1995 년도

최종 보고서

질소시비수준 및 예취시기에 따른 이탈리안 라이그라스 및 수단그라스계 잡종의 질산염 축적에 관한 연구

The nitrate accumulation in Italian ryegrass and sorghum sudangrass hybrids varing with the level of nitrogen fertilization

이 리 농 공 전 문 대 학

농 림 수 산 부

최종 연구보고서

1995년도 농림수산특정연구사업에 의하여 완료한 '질소시비수준 및 예취시기에 따른 이탈리안 라이그라스 및 수단그라스계 잡종의 질산염 축적에 관한 연구'의 최종 보고서를 별첨과 같이 제출합니다.

첨 부 : 1. 최종 보고서 7부

1995. 12. .

주관 연구 기관 : 이리농공전문대학

총괄연구책임자 : 윤 창

주관연구기관장 : 이리농공전문대학장 직인

농 림 수 산 부 장 관 귀하

제 출 문

농림수산부 장관 귀하

본 보고서를 “질소 시비수준 및 예취시기에 따른 이탈리안 라이그라스 및 수단그라스계 잡종의 질산염축적에 관한 연구” 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

1995. 12. .

주관연구기관명 : 이리농공전문대학
총괄연구책임자 : 윤 창
협동연구기관명 : 전북가축위생시험소익산지소
협동연구책임자 : 양 홍 지
협동연구기관명 : 낙농경영(익산시 정적동)
협동연구 책임자 : 진 교 천

요 약 문

Ⅰ. 제목

질소시비수준 및 예취시기에 따른 이탈리안 라이그라스 및 수단그라스계 잡종의 질산염 축적에 관한 연구

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 중요성

질산염(NO_3^-)이란 산화된 형태의 질소화합물로서 식물은 거의 대부분의 질소성분을 NO_3^-형태로 흡수하고 흡수된 질산염은 몇 단계 과정을 거쳐 아미노산과 단백질로 동화된다. 그러나 흡수된 질산염이 동화반응을 초과할때는 식물체에 다량의 질산염이 축적되고, 소나 양같은 반추동물이 질산염 함량이 높은 풀사료를 섭취했을때 질산염 중독 발생 가능성이 있다.

치사량이하의 수준에 있어서도 임신가축의 유산, 성장지연, 유생산량 감소등으로 경제적 손실을 초래하므로 사육자가 본인이 재배하고 있는 풀사료의 질산염 함량에 대한 정확한 지식을 갖는다는 것은 매우 중요한 일이다.

반추가축의(대부분 젖소) 질산염 중독에 관한 연구와 보고는 외국에서는 비교적 많이 되어있으나 우리나라에서도 몇번의 발생사례가 있었다. 그러나 질산염 중독은 급성인 경우에 치사에 이르지 않으면 그 경과가 매우 빨라서 단시간내(10여시간)에 회복되므로 사육자가 미처 느끼지 못하고 지나친 경우도 많았으리라 생각된다.

현재 우리나라에서 재배되고 있는 사료작물중 수단그라스계 잡종과 이탈

리안라이그라스는 질소시비량의 증가에 따른 增收가 뚜렷하고 양호하여 그 재배가 안정화되어 가고 있다.

그러나 질소시비량의 증가는 식물체내 질산염 함량의 증가에 직접적인 영향을 미치므로 사료작물을 재배할 때의 질소시비 수준은 식물체의 질산염 함량이 질산염 중독 수준이하 이고 乾物收量이 크게 차이가 나지 않는 범위내라야 하며, 사초의 급여시기는 가급적 질산염 함량이 낮은 시기를 택해야 한다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 최근 보편화되고 있는 화본과 사료작물의 다수확을 위한 질소비료의 다용이 질소비료 증수효과가 뚜렷한 이탈리안라이그라스 (Ttraflorum)와 수단그라스계 잡종 (Xtragraze II, Civa 1990)의 질산염 함량에 미치는 영향을 究明하여 반추가축의 질산염중독 발생가능성과 적정 질소시비수준을 조사하기 위하여 1994년 10월부터 1995년 9월까지 이리농공전문대학 동물사육장 시험포에서 1년간 시험하였다. 이탈리안라이그라스의 시비수준은 ha당 질소 100, 200, 400 및 600kg, 수단그라스계 잡종은 200, 400 및 600kg 으로 하였고 인산과 칼리비료는 공시초종 모두 200kg씩 시용하였다.

본 시험에서의 조사항목은 다음과 같다.

1) 질소시비수준 및 생육시기가 이탈리안 라이그라스 및 수단그라스계 잡종의 질산염 축적에 미치는 영향 구명

① 예취시기에 따른 질산염 함량 및 乾物收量

② 降雨에 의한 질산염 함량

③ 1일중 질산염 함량의 변화

④ 질산염 중독으로부터 안전한 질소시비수준 제시

⑤ 수단그라스계 잡종 2품종간 질산염 함량

Ⅳ. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

현재 우리나라 양축농가에서 젖소의 조사료원으로 널리 재배 이용하고 있는 이타리안라이그라스와 수단그라스계 잡종은 질소비료량의 증가에 대한 생산량의 증가가 뚜렷하므로 양축가는 별 우려없이 질소시비량을 증가시킬수 있다. 그리고 환경문제와 결부하여 가축분뇨의 처리중 가장 일반적인 방법인 생분 및 퇴비의 다량살포로 토양내 질소성분이 현저히 증가 할 수 있으며 이곳에서 재배되는 사료작물에는 질산염 중독 위험수준 혹은 그 이상의 질산염이 축적될 수 있다.

따라서 본 연구의 결과 합리적인 질소시비수준 및 이용시기등을 양축가들이 이해함으로써 경제적인 손실을 미연에 방지할 수 있다고 본다.

Summary

Field experiment with 100, 200, 400 and 600kg · N/ha/year application levels was carried out to study on the nitrate nitrogen accumulation in the Italian ryegrass and sorghum sudangrass hybrids at Iri agricultural and technical college farm from 1994 to 1995.

The results obtained are summarized as fallows;

1. The nitrate nitrogen contents of the Italian ryegrass and sorghum sudangrass hybrids were increased by nitrogen application and decreased as plant matured, then the accumulation of nitrate nitrogen started from 200kg application, and exceeded the safe level of ruminants at the level of 400kg application during the growing period.

2. In the Italian ryegrass, nitrate nitrogen content of the first cut was appeared the same trend as comparing with that of second cut.

3. In the sorghum sudangrass hybrids, the nitrate nitrogen content of Xtragraze Ⅱ exceeded the safe level of rumimants at the level of 400kg application, and decreased at the low level in the later stage of growth, but that in Civa 1990 was almost kept constantly at the same level.

4. In the sorghum sudangrass hybrids, nitrate nitrogen accumulation of Civa 1990 had a greater tendency than that of Xtragraze Ⅱ.

