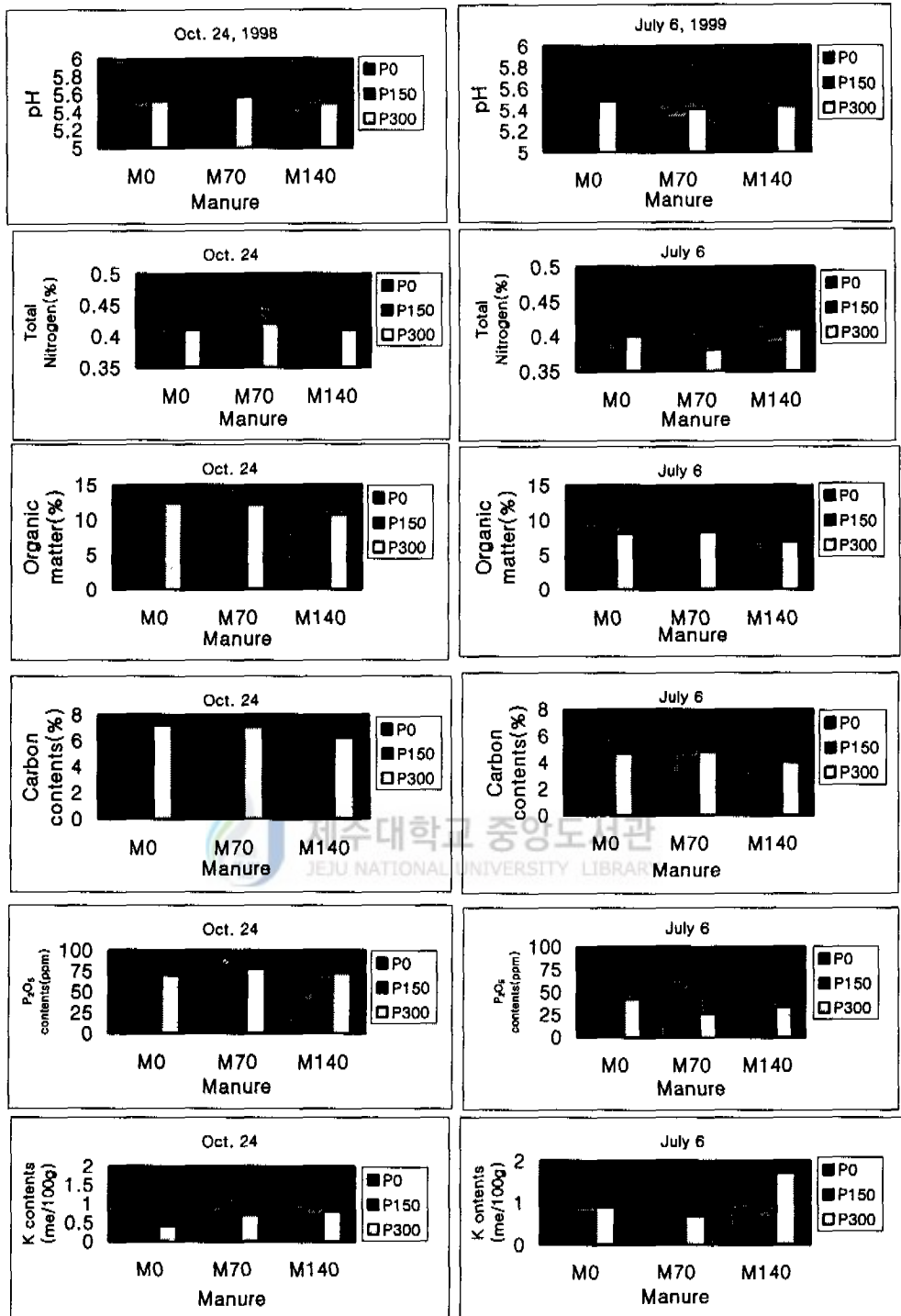


Figure 4. Soil pH, total - N, organic matter, carbon contents, available P₂O₅ and K contents as affected by the application level of phosphorus fertilizer and swine liquid manure for over-wintering Italian ryegrass.