5. In the early stage of growth, nitrate nitrogen contents of Italian ryegrass and sorghum sudangrass were increased by rainfall during the

dry season, but these contents are almost kept constantly at the low level in the later stage of growth.

6. In the Italian ryegrass and sorghum sudangrass hybrids, accumlation of nitrate nitrogen in the morning had a greater tendency the afternoon.

7. A sum exeeding 200kg・N do not nesessarily result in increase nitrate nitrogen in both the Italian ryegrass and the sorghum sudangrass hybrids.

8. It is suggested that 400kg application may results in toxic levels of nitrate nitrogen in the early stage of growth, and special attention must be given in feeding them.

CONTENTS

목 차

Ⅰ. 서 론

窒酸鹽(NO_3^-)이란 산화된 형태의 질소화합물로서 식물은 거의 대부분의 질소성분을 NO_3^-형태로 흡수하고 흡수된 질산염은 몇 단계 과정을 거쳐 아미노산과 단백질로 동화된다. 그러나 흡수된 질산염이 동화반응을 초과할 때는 식물체에 다량의 질산염이 축적될 수 있고, 소나 양같은 반추동물이 질산염 함량이 높은 풀 사료를 섭취했을 때 질산염 중독이 발생할 가능성이 있다는 것은 오래 전부터 알려져 오고 있다(Bradley등,1940; Green 등,1954;上坂과 宮崎,1963; Wright와 Davison,1964).

치사량이하의 수준에 있어서도 임신가축의 流産(Case,1957; Simon 등,1959; Sund등,1957), 성장지연(Hale등,1961; Weichenthal등, 1963), 乳生産量 감소(Morris 등,1958;Muhrer 등, 1956;Stewart 와 Merilan,1958), 비타민 A결핍(Case,1957)등으로 경제적 손실을 초래하므로 사육자가 본인이 재배하고 있는 풀 사료의 질산염 함량에 대한 정확한 지식을 갖는다는 것은 매우 중요한 일이다.

질산염에 의한 반추동물의 치사량에 대해서는 지금까지 많은 연구보고가 있었으나 급여한 사료의 종류(사료 속의 단백질과 탄수화물의 함량), 섭취속도, 개체별 내성의 차이 등으로 상당한 차이를 보이고 있으므로 (Winter, 1962; Miyazaki와 Umezawa,1968; Miyazaki,1969; Miyazaki 등,1974) 질산염 중독에 이르는 풀 사료 속의 질산염 함량을 명확히 제시한다는 것은 거의 불가능한 일이다. 그러나 1940년 Bradley등은 젖소가 질산염 중독을 일으키는 최저 한계량으로 풍건물중 1.5%(KNO_3),질산태질소로 0.2078%를 제시하였는데, 이 수치는 다른 연구자들(Kingsbury 1964: Ryan 등,1972: Doughty 와 Warder,1942: Gilbert 등 1946)이 제시한 것과 거의 비슷한 수준이다. 물론 이 수치는 젖소가 영양원의 대부분을 풀사료에서 얻을 경우를 말한 것이다.

반추가축(대부분 젖소)의 질산염 중독에 관한 연구와 보고는 외국에서는 비교적 많이 되어 있으나, 우리나라에서는 몇번의 발생 사례(이, 1978; 김, 1987)와 함께 앞으로도 발생 가능성이 매우 높다고 본다. 지금까지 보고된 사료작물내의 질산염 축적에 관한 문헌을 보면, 질산염 중독의 문제는 특정지역에서 빈발한 것으로 볼때 사료 작물내 질산염 함량은 환경과 밀접한 관련이 있으므로 재배법의 검토에 따라서는 질산염 함량을 낮게하는 재배법이 가능함을 암시하는 것으로 보인다.

飼料作物의 질산염 축적에 관한 연구보고(Hangeman와 Flesher,1960; Nowakowski,1961 ; 室加와 木島,1962; Wright와 Treatman,1962; Wright와 Davison,1964; 本山과 久保,1964)에 의하면 질산염이 이상적으로 축적되는 것은 사료작물의 종류, 토양내의 室素濃度와 그 형태,질산염 흡수에 적합한 토양의 조건, 乾燥 또는 일조시간 부족등에 따라서 다를 수 있으며, 本 中毒症의 발생이 증가하는 원인으로는 多收穫을 목적으로 한 窒素肥料의 多量施用과 除草劑의 사용증가로 사료작물내에 질산염이 다량으로 含有케 되는 데 있다고 한다. 一般的으로 牧草나 사료작물의 질산염 함량은 生育이 전행됨에 따라 감소하는데, 이러한 경향은 禾本科 牧草나 靑刈 飼料作物에서 주로 인정되었다(Uesaka와 Miyazaki,1965; Miyazaki 등,1967). 草種,系統間 질산염 함량의 차이는 동일한 재배조건에서 비교해도 刈取時期에 따라 큰 변화가 있는데(Uesaka와 Miyazaki,1965; Miyazaki등, 1967b), 草種에 있어서 Miyazaki등(1967a)이 日本 農林省 산하 연구기관 28個所에서 1963년 부터 1965년에 걸쳐 適期에 刈取한 禾本科 및 豆科牧草 164점의 질산염 함량을 조사한 결과에 의하면, 일반적으로 화본과목초가 두과목초에 비해 질산염 함량이 높았으며 그 범위는 乾物中 질산태질소로 각각 0.003 - 0.569%,0.025 - 0.499% 였는데, 이들 목초의 약 1割이 Bradley등(1940)이 제시한 中毒量 이상의 질산염을 함유하고 있었으며, 그 대부분은 Italian

ryegrass라고 했다. 그리고 日本에서 질산염 中毒時에 보고된 祖飼料의 질산염 함량은 Italian ryegrass가 0.226%,靑刈 옥수수는 0.356%로 보고했다(絲井등,1968).

施肥量에 대한 반응도 草種에 따라 차이가 있는데, 江原등(1960)은 Italian ryegrass는 施肥量 이 적을때는 다른 화본과 목초에 비해 질산염 축적이 적지만, 多肥裁培된 경우에는 반대로 현저히 증가한다고 했다. 또한 同一草種에서도 系統에 따라 질산염 축적에 차이가 있는 경우는 질산염 환원효소 활성의 차이로 알려져 있으며, 질산염이 식물에 흡수되면 주로 뿌리에서 환원되고 그 후에는 葉에서 환원되는데, 莖에서의 환원작용은 별로 크지 않기 때문에 莖은 葉에 비해 질산염을 다량 축적하고 있는 것이 많다(Hageman과 Flesher,1960).