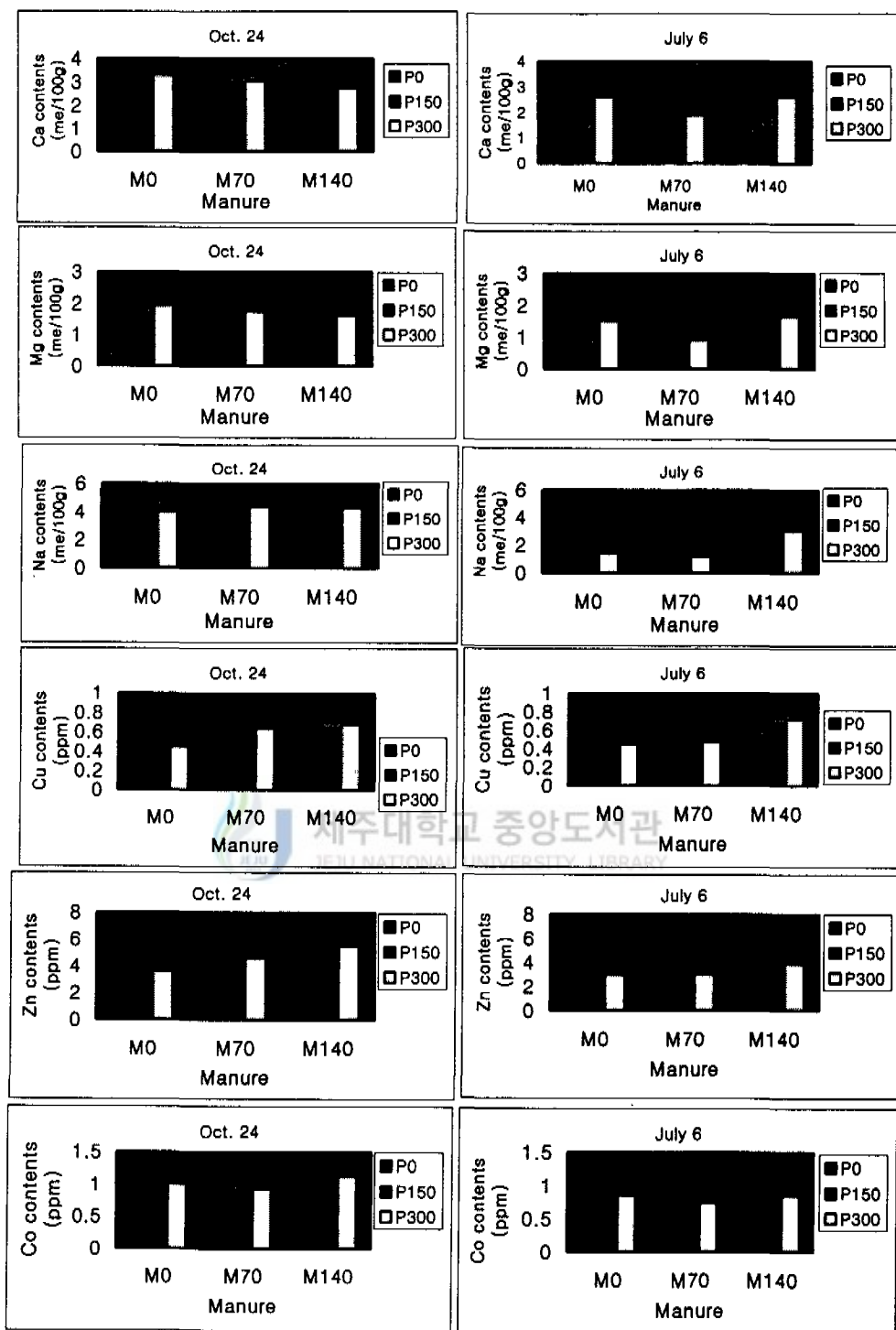


Figure 5. Soil Ca, Mg, Na, Cu, Zn and Co contents as affected by the application level of phosphorus fertilizer and swine liquid manure for over-wintering Italian ryegrass.

6. 토양 미생물 수

이탈리안 라이그라스가 자라는 토양에서 인산과 양돈액비의 시용수준에 따른 박테리아 수의 변화를 비교했으며 그림 6에 나타내었다.