氣象條件도 牧草나 飼料作物의 질산염 함량에 영향을 미치는데, 오랜 건조 후 降雨에 의해 식물은 일시에 질산염을 흡수하여 식물체에 고농도의 질산염이 축적될 수 있으며 이러한 식물을 採食한 소에서 질산염 중독이 발생되기 쉽다는 것은 오래전 부터 잘 알려진 사실이다.

또한 植物體內의 질산염 同化는 光合成과 밀접한 관련이 있어 맑은날 刈取된 것은 흐린날 예취된 것보다 질산염 함량이 적고, 식물이 密植되면 葉과 葉이 중첩되어 遮光現象이 생겨 植物體의 질산염 함량이 높아진다(Crawford등,1961; Cantliffe,1973).

窒素施肥에 따라서도 질산염 함량은 차이가 있는데, 窒素施肥量이 많아지면 토양중의 질산염 농도가 증가하여 결과적으로 植物이 흡수하는 量이 많아지게 되고(Doughty와 Warder,1942; Carey등,1952; Crawford등,1961; 吉野,1967), 그 영향은 어린 식물에서 현저하다(Uesaka와 Miyazaki;1965). 특히 화본과 사료작물에 있어서 질소비료 多用에 의한 多收裁培法은 직접적으로 飼料作物內 질산염 함량의 증가를 초래하는 요인이 된다(Barker

등,1971; Brown과 Smith,1966; Miyazaki,1977; Wolft와Wasserman,1972). 이외에도 목초나 사료작물의 질산염 함량에 영향을 주는 요인은 窒素肥料의 形態, 토양중의 P, Mo 특히 窒酸 및 亞窒酸 還元酵素 金屬成分인 Mn, Mo, Fe 등이 결핍될 경우 植物體에서도 결핍현상이 일어나 결국 질산염 환원은 지연된다(Crawford등, 1961; Butler와 Bailey,1973).

현재 우리나라에서 재배되고 있는 화본과 사료작물의 실태를 보면, 수단그라스계잡종(수수×수단그라스교잡종)은 여름철 조사료 생산에 있어서 중요한 작물로 자리를 굳히고 있으며, 가을부터 봄사이에 재배되는 남부지방에서의 이탈리안라이그라스도 그 재배가 안정화 되어가고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 최근 보편화되고 있는 화본과 사료작물의 다수확을 위한 질소비료의 多用이 질소비료 增收효과가 뚜렷한 이탈리안라이그라스 및 수단그라스계잡종의 질산염 함량에 비치는 영향을 구명하여 반추가축의 질산염 중독 발생 가능성과 적정 질소비료 시용수준을 조사하는 것이 본 연구의 목적이다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 시험기간 및 장소

본 시험은 1994년 10월부터 1년간 이리농공전문대학 동물사육장 시험포장 및 사양학실험실에서 수행하였다.

2. 공시초종 및 품종

본 시험에서 공시된 초종은 표 1에서 보는 바와 같이 가을에 파종하는 이탈리안라이그라스 1종(시험 1)과 봄에 파종하는 수단그라스계 잡종 2종(시험 2)으로 총 3종 이었다.

Table 1. Spercies, variety and treatment of the experimental forage

Spercies	Variety	Level of N	Replication
Italian ryegrass	Tetraflorum	4	3
Sorghum sudangrass hybrid	XtragrazeⅡ	3	3
	Civa 1990	3	3

3. 시험설계

이탈리안라이그라스(시험 1)의 질소시비수준은 4처리로 하였고 수단그라스계 잡종(시험 2)은 2품종을 공시하여 질소시비수준을 3처리로 하였으며, 시험구의 크기는 2×2.5m(이탈리안라이그라스)와 2.4×4.15m(수단그라스계 잡종)로 하여 난괴법 3반복으로 배치하였다.

4. 작물재배

본시험에서 ha당 파종량은 이탈리안라이그라스(시험 1)는 30kg 그리고 수단그라스계 잡종(시험 2)은 휴폭 50cm, 주간간격 10cm로 2粒 점파하여 파종후 생육이 5葉期에 달했을때 상태가 나쁜 1주를 제거하였다.

이탈리안라이그라스의 ha당 施肥量은 1994년 10월 20일 파종시 인산과

칼리는 용과린과 염화칼리를 각각 성분량으로 200kg, 퇴비를 10,000kg 施用하였다. 질소비료는 요소를 질소성분량으로 각각 20, 40, 80 및 160kg을 施用하는 4개수준으로 하였고, 월동후 3월 5일, 그리고 예취후 追肥로 요소를 分施하여 年間 질소 성분량이 총 100, 200, 400 및 600kg 수준이 되도록 하였다.

수단그라스계 잡종의 ha당 시비량은 1995년 6월 20일 파종시 용과린과 염화칼리를 각각 성분량 200kg, 퇴비를 10,000kg주었으며, 질소비료는 요소를 질소성분량으로 각각 80, 160 및 240kg을 施用하는 3개 수준으로 시용하였고 나머지 60%는 매 예취후 균등 분할 施肥하여 년간 질소성분량이 총 200, 400, 600kg수준이 되도록 하였다.

시험포장의 시험전 토양성분 분석결과는 표2와 같으며 산도교정을 위하여 파종 10일전에 1,000kg/ha 수준의 농용석회를 시용하여 作土層과 혼합하였다.

Table 2. Chemical soil properties of the experimental field

pH (1/5H2O)	OM (%)	Total N2 (%)	P2O5 (ppm)	Exch.(me/100g) K	Ca	Mg	CEC (me/100g)
5.5	2.80	0.21	28.7	1.12	4.20	1.05	13.0

시험초종인 이탈리안라이그라스와 수단그라스계 잡종의 파종 및 수확일은 표3에서 보는 바와 같다.

Table 3. Seeding and harvest date of the experimental forage

Italian ryegrass			Sorghum sudangrass hybrid		
Seeding	1st cut	2nd cut	Seeding	1st cut	2nd cut
Oct.20,'94	May 5,'94	Jun 23,'95	Jun.20,'95	Aug.10,'95	Sep.22,'95

5. 시료채취 및 분석

이탈리안라이그라스(시험 1) 1번초는 `95년 4월 28일부터, 2번초는 6월 8일부터 출수이후까지 그리고 수단그라스계 잡종(시험 2) 1번초는 `95년 7월 12일부터, 2번초는 8월 31일부터 출수이후까지 약 1주일 간격으로 시료채취 당일 13:00경에 시험구별로 채취하였다.

各 草種의 草長은 시료채취당일 측정한 것으로 각 반복당 무작위로 3주씩 측정 조사하였다. 試料는 시험구당 300-500g 채취하여 순환식 열풍건조오븐에서 80℃로 30分,그리고 65℃로 72시간이상 건조하여 건물률을 얻었고 이를 기초로하여 ha당 사초의 건물수량을 계산했다. 건조된 시료는 Wiley mill의 1mm screen으로 분쇄하여 全窒素 및 窒酸態 窒素 함량 분석에 사용하였다.

총 질소함량은 AOAC法(1980)에 의해 BΩCHI 343 Kjeltec autometic system으로, 질산태질소함량은 Ion chromatograph(Dionex, DX-300)로 분석하였다.

6.통계처리

통계처리는 SPSS/PC+ package program을 이용하여 분석하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

시험 Ⅰ. 질소시비수준 및 생육시기가 Italian ryegrass의 질산염 축적에 미치는 영향

1. 1번초의 생육 및 질소성분의 변화

가. 초장 및 건물수량

Italian ryegrass 1번초의 질소시비수준 및 생육시기 따른 초장 및 건물중은 표 4와 같다. 질소 施肥水準에 따른 초장은 전생육기간동안 질소 100kg 수준에 비해서 200, 400 및 600kg 수준에서 더 큰 경향이었으나, 200, 400 및 600kg 수준간에는 일정한 경향이 나타나지 않았다.

건물수량은 ha당 질소 200kg구가 6,990kg으로 가장 높았고 400kg과 600kg구에서는 각각 6,650, 6,720kg으로 비슷한 수준이었으며 100kg구는 6,280kg으로 가장 낮은 수준을 나타냈으나 전체적으로 유의적인 차이는 없었다.

Wilman(1965)은 이탈리안 라이그라스의 active growth 시기에서 기비의 140kg N/ha수준까지 건물수량은 직선적으로 증가했다고 하였고, Mortensen등(1964), 윤과 이(1981)가 오차드그라스로 행한 시험에서도 년 3회 예취시 224kg·N 수준까지는 수량이 증가하다가 그 이상에서는 감소하였다고 하였다. 시비수준에 대한 수량반응은 어느 수준까지는 수량의 증가를 나타내지만 그 이상의 수준에서는 오히려 감소하여 건물생산을 위한 질소이용효율은 저하되는 것이 일반적 경향이다 (Wilman, 1965; Raid와 Castle, 1965; Hunt 등, 1975; Reid, 1978; Lee, 1982).

본 시험에 있어서도 질소시비수준에 따른 건물수량은 현저한 차이는 없었으나 200kg까지는 증가하는 경향을 보였고 그 이상수준에서는 오히려 감소하여 지금까지의 보고와 비슷한 경향을 나타냈다.

Table 4. Change in plant height and dry matter yield of Italian ryegrass in the 1st growth period

Level of N (Kg/ha)	Plant height(cm) 4/28	5/5	5/11	5/12	5/21	5/26	DM yield (kg/ha)
100	43	57	68	79	82	86	6,280a
200	55	73	78	85	94	100	6,990a
400	52	62	75	97	96	98	6,650a
600	47	63	72	86	90	98	6,720a

나. 질소 및 질산태질소함량

Italian ryegrass 1번초의 질소시비수준 및 생육시기에 따른 전질소 및 질산태질소의 함량, 그리고 질산태질소의 전질소에 대한 비율은 표 5와 같다.

Table 5. Total nitrogen and nitrate nitrogen content in the 1st growth period

Items	Level of N (Kg/ha	Cutting date 4/28	5/5	5/11	5/12	5/21	5/26	Mean
Total-N (%/DM)	100	3.30c	2.56b	2.37c	2.50c	2.55d	2.07d	2.56b
	200	3.83b	3.71a	3.57b	3.73b	3.17c	2.56c	3.43a
	400	4.26a	3.89a	4.46a	4.05a	3.56b	2.87b	3.85a
	600	3.91b	3.62a	4.37a	4.18a	3.96a	3.40a	3.91a
NO3-N (%/DM)	100	0.104c	0.072c	0.050d	0.056d	0.059d	0.070d	0.069c
	200	0.319b	0.269b	0.230c	0.215c	0.117c	0.102c	0.209b
	400	0.374a	0.340a	0.401a	0.455a	0.316a	0.228b	0.352a
	600	0.326b	0.321a	0.355b	0.446a	0.301b	0.268a	0.336a
NO3-N/ Total-N (%)	100	3.15c	2.81c	2.11d	2.24d	2.31d	3.38b	2.67c
	200	8.33b	6.92b	6.44c	5.76c	3.69c	3.98b	5.85b
	400	8.78a	8.74a	8.99a	11.23a	8.88a	7.94a	9.09a
	600	8.34b	8.87a	8.12b	10.67b	7.60b	7.88a	8.89a

(1) 전질소 함량

이탈리안 라이그라스 1번초의 전질소 함량은 질소시비수준의 증가에 따

라 증가하는 경향이었는데 특히 질소 100kg구는 200, 400 및 600kg 보다 낮았다. 전체 평균간의 전질소 함량은 질소시비 수준별로 각각 2.56, 3.43, 3.85 및 3.91%로 질소비료 증시에 따라 약간씩 증가하는 경향이나 질소 200kg구이상에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 생육시기별로 전질소함량을 보면 영양생장기에서 신장기초(5월5일)까지는 200kg이상수준에서 처리수준간에 차이가 크지 않았으나 출수기 (5월 21일)이후에는 질소시비 수준간에 뚜렷한 차이가 있었다. Noller와 Rhykerd(1974)에 의하면 飼草의 전질소함량은 질소비료의 증시에 따라 증가하여 무질소처리에서 1,120kg N/ha 수준까지 높혔을때 1.68%에서 4.45%까지 증가하였다고 했다.

본 시험에서의 전질소 함량은 질소비료의 증시에 따라 400kg수준까지는 유의적으로 높아졌으나 그 이상에서는 유의적인 차이가 없는 것으로 보아, 질소비료의 증시에 따른 사초내 전질소함량의 증가는 400kg 범위내에서 변화가 심한 것으로 보인다.

(2)질산태질소 함량

이탈리안 라이그라스의 질산태질소 함량은 질소시비 수준의 증가에 따라 증가하는 경향이었는데, 질소시비 수준에 따른 전 생육기간의 평균 함량을 보면 각각 0.069, 0.209, 0.352 및 0.336%로 질소 300kg 수준까지는 유의적인 차이를 보이고 있으나 그 이상 수준에서는 차이가 없었다. 그런데 이탈리안 라이그라스의 질산태질소 함량은 200kg 수준 이상에서는 급격히 증가하였다. 따라서 200kg구에서는 영양생장기에서 신장기초(5월5일)까지, 그리고 400kg구 이상에서는 전 생육기간 동안 Bradley등(1940)이 제시한 중독위험치(0.2% NO_3-N)를 초과하고 있었다.