이탈리안 라이그라스의 1차 수확 시에 박테리아수는 인산시용수준 0, 150 및 300kg/ha에서 각각 9.3, 9.4, 27.9로 통계적인 유의차가 인정되었다($P < 0.01$). 이탈리아 라이그라스 수확 후에 조사된 박테리아의 수는 인산시용수준에 따라서 각각 43.4, 55.1 및 113.6 로서 10%내의 유의적 차이를 보였다. 양돈액비의 시비수준(0, 70, 140톤/ha)에서 이탈리아 라이그라스 1차 수확시 박테리아 수가 각각 15.7×10^5 cfu/g, 20.0×10^5 cfu/g 및 11.0×10^5 cfu/g개로서 처리간 차이가 확실하지 않았지만 마지막 수확 후에 114.2, 48.1 및 49.8개로 처리간 유의차를 보였으며 액상비료 시용 보다 무시용구에서 높았다($P < 0.05$).

토양 중 박테리아의 수는 1차 조사 때 보다 수확 후에 4배 정도 증가되었다. 김(1999)은 혼파목초지에서 토양내 박테리아가 톱밥발효돈분 시용에 따른 효과를 얻지 못했다고 하였으나 원 등(1999)은 양배추 재배지 토양에서 돈분시용 효과를 얻었다고 하였다. 본 시험에서는 액비 무시용구에서 오히려 세균수가 증가되고 있는데 그 이유는 분명치 않다.

한편 fungi의 수는 인산비료나 액비의 시비수준에 따른 변화를 분명히 보이지 않고 있으며 1차 수확과 마지막 수확시기간 차이도 크지 않았다.

종합적으로 월동 이탈리아 라이그라스의 건물수량이나 잡초억제 효과면에서 그리고 이탈리아 재배 토양의 개선 측면에서 볼 때 인산비료 150kg/ha와 돈분 액상분뇨 70톤 /ha 이상 시용이 바람직하다고 보인다.

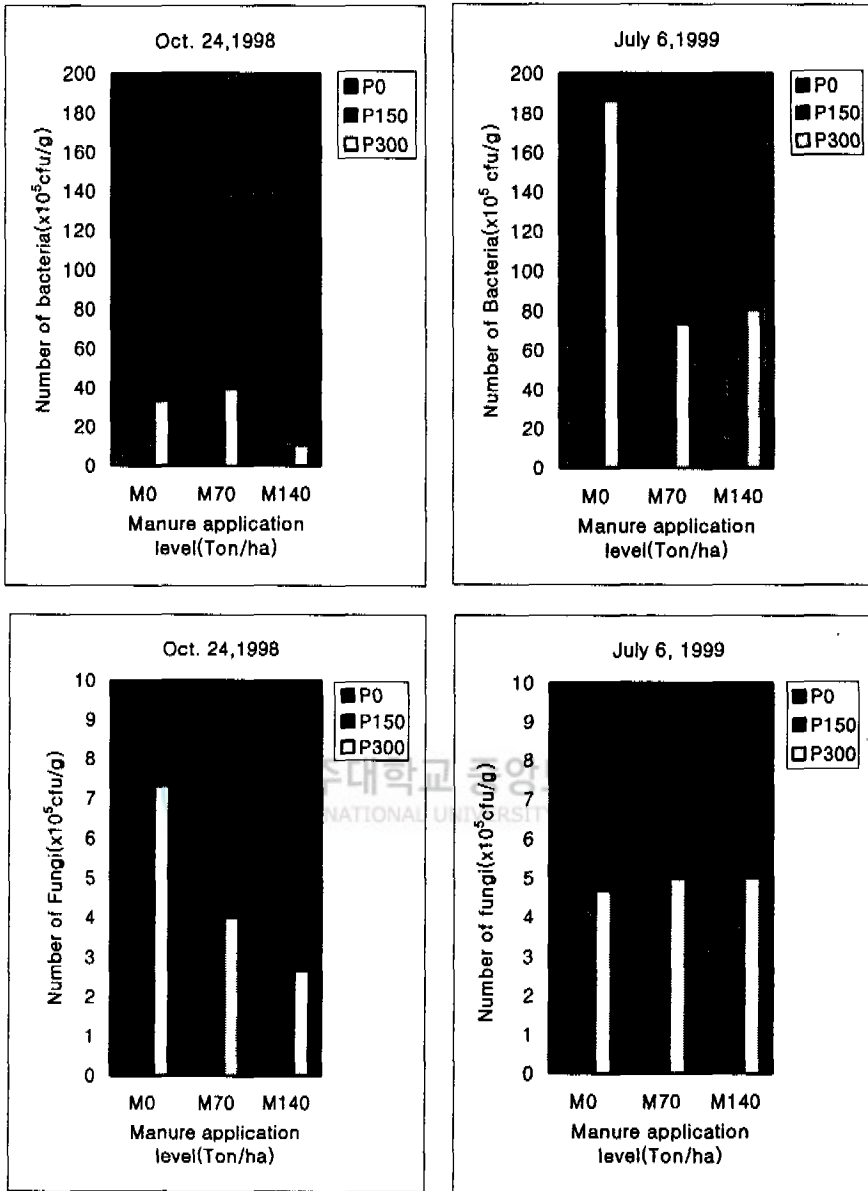


Figure 6. Number of bacteria and fungi as affected by the application level of phosphorus fertilizer and swine liquid manure for over-wintering Italian ryegrass.