생육시기별 질산태질소함량은 신장기에 비교적 높고 출수기(5월 21일) 이후에는 감소하는 경향이었지만, 400kg 수준 이상에서는 출수기 이후에도

중독위험수준 이상을 보였는데, 이러한 경향은 禾本科 牧草나 靑刈 사료작물에서 주로 인정되었다(Uesaka 와 Miyazaki,1965;Miyazaki 등 ,1967). 施肥量에 대한 반응은 草種에 따라 차이가 있는데, 江原등(1966)은 이탈리안 라이그라스는 시비량이 적을때는 다른 화본과 목초에 비해 질산염축적량이 많지 않지만, 多肥栽培된 경우에는 반대로 현저히 증가한다고 했다. 본 시험에서 전시험구 공히 사초내 질산태질소 함량이 높게 나타난 것은 시험전 퇴비시용의 영향(허,1992), 氣象,土壤的 조건(吉野,1973, Framk와 Pesek,1973) 등에 따라 많은 차이가 있을 수 있으나, 가장 큰 요인은 질소비료 多用에 의한 것으로 이탈리안 라이그라스 재배시 년간 ha당 200kg이상의 질소시용은 질산염 중독 위험수준 이상까지 질산염을 축적시킬 수 있고, 본 시험조건에 있어서 이탈리안 라이그라스(Tetraflorum)의 질산염 동화능력의 한계는 400kg수준으로 보인다. 이상의 결과는 윤 과 이 (1981)가 orchardgrass(potomac)로 행한 시험의 결과와도 유사한 것인데 오차드그라스와 이탈리안라이그라스의 질소동화능력은 서로 비슷한 수준으로 보인다.

한편 日本에서 질산염중독시에 보고된 Italian ryegrass의 질산태질소함량은 乾物 當 0.226%이상 이라고 했는데(絲井등,1968),이에 비춰볼 때 본 시험에서의 400kg 수준이상에서의 질산태질소함량은 상당히 위험한 수준이라고 볼 수 있다.

따라서 질산염중독으로 부터 안전한 이탈리안라이그라스의 적정 질소비료 施肥水準은 년간 200kg이하가 적당하다고 사료된다.

(3) 전질소에 대한 질산태질소의 비율

전질소에 대한 질산태질소의 비율은 植物 의 窒素未同化率을 나타내는 지표이며 질산태질소의 전질소에 대한 비율은 질소시비수준이 증가함에 따라 증가하는 경향이었는데 전생육기간의 평균치를 보면 각각 2.67, 5.85,

9.09 및 8.89%로 질산태질소 함량의 변화와 비슷한 경향이었다.

생육시기별로 보면 질소 100 및 200kg구에서는 출수기(5월21일)전까지는 감소하고 그 이후 다시 증가하는 경향이었지만 400kg 이상수준에서는 신장기초까지는 감소하고 다시 증가한후 출수기 이후부터 다시 감소하는 경향이었다. 이와같은 생육후기의 증가현상은 질산태질소 함량의 증가에 의한것이 아니고 전질소함량의 저하에 의한것이라고 했으며(上坂과 宮崎,1963, 吉田과 佳山,1976a), 생육이 진전됨에 따라 전질소 및 질산태질소의 함량, 그리고 전질소에 대한 질산태질소의 비율이 저하하는 원인은 식물체 各部位의 相對的比率이 生長에 따라서 변동하는 것과 窒素化合物이외의 牧草構成成分,주로 탄수화물이 증가하기 때문이지만 그외에 培地로부터의 질산염 吸收力과 窒酸還元酵素의 誘導 및 活性이 식물의 age에 따라서도 변동하는 것이 원인이 된다고 했다(吉田과 佳山,1976).

본 시험의 결과에서 보면 질소 400kg 수준이상에 있어서는 출수기 이후에는 그 비율이 200kg 이하에 비해 상대적으로 높은 반면에 400kg구와 600kg구 사이에서는 거의 차이가 나지 않은 것으로 보아 이탈리안라이그라스의 질소동화능력의 한계수준은 400kg 정도로 보인다.

다. 강우와 질산태질소함량

Italian ryegrass 생육기간중 일조시간 및 강우량은 그림 1과 같다.
그림 1에서 보는 바와 같이 Italian ryegrass 1번초 생육기간중 5월 한달동안의 월 강우량은 47.5mm로 비교적 맑은날이 많았다.

질산태질소 함량과 시험기간동안의 기상상태를 보면, 5월 10일 강우(13.00㎜)전에는 가뭄이 계속되어 시험포장은 상당히 건조한 상태에 있었다. 5월 10일 강우후 사초내 질산태질소함량은 질소 100 및 200kg수준에서는 생육시기의 진전에 따라 점차 감소하는 일반적인 경향이었으나, 400kg 이상에서는 5월 11일과 12일이 강우전에 비해 매우 높은 수준을 보였다. 강우

후 1일째인 5월 11일의 400 및 600kg 수준에서 질산태질소 함량은 각각 0.401, 0.355%로 강우전인 5월 5일에 비해 각각 17.9, 10.6%, 그리고 2일째인 5월 12일에는 각각 0.445, 0.446%로 33.8 및 38.9% 증가한 것으로 나타났다.

한편 5월 13일과 14일 그리고 20일에도 강우가 있었는데, 5월 20일의 강우량은 30mm로 상당히 많은량 이었다. 5월 20일 강우이후 질산태질소함량을 보면 강우 후 1일째인 5월 21일은 질소시비수준별로 각각 0.059, 0.117, 0.316, 0.301%로 강우전후 큰 차이 없이 일반적인 감소현상을 나타내어 강우에 의한 영향이 별로 크지 않음을 알수 있었다.

따라서 본 시험의 결과와 같이 오랜 건조후 강우에 의해 식물은 일시에 질산염을 흡수하여 식물체에는 고농도의 질산염이 축적될 수 있지만 (Muhrer등.1955), 5월 20일의 강우이후에는 질산염 함량에 비교적 큰 영향을 미치지 않았는데 이러한 결과는 이 시기가 출수기(5월 21일)이고 토양내 질소함량이 상당히 고갈되었으며 토양수분이 장기간 충분하여 질산염 축적이 많지 않았기 때문(Hanway와 Englehorn,1958;Wruggt및 Davison.1964)으로 사료된다. 따라서 본 시험에 의하면 오랜 가뭄 후 일시적인 강우는 사초내 질산태질소 함량을 증가시키는 한 요인이 되므로 질소다비로 재배된 사료작물을 급여할 떠는, 강우후 2일째가 1일째 보다 더 높게 나타난 결과에 유의해야 할것으로 보인다.

2. 2번초의 생육 및 질소성분의 변화

가. 초장 및 건물수량

Italian ryegrass 2번초의 질소시비수준 및 생육시기에 따른 초장및 건물중은 표 6과 같다.

Table 6. Changes in plant height and dry matter yield of Italian ryegrass in the 2nd regrowth period

Level of N	Plant height(cm)						DM yield
(kg/ha)	6/8	6/16	6/19	6/20	6/21	6/23	(kg/ha)
100	43	75	77	80	80	82	6,920a
200	50	84	84	85	90	97	7,540a
400	52	85	88	90	92	97	7,240a
600	51	87	87	88	92	95	7,040a

질소시비수준에 따른 초장의 변화는 1번초(표 4)와 비슷한 경향으로 질소 100kg구에 비해 그 이상 수준에서 더 큰 경향이었으나, 200, 400 및 600kg 수준간에는 일정한 경향이 나타나지 않았다. Ha당 건물수량도 1번초와 비슷한 경향으로 200kg구에서 가장 많았으며 그 다음 400, 600,그리고 100kg구 순이었는데 유의적인 차이는 없었다. 시비수준에 대한 收量반응은 어느 수준까지는 수량의 증가를 나타내지만, 그 이상의 수준에서는 감소경향을 나타내어 건물생산을 위한 질소이용효율은 저하하는 것이 일반적 경향으로 알려져 있는데, Italian ryegrass 2번초도 1번초와 마찬가지로 수량증가를 나타내는 년간질소 시비한계량은 ha당 200kg수준으로 보인다.

나.질소 및 질산태질소 함량

Italian ryegrass 2번초의 질소시비수준 및 생육시기에 따른 全窒素, 窒酸態窒素및 全窒素에 대한 窒酸態窒素의 비율은 표7과 같다.

(1) 전질소 함량

이탈리안 라이그라스 2번초의 전질소함량은 1번초(표5)와 비슷한 경향으로 질소비료의 증가에 따라 증가하는 경향이었다. 시비수준에 따른 전생육기의 평균치를 보면 질소 100kg과 200kg구 사이에는 유의적인 차이가 이

었으나, 200kg구 이상에서는 각각 3.22, 3.55 및 3.45%로 거의 비슷한 수준이었다. 한편 생육시기별로 보면, 일반적으로 생육초기에는 높고 熱期가 진행될수록 감소하는 경향이었다.

Table 7. Total nitrogen and nitrate nitrogen content in the 2nd regrowth period

Items	Level of N (Kg/ha)	Cutting date 6/8	6/16	6/19	6/20	6/21	6/23	Mean
Total-N (%/DM)	100	2.94c	3.02a	2.56c	2.28b	2.17c	2.18c	2.53b
	200	4.37b	3.45b	3.21b	3.20a	2.75b	2.36c	3.22a
	400	4.70a	3.73a	3.25b	3.28a	3.02a	3.20a	3.55a
	600	4.64a	3.57ab	3.50a	3.18a	3.02a	2.80b	3.45a
NO3-N (%/DM)	100	0.072c	0.113c	0.070d	0.059c	0.062c	0.034c	0.068c
	200	0.321b	0.190b	0.237c	0.136b	0.107b	0.079b	0.178b
	400	0.457a	0.363a	0.371a	0.363a	0.302a	0.254a	0.352a
	600	0.481a	0.348a	0.353b	0.370a	0.297a	0.260a	0.352a
NO3-N/ Total-N (%)	100	2.45c	3.74c	2.73c	2.59c	2.86c	1.56c	2.66c
	200	7.35b	5.51b	7.38b	4.25b	3.89b	3.35b	5.29b
	400	9.72a	9.73a	11.42a	11.07a	10.00a	7.94a	9.98a
	600	10.37a	9.74a	10.09a	11.64a	9.83a	9.29a	10.16a

(2) 질산태질소 함량

이탈리안라이그라스 2번초의 질산태질소 함량은 질소시비 수준의 증가에 따라 증가하는 경향이었는데, 비료시용 수준별 전생육기의 평균함량은 0.068, 0.178, 0.352 및 0.352% 이었고 질소 400kg이상에서는 차이가 없는것으로 나타났다. 이러한 경향은 1번초의 질산태질소 함량의 변화 경향과 비슷하였다.

일번초의 질산태질소 함량(표 5)과 비교하면 200kg 이하에서는 1번초가 약간 높은 수준을 나타낸 반면, 400kg 이상에서는 2번초가 더 높은것으로 나타났으나 큰 차이는 없었다. 따라서 400kg 이상에서는 전생육기간동안

높은 수준의 질산 태질소를 함유하고 있음으로 급여할때는 특히 주의를 요하는 것으로 보인다. 식물체의 질산태질소함량은 생육초기에는 숙기가 진행될수록 감소하는 것이 일반적인 경향(Murphy 와 Smith, 1967)이지만, 본 시험의 400kg이상의 多肥水準에서는 출수기(6월20일) 이후에도 Bradley등(1940) 과 絲井등(1968)이 제시한 질산염 중독위험수준을 상회하고 있었다.

따라서 본 시험결과에 의하면 년간 ha당 질소 400kg 이상을 시용한 多肥栽培時에는 출수기 이후에도 상당히 높은수준의 질산태질소함량을 보이므로 생육중인 飼草를 가축에게 급여할 때는 생육환경, 생육시기등을 고려하여 가축요구량의 전량을 일시에 급여하는 것은 피하고 농후사료나 질산염 함량이 낮은 조사료와 함께 급여하는 것이 좋을 것으로 보인다. 그리고 본 시험의 결과를 보면 질소비료 수준이 200kg 이상이 되면 식물체 질소동화능력의 한계에 이르러, 收量의 변동없이 이탈리안라이그라그의 질산태질소 햐량만 증가시켜 사초의 품질을 저하시키는 결과를 초래하므로 안정적인 질소비료시용수준은 년간 200kg/ha정도가 적당하다고 사료된다.

(3) 전질소에 대한 질산태질소의 비율

이탈리안 라이그라스 2번초의 전질소에 대한 질산태질소의 비율은 전질소 및 질산태질소의 질소반응과 마찬가지로 질소시비 수준의 증가에 따라 증가하여 그 경향은 1번초(표5)와 비슷하였다. 질소시비 수준별로 전생육기의 평균치를 보면 2.66, 5.29, 9.98 및 10.16%로 1번초와 마찬가지로 400과 600kg 시비에서는 차이가 없고 400kg 이하 수준에서는 차이가 있었다. 그런데 1번초의 경우는 출수기 이후 다시 증가하는 경향인 반면, 2번초는 생육시기 전기간동안 계속 감소하는 경향을 보였는데 이것은 1번초에 비해 2번초가 생육기간이 더 짧은데에 연유한 것으로 보인다.

다. 日中 질산태질소함량 변화

1995년 6월 16일 일출후부터 일몰전까지 3-4시간 간격으로 채취한 Italian rgegrass 2번초의 질소시비수준에 따른 질산염함량을 살펴보면 표 8과 같다.