V. 摘 要

본 시험은 1998년 9월부터 7월까지 제주대학교 동물사육장 내 있는 시험 사료작물포장에서 인산비료(0, 정량의 1/2량, 정량)와 양돈액비(0, 정량의 1/2량, 정량)의 사용 수준을 달리하여 월동 이탈리아 라이그라스의 생산성, 토양의 물리, 화학적 특성 및 미생물 군의 변화를 알아보기 위해 수행되었다.

이탈리안 라이그라스의 건물수량은 인산사용수준 0, 150 및 300kg/ha에서 각각 3,310, 3,428 및 3,613kg/ha였으나 처리간 유의적 차이를 얻지 못했다. 그러나 양돈액비의 시비수준에 0, 70 및 140톤/ha에서 각각 2,589, 3,774 및 3,989kg/ha의 건물수량을 얻어 통계적으로 유의적 증가를 보였다($P<0.05$). 이탈리아 라이그라스 초장은 3월 27일과 5월 29일 조사때 액비의 사용수준 증가로 유의적 증가를 보였다($P<0.05$). 잡초율은 파종 후 시간이 경과함에 따라서 감소하였고 마지막 수확 시기인 5월 29일에 인산이나 양돈액비 사용량 증가로 감소하는 추세였다. 목초의 질소함량은 1차 조사시(11월 14일) 인산사용량의 증가로 고도의 유의적 증가($P<0.01$)를 보였고, 액비 사용량 증가로 3월($P<0.05$)과 5월($P<0.01$) 목초의 질소 함량의 유의적 증가를 보였다. 목초의 인 함량은 3차 수확시에만 인산사용 효과($P<0.05$)를 얻었으며, 칼륨 함량은 2차 수확시에 유의적으로 인산사용 효과를, 그리고 3차수확시에 액비 사용효과($P<0.05$)를 각각 얻었다.

이탈리안 라이그라스 재배 토양의 pH는 마지막 수확한 후 측정 때만 인산과 액비의 유의적 사용효과를 각각 얻었다. 토양 유기물, 탄소 및 Cu 함량은 양돈액비 사용량 증가에 따라서 1차와 마지막 수확 후에 모두 유의적 증가를 얻었다($P<0.05$). 토양의 Mg 함량은 1차와 마지막 수확 후에 모두 인산사용량 증가로 유의적 증가를 나타냈다($P<0.05$). 이탈리아 라이그라스의 1차 수확시 박테리아의 수는 인산사용수준 증가에 따라서 유의적으로 증가하였으며($P<0.01$) 1차 조사때 보다 마지막 수확 후 4배정도 증가하였다.

결론적으로 월동 이탈리아 라이그라스의 인산과 양돈액비의 적정 시비수준은 인산 150kg/ha 이상과 액비 70톤이상/ha으로 보이고 이때 잡초억제 효과가 있었으며 부분적으로 토양의 물리, 화학성을 개선했다고 보인다.

參 考 文 獻

- Anderson, M. A., J. R. Mckenna, D. C. Martens, and S. J. Donohue. 1993. Nitrogen recovery by timothy from surface application of dairy slurry. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 24: 1139-1151.
- A.O.A.C. 1984. Official methods of analysis 14th ed. (Ed. S. Williams). AOAC, Arlington. VA.
- Arzul, G., and J. Maguer. 1990. Influence of pig farming on the copper content of estuarine sediments in Brittany, France. *Marine Pollution Bulletin.* 21: 431-434.
- Beer, K., H. Koriath and W. Podlesak. 1990. Organische und mineralische Deungung. Deutscher Landwirtschaftsverlag. 338-347.
- Bradshaw, A. D., M. J. Chadwick., D. Jowett., R. W. Lodge, and R. W. Snyder. 1960. Experimental investigations into the mineral nutrition of several grass species. III. Phosphate level. *J. of Ecology.* 48: 631-637.
- Bromfield, S. M. 1961. Sheep feces in relation to the phosphorus cycle under pastures. *Aust. J. Agri. Res.* 12: 111-123.
- Caradus, J. R. 1981. Effect of root hair length on white clover growth over a range of soil phosphorus levels. *N.Z. J. Agric. Res.* 24: 353-358.
- Chapman and Heath. 1987. The effect of cattle slurry on clover in grass /clover swards. pp. 337-340. In : H.G. Van der Meer, R. J. Unwin, T. A. van Dijk, and G.C. Ennick(eds). *Animal manure on grassland and fodder*