Table 8. Effect of rate of nitrogen fertization on nitrate nitrogen content in day

Item	Level of N (kg/ha)	Harveat time (hour : minute)				
		05:30	09:00	12:00	15:00	19:00
NO3-N (%/DM)	100	0.142a	0.127ab	0.113bc	0.098c	0.124b
	200	0.208a	0.194b	0.190b	0.193b	0.186b
	400	0.318b	0.359a	0.363a	0.306b	0.303b
	600	0.355a	0.288a	0.348a	0.322b	0.313b

하루중 시간대에 따른 사초내 질산태질소함량은 오전보다는 오후가 비교적 더 낮은 경향을 보였다. 일출후(05:30)와 일몰전(19:00)을 비교하면 질소 100kg 수준에서는 0.142%에서 0.124%로, 200kg 수준에서는 0.208에서 0.186%로,400kg 수준에서는 0.318%에서 0.303%로 600kg 수준에서는 0.355%에서 0.313%로 감소하여 각 수준 공히 유의차가 인정되었다. 식물체의 질산염 동화능력은 광합성과 밀접한 관련이 있어 맑은날 예취된 식물은 흐린날 예취된 것보다 질산염 함량이 적고, 식물이 밀식되어 葉과 葉이 중첩되면 차광현상이 생겨 식물체의 질산염함량이 많아진다고 한다 (Gilbert 등 1946 : Cantliffe. 1973 : Whitehead. 1956 : Crawford. 1961). 그러나 식물체내의 질산염 함량은 여러가지 환경요인에 의해 차이가 있으므르 그날의 광합성 정도만을 고려해서 해석하는 것은 무리가 있는것으로 보이지만, 본 시험의 결과 오후가 오전보다 더 낮은 함량을 보이고 있으며, 특히 아침 이른시간에는 높은 수준을 나타내고 있는데 이는 光 뿐만아니라 낮은 기온(손, 1985)에 의한 영향도 있는 것으로 보인다. 따라서, 窒素多肥栽培에 의

한 질산염함량이 많을 것으로 예상되는 사초를 가축에 급여하거나 방목할 때는 너무 이른시간대는 가급적 피하는것이 좋을것으로 보이므로 이에 대한 상세한 연구가 더 필요하다고 사료된다.

시험 Ⅱ. 질소시비수준 및 생육시기가 수단그라스계 잡종의 질산염 축적에 미치는 영향

1. 1번초의 생육 및 질소성분의 변화

가. 초장 및 건물수량

(1) Xtragraze Ⅱ

시험 기간중 수단그라스계 잡종 1번초의 질소시비수준 및 생육시기에 따른 草長 및 乾物重의 변화를 보면 표 9와 같다. 질소비료 시용수준에 따른 草長의 변화는 생육중기(7월 17일)까지는 200kg 구에 비해 400kg이상구에서 더 높은 경향이었지만, 생육말기(7월 29일) 및 출수기(8월4일)이후에는 반대의 현상이 나타났는데 窒素肥料 多量施用은 초기생육은 향상되지만 생육말기부터는 오히려 둔화되는 것으로 보인다. 전 생육기의 평균치로 비교하면 질소시비수준의 증가에 따라 각각 166, 165 및 166cm로 거의 비슷한 수준이었다.

Table 9. Change in plant height and dry matter yield of sorghum sudangrass hybrids in the 1st growth period

Level of N	Plant height(cm)						DM yield
(kg/ha)	7/12	7/17	7/24	7/29	8/4	8/10	(kg/ha)
200	100	124	165	190	207	211	5,300a
400	115	135	157	184	198	209	5,210a
600	126	142	157	178	187	204	5,020a

乾物收量은 ha당 질소수준이 200kg에서,400및 600kg으로 증가함에 따라 5,300에서 5,210 및 5,020kg으로 감소하였으나 유의성은 나타나지 않았다.

질소시비수준에 대한 收量反應은 이탈리안 라이그라스와 마찬가지로 어느 수준까지는 收量의 增加가 나타나지만 그 이상의 시비수준에서는 오히려

감소현상을 나타냈다(Wilman,1965; Raid 와 Castle,1965; Hunt등,1975; Reid,1978; Lee,1982). 그리고 수단그라스계 잡종의 적정시비수준을 Anon(1978)은 ha당 100 150kg, 서와 김(1984)은 200kg이라 했는데 이는 본 시험의 결과와도 비슷하였다.

(2) Civa 1990

수단그라스계 잡종중 非出穗 품종인 Civa.1990 1번초의 질소시비수준및 생육시기에 따른 초장, 건물수량을 보면 표10과 같다.

Table 10. Changes in plant height and dry matter yield of sorghum-sudangrass hybrid(Civa, 1990) in the 1st growth period

Level of N	Plant height(cm)						DM yield
(kg/ha)	7/12	7/17	7/24	7/29	8/4	8/10	(kg/ha)
200	98	114	119	158	182	201	5,770b
400	97	118	136	175	202	233	6,730a
600	97	114	125	160	184	221	6,050ab

질소비료 시비수준에 따른 초장및 건물수량은 400kg 수준에서 가장 높게 나타났으며 200kg과 400kg 수준과는 유의적인 차이가 있었다. 질소시비수준에 대한 收量反應은 Xtragraze Ⅱ(표9)와 비슷한 경향으로 400kg수준까지는 收量의 증가가 나타났지만 그 이상에서는 오히려 감소하였다. 乾物收量을 Xtragraze II와 비교하면 두 품종간에 차이가 있었는데, Xtragraze Ⅱ는 시비수준의 증가에 따라 각각 5,300, 5,210, 5,020kg인 반면, Civa 1990은 5,770 ,6,730 , 6,050kg으로 각각 7.6, 22.3 및 20.5% 증가한것으로 나타났다. 그러나 Civa 1990은 재생이 불량하여 2번초의 조사가 불가능하였으므로 년간 생산량은 Xtragraze Ⅱ가 더 높을 것으로 보인다.

나. 질소 및 질산태질소 함량

수단그라스계잡종(Xtragraze Ⅱ와 CIva 1990) 1번초의 질소시비수준 및 생육시기에 따른 全窒素 및 窒酸態窒素 함량 그리고 窒酸態窒素의 全窒素에 대한 비율은 표 11 및 12와 같다.

(1) 전질소 함량

(가) Xtragraze Ⅱ

질소시비수준에 따른 전질소함량(표11)은 질소시비수준의 증가에 따라 증가하는 경향이었는데, 특히 생육초기(7월 12일)에는 600kg구와 그 이하 수준사이에 유의차가 있었으나 전체적으로 보아 큰 차이는 나타나지 않았다. 全生育期의 평균치에서도 질소시비수준의 증가에 따라 각각 2.65, 2.80, 3.02%로 약간씩 증가하는 경향이었으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 생육기간증 전질소 함량은 표 11에 나타난 바와 같이 생육초기에는 높았다가 생육중반기 이후에는 감소하는 경향을 보였다.