crop, fertilizer or waste Martinus Nijhoff, Dordrecht.

Cherney, D. J. R., J. H. Cherney, and A. N. Pell. 1994. Inorganic nitrogen supply effects on alfalfa forage quality. *J. Dairy Sci.* 77: 230-236.

Daliparthi, J., S. J. Herert, and P. L. Veneman. 1994. Dairy manure applications to alfalfa: crop nitrate, and nitrate in soil water. *Agron. J.* 86: 927-933.

Davis, M. R. 1981. Growth and nutrition of legumes on a high country yellow-brown earth subsoil. III. The effect of lime. *N.Z. J. of Agric. Res.* 24: 339-348.

Doughty, J. L., F. D. Cook, and F. G. Warder. 1954. Effect of cultivation on the organic matter and nitrogen of brown soils. *Can. J. Agri. Sci.* 34: 406-411.



Duell, R. W. 1960. Utilization of fertilizer by six pasture grasses. *Agron. J.* 52: 277- 279.

During, C., and W. C. Weeds. 1973. Some effects of cattle dung on soil properties, pasture production, and nutrient uptake. 1. Dung as a source of phosphorus. *N.Z. J. of Agri. Res.* 16: 423-430.

Ernst, P. 1990. Grunland richtig nutzen. *AID-Heft*, Nr. 1088.

Hart, A. L., G. Halligan, and R. M. Haslemore. 1981. Analysis of the response of pasture legumes to phosphorus in a controlled environment. *N.Z.J. Agric. Res.* 24: 197-201.

Heath, M. E. 1973. Forages, 3rds. The Iowa State Univ. P:185-296.(Cited by Chung, K. 1976)

Helyar, K. R. and A. J. Anderson. 1970. Responses of five pasture species to phosphorus, lime, and nitrogen on an infertile acid soil with a high phosphorus sorption capacity. Aust. J. Agric. Res. 21: 677-692.

Helyar, K. R. and A. J. Anderson. 1971. Effects of lime on the growth of five species, on aluminium toxicity and on phosphorus availability. Aust. J. Agric. Res. 22: 707-721.

Jackson, M and M. H. Stevenson. 1981. A study of the effects of dietary added cupric oxide on the laying, domestic fowl and a comparison with the effects of hydrated copper sulfate. The British J. of Nutrition 45: 99-109.



Judd, T. G., N. A. Thomson, and D. A. McCallum. 1990. Pasture management and pasture species for improved dry matter production in South Taranaki. Proc. of the N.Z. Grassl. Assoc. 51: 109-112.

King, L. D. and H. D. Morris. 1972. Land disposal of liquid sewage sludge: I. The effect on yield in vivo digestibility and chemical composting of Coastal bermudagrass. J. Environ. Qual. 1: 425-429.

Klausner, S. 1995. Nutrient Management: Crop Production and Water Quality. Department of Soil, Crop, and Atmospheric Sciences. Cornell Univ. 95CUWFP1.

- Kolenbrander, G. J. 1969. Nitrate content and nitrogen loss indrain water. Neth. J. Agr. Sci. 17: 246-255.
- Krogman, K. K. 1970. Species composition of an irrigated grass mixture at varying fertilizer rates. Can. J. Plant 50: 505-507.
- Lane, R. A. 1989. The effect of sweage sludge application to bermudagrass on forage quality. production and metal accumulation. Soils and fertilizers 52: 1040.
- Liu, F., C. C. Mitchell, J. W. Odom, D. T. Hill, and E. W. Rochester. 1997. Swine lagoon effluent disposal by overland flow: Effects on forage production and uptake of nitrogen and phosphorus. Agron. J. 89: 900-904.
- Lutz, Jr. J. A. 1973. Effects of partially acidulated rock phosphate and concentrated super-phosphate on yield and chemical for corn. Agron. J. 63: 919-922.
- McLachlan, K. D. 1976. Comparative phophorus response in plants to a range of available phophorus situations. Aust. J. of Agri. Res. 27: 323-341.
- Menke, K. H. and W. Huss. 1980. Tierernährung und Futtermittelkund. Verlag. Eugen almer Stuttgart : 34-41, 103. 293-297.
- Min, D. H. 1998. Assessing the effectiveness of forage crops to utilize nitrogen from dairy manure. Ph. D. Thesis. Department of Natural Resources Sciences and Landscape Architecture, University of Maryland at College Park.

- Neenan, M., W. E. Murphy and A. Conway. 1961. Some economic effects of the application of phosphates to permanent pastures in Ireland. *J. Brit. Grassl. Soc.* 16(1): 46-53.
- Nielsen, C. V., G. Steffens. 1994. Farmer's options to optimize nutrient efficiency and to reduce odour and ammonia emissions from land spreading of slurries and manures. Proceedings of the 7th Technical Consultation on the ESCORENA Network on Animal Waste Management Bad Zwischenahn, Germany. pp. 117-127.
- Nitsche, S. and L. Nitsche. 1994. Extensive Gruenlandnutzung, Neumann Verlag GmbH, 98-104.
- Osman, A., C. A. Raguse, and O. L. Sumner. 1977. Growth of subterranean clover in a range soil as affected by microclimate and phosphorus availability. II. Laboratory and phytotron studies. *Agron. J.* 69:26-29.
- Pain, B. F. 1991. Improving the utilization of slurry and farm effluents. Occasional Symposium, British Grassland Society, No. 25, P. 121-133.
- Pansombat, K., S. Kanazawa, and T. Horiguchi. 1997. Microbial ecology in tea soils. I. Soil properties and microbial populations. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 43(2), 317-327.
- Perkin-Elmer Corporation, 1982. Analytical methods for Atomic Absorption Spectrophotometry. The Perkin-Elmer Corp., Norwalk. CT.
- Powers, W. L., G. W. Wallingford, and L. S. Murphy. 1975. Research status

on effects of land application of animal wastes. USEPA Rep. 660/2-75-010. USEPA, Ada, OK.

Prins, W. H., and P. J. M. Snijder. 1987. Negative effects of animal manure on grassland due to surface spreading and injection. In : Van Der Meer H, J., R. J. Unwin, T. A. Van Dijk, and G. C. Ennik. (eds) pp. 119-135.

Reneau, R. B., Jr., G. D. Jones, and Ianes B. Fricdricks. 1983. Effect of P and K on yield and chemical composition of forage sorghum. Agron. J. 75: 5-8.

Sandal, P. C. and C. L. Garey. 1955. Effect of topdressing permerment pastures with superphosphate on beet yields and distribution of available P_2O_5 in the soil. Agron. J. 47: 229-231.

Sherrell, C. C. and W. M. Sauners. 1974. Factors affecting growth and response of white clover in pots to applied phosphorus. II. Depth of soil sampled in field. N.Z. J. of Agricultural Res. 17: 25-29.

Shoop, G. J., C. R. Brooks., R. E. Blaser and G. W. Tomas. 1961. Differential response of white clovers of grasses and legumes to liming and phosphorus fertilization. Agron. J. 53: 111- 115.

Siegenthaler, A., B. Stauffer, F. X. Stadelmann, W. Stauffer, and H. Hani. 1994. Excessive use of organic wastes in agriculture and field trial. Proceedings Of the 7th Technical Consultation on the ESCORENA Network on Animal Waste Management Bad Zwischenahn, Germany. pp. 137-149.

- Statistix, 1996. Statistix for windows. Analytical Software. P. O. Box 12185.
- Stevens, R. J., and I. S. Cornforth. 1974. The effect of pig slurry applied to a soil surface on the composition of the soil atmosphere. *J. of the Science of food and Agri.* 25: 1263- 1272.
- Studdy, C. D., R. M. Morris, and I. Ridge. 1995. The effects of separated cow slurry liquid on soil and herbage nitrogen in *Phalaris arundinacea* and *Lolium perenne*. *Grass and Forage Sci.* 50: 106-111.
- Stukenholtz, D. D., R. J. Olsoen. 1966. On the mechanism of phosphorus-zinc interaction in corn nutrition. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 30: 759- 763.
- Taliaferro, F. P. Horn, B. D., Tucker, R. Totusek, and R. O. Morrison. 1975. Performance of three warmseason perennial grasses and native range mixture as influenced by N and P fertilization. *Agon. J.* 67: 289-292.
- Tanaka A., K. Hitsuda, and Y. Tsuchihashi. 1984. Tolerance to low pH and low available phosphorus of various field and forage crops. *Soil Sci. Plant Nutr.* 30(1): 39-49.
- Terman, G. L., and S. E. Allen. 1974a. Accretion and dilution of nutrients in young corn as affected by yield response to N, P, and K. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 38: 455- 560.
- Terman, G. L., E. C. Doll and J. A. Lutz. 1960. Rate, source, time, and method of applying phosphates for alfalfa and legume-grass hay and pasture. *Agron. J.* 52: 261- 264.

- Terman, G. L., Noggle, and C. M. Hunter. 1977. Growth rate-nutrient concentration relationships during early growth of corn as affected by applied N, P, and K. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 41: 363- 368.
- Thompson, R. B., J. C. Ryden and D. R. Lockyer. 1987. Fate of nitrogen in cattle slurry following surface application or injection to grassland. *J. of Soil Sci.* 38: 689-700.
- Varco, J. J. and J. B. Sartin. 1986. Effects of phosphorus, sulfur, calcium hydroxide, and pH on growth of annual bluegrass. *Soil Soc. Am. J.* 50: 128- 132.
- Walschke, T. L., D. V. Waddington, D. L. Wehner, and C. L. Forth. 1977. Effect of P, K, and lime on growth, composition, and ^{32}P absorption by merion Kentucky bluegrass. *Agron. J.* 69: 825-828.
- Weatherburn, M. W., 1967. Phenol- hypochlorite reaction for determine of ammonia. 39(8) : 971-974.
- Wightman, P. S., M. F. Franklin, and D. Younie, 1996. The response of mini-swards of perennial ryegrass-white clover to simulated rainfall following slurry application. *Grass and Forage Science.* 51 : 325-332.
- Wolton, K. M. 1963. An investigation into the Simulation of nutrient returns by the grazing animal in grassland experimentation. *J. Brit.Grass. Soc.* 18 : 213-219.
- Yoshida, S., D. A. Forno and J. H. Cock. 1983. Laboratory manual for physiological study of rice. The international Rice Research Institute.

고서봉. 1989. 제주화산회토양에 석회 및 인산시용이 토양의 이화학적 성질 및 목초생산성에 미치는 영향. 제주대학교 대학원 박사학위 논문.

김동암. 1989. 사료작물. 제 17장 이탈리아인 라이그라스. 선진문화사. 309-320.

김문철. 1984. 제주 화산회 토양에 있어서 목초의 인산이용에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.

김문철, 고서봉. 1991. 제주도 초지산업의 이용성 증대방안. UR 대비 제주 축산 발전방향 심포지움. 농촌진흥청 제주시험장. p.63-82.

김재규, 박근제, 이혁활, 정의수. 1991. 혼파초지에서 액상구비 시용에 관한 연구. I. 액상구비의 시용시기 및 시용수준이 목초의 건물수량 및 식생구성에 미치는 영향. 한초지. 11(3) : 182-188.

김태구. 1999. 제주화산회토양에서 톱밥발효돈분이 초지의 생산성 및 토양 특성에 미치는 영향. 제주대학교 대학원 박사학위 논문

농산 어촌문화협회, 1988. 土壤肥料編, 農業技術大系. p.153-172.

농촌진흥청, 1988. 토양화학 분석법.

농촌진흥청. 1994. 가축분뇨(액비)의 사용지도지침.

박근제, 김정갑, 김맹중, 서성. 1996. 초지에 대한 인산질비료의 잔류효과에 관한 연구. I. 혼파초지에서 목초의 수량 및 양분생산성에 대한 인산질비료의 잔류효과. 한초지 16: 260-266.

박근제, 김재규, 황석중. 1992. 혼파초지에서 액상구비 시용에 관한 연구. II. 액상의 시용시기 및 시용수준이 목초의 Net Energy축적과 무기물 함량에 미치는 영향. 한초지. 12(12) : 98-103.

신동은. 1999. 축종별 액상분뇨와 질소(N) 시용량이 양질조사료의 수량, 사료가치 및 토양특성에 미치는 영향. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.

신동은, 김동암, 신재순, 서성, 김원호, 김정갑, 육완방, 정재록. 1998a. 추파용 호밀에 대한 액상분뇨 시비 연구. I. 생육특성 및 사초수량에 미치는 영향. 한초지. 18(3): 235-242.

신동은, 김동암, 신재순, 송관철, 이종경, 윤세형, 김원호, 김정갑. 1998 b. 추파용 호밀에 대한 액상분뇨 시비 연구. II. 무기물 함량, N 생산성 및 토양환경에 미치는 영향. 한초지 18(3):243-250.

신동은, 김동암, 최기준, 김원호. 1999. 액상분뇨의 종류 및 N 시용량이 연맥의 사초수량과 품질에 미치는 영향. 한초지 19(2):121-126.

신재순, 임영철, 이혁호, 진현주, 김정갑. 1996. 무기태인산과 톱밥발효 가축분 시용수준이 Alfalfa 단파초지의 토양변화와 생산성에 미치는 영향. 한초지 16: 133-138.

원향연, 권장식, 서장선, 최우영. 1999. 돈분퇴비의 시용이 배추 재배지 토양의 미생물상 및 화학성에 미치는 영향. 한토비지. 32(1) : 76-83.

오성훈. 1982. 제주도 화산회토양 경지의 토양미생물 Biomass C에 관하여. 제주대학교 대학원 석사학위 논문.

유인수. 1987. 다수확재배를 위한 밭토양 관리와 시비. 가리연구회. 125- 129.

유인수, 윤정희, 김인탁. 1978. 화산회토양에서의 인산시용량과 시비법 및 규회석의 효과. 한토비지. 11(1): 25-30.

육완방, 최기준, 안승현, 이종갑. 1999. 액상발효우분의 시용시기와 시용량이 호밀 경작지 토양의 NO₃⁻ 함량에 미치는 영향. 한초지. 19(2): 141-146.

이종기, 이근상. 1975. 제주도 초지개발에 있어서 토양학적 문제점. 한토비지. 8(3): 153-160.

임한철, 이신찬, 유장걸. 1988. 화산회토에서 인산시용량에 따른 인산행동에 관한 시험. 제주농촌진흥원보고: 289-298.

토양미생물연구회. 1982. 토양미생물 실험법(신고). 양현당.

정연규, 이인덕, 이종열. 1976. 신개간지에서 석회 및 인산시용이 orchardgrass의 초기생육, 수량, 영양성분 및 토양의 화학적 성질에 미치는 효과. 건국대학교 대학원 석사학위 논문.

정이근, 박경배, 정광용, 박우균, 박홍재, 허준. 1995. 가축분뇨시용시 토양환경에 미치는 영향. 농과원보고서, 별권.:401-431.

제주도. 1998. 민선2기 공약실천을 위한 축산업 진흥계획. 제주도

홍지영, 박금주, 전병태, 홍성철. 1999. 3. 고품퇴비화 처리시스템. 축산폐기물 자원화. 도서출판 동화기술. 47-68.

石井和, 夫近藤照. 1978. 混播草地に對する 液狀厩肥の 施用技術 : 家畜排泄物の 處理利用技術の 開發. 6 : 313-320.

감사의 글

본 논문이 완성되기까지 정성을 다해 지도해주신 김문철 교수님께 진심으로 감사드립니다. 더불어 논문심사 과정에서 여러 가지 지도 조언을 해주신 강태숙 교수님, 김규일 교수님께 감사드립니다. 그리고 재학기간 동안 격려와 용기를 준 여러 교수님과 대학원생 여러분들과 어려운 여건에서도 끝까지 전 과정을 마칠수 있게 배려해 주신 제주관광산업고등학교 현경삼 교장 선생님, 장남수 교감 선생님을 비롯한 여러 선생님들께도 깊은 감사드립니다. 그동안 어려운 여건에서도 졸업을 할 수 있도록 내조를 해준 아내 현순자, 서울에서 공부하면서 아버지에게 용기를 준 든든한 아들 형우, 그리고 결혼해서 잘살고 있는 두딸 연심, 형심과 사위 김시범, 고용대, 귀엽게 잘 크고 있는 사랑하는 손녀 혜원에게 이 자랑스러움과 영광을 바치면서 남은 교직 생활을 항상 배우고 연구하며 고마움을 마음속 깊이 간직하여 열심히 살아가겠습니다.