본 시험의 결과 권장량(200kg/ha) 이상의 질소수준은 수단그라스계 잡종의 전질소함량에 큰 영향을 미치지는 않는 것으로 나타났다.

(나) Civa 1990

생육기간중 전질소 함량의 변화추이는 표 12에 나타난 바와 같이 생육전반기(7월 24일)까지는 높고 그 후에는 감소하였다. 질소시비수준에 따른 전질소함량은 질소시비수준의 증가에 따라 증가하는 경향으로 처리수준간 큰 차이는 없었지만, 생육전반기 까지는 200kg 구에 비해 400kg 이상구에서 유의성 있는 차이를 보였다. 그러나 본 시험의 결과로 볼때 Civa 1990의 전질소 함량은 200kg 이상의 시비에서는 거의 영향을 받지 않은것으로 나타났다.

Table 11. Total nitrogen and nitrate nitrogen content in sorghum-sudangrass hybrid in the 1st growth period

Items	Level of N (kg/ha)	Cutting date 7/12	7/17	7/24	7/29	8/4	8/10	Mean
Total-N (%/DM)	200	3.11b	3.15a	3.05a	2.50b	2.23a	1.88a	2.65a
	400	3.52b	3.46a	2.98a	2.62b	2.29a	1.98a	2.80a
	600	3.84a	3.75a	3.17a	3.00a	2.27a	2.09a	3.02a
NO_3-N (%/DM)	200	0.132b	0.155c	0.186b	0.096b	0.091c	0.105b	0.128b
	400	0.275a	0.243b	0.291a	0.219a	0.157b	0.139b	0.221a
	600	0.290a	0.271a	0.271a	0.230a	0.170a	0.185a	0.236a
NO_3-N/ Total-N (%)	200	4.24b	4.92b	6.10b	3.84b	4.08b	5.59b	4.80b
	400	7.81a	7.02a	9.77a	8.36a	6.86a	7.02a	7.81a
	600	7.55a	7.23a	8.55a	7.67a	7.49a	8.85a	7.89a

Table 12. Total nitrogen and nitrate nitrogen content in sorghum-sudangrass hybrid (Civa,1990) in the 1st growth period

Items	Level of N (kg/ha)	Growth period 7/12	7/17	7/24	7/29	8/4	8/10	Mean
Total-N (%/DM)	200	3.48b	2.67b	2.75b	2.75a	2.65a	2.31a	2.77a
	400	3.96a	3.34a	3.30a	2.78a	2.70a	2.48a	3.09a
	600	3.72a	3.56a	3.52a	2.60a	2.65a	2.46a	3.09a
NO_3-N (%/DM)	200	0.166b	0.165b	0.161b	0.172b	0.169b	0.165b	0.166b
	400	0.305a	0.313a	0.342a	0.281a	0.305a	0.254a	0.300a
	600	0.254a	0.289a	0.338a	0.294a	0.282a	0.257a	0.286a
NO_3-N/ Total-N (%)	200	4.77b	6.18c	5.85b	6.25a	6.38b	7.14b	6.10b
	400	7.70a	9.37a	10.36a	10.11a	11.30a	10.24a	9.85a
	600	6.83a	8.12b	9.60a	11.31a	10.64a	10.45a	9.49a

(2)질산태질소 함량

(가) Xtragraze II

수단그라스계 잡종 Xtragraze II의 질산태질소 함량은 표 11에서 보는 바와 같이 400kg이상 시비구에서는 출수기(8월 4일) 이전까지는 Bradley등(1940)이 제시한 중독위험수준 이상이었으나, 출수후에는 중독위험치 이하 수준으로 감소하였다. 200kg 수준에서는 전생육기간 동안 중독위험치 미만이었다. 질소시비수준별로 평균치를 보면 200kg에서 400kg 및 600kg 수준으로 증가할수록 각각 0.128, 0.221, 0.236%로 증가하였는데 400kg과 600kg 시비구사이에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Murphy와 Smith(1967)는 Sudangrass를 예외적으로 많은 양의 질산염을 축적시키는 초종으로 분류하였으며, 일반적으로 목초나 사료작물은 질소시비량의 증가에 따라 식물체의 질산염 함량이 증가한다고 하였다. (Houston 등,1973; Goh Vityakon, 1986; Lawrence등, 1968; Krejser등,1984,1987).

수단그라그계 잡종의 일반적인 이용시기를 보면 보통 출수기이전 성장기에 刈取하게 되는데, 이때는 질소동화작용이 성숙기보다 왕성하지 못한 관계도 질산염의 농도가 더 높다. 또한 계절적으로도 이용시기가 대개 7월에서 9월까지로 이때는 1년중 질산염이 축적될 素因이 많은 시기가 된다. 식물체의 대사작용은 광합성작용과 밀접하게 연결되어 진행되기 때문에 광합성을 저해하는 환경요인들(光부족, 수분결핍, 기온급강, 토양무기물 결핍등)은 모두가 질산염 축적을 조장하는 요인이 된다. 따라서 장마철을 포함하여 불규칙한 일기로 광선이 결핍되기 쉬운 7-8월은 질산염이 고농도로 축적되기 쉬운때이며, 9월 역시 장마가 끝나고 계속적인 한발이 있기 쉬워 토양의 수분부족으로 식물체에 질산염이 축적될 가능성이 높다.

본 시험의 결과 수단그라스계 잡종 Xtagraze II는 일반적인 질소시비수준인 200kg/ha에서는 질산염중독을 일으킬 수 있을 정도로 많은 양의 질산염

이 축적되지는 않은 것으로 나타났으나, 400kg이상의 질소를 시용한 多肥栽培에 의한 Sudangrass계 잡종을 가축에 급여할 경우 질산염 중독에 유의하여야 한다. 특히 사료작물포에 液狀 혹은 濾狀廐肥를 년중 多量 시용한 경우(小林,1980)는 보다 많은 주의를 요한다.

(나) Civa 1990

질소시용수준에 따른 질산태질소 함량은 표 12에서 보는 바와 같이 생육초기에는 높고 생육중반기 이후에는 감소하는 경향을 보였다. 질소시비 수준별로 보면, 200kg 수준에서는 전생육기동안 Bradley 등(1940)이 제시한 중독위험치 이하수준으로 비교적 낮은 함량을 보이고 있으나, 400kg 수준 이상에서는 전생육기를 통하여 중독위험수준이상을 보였다.

질소비료 시용수준별로 평균치를 보면 200, 400및 600kg 수준에서 각각 0.166, 0.300 및 0.286%로 나타나 200kg 수준과 그 이상 수준간에는 상당한 차이가 있었다. 식물체의 질산염함량은 생육초기에는 높고 생육후기, 특히 출수기 이후에는 감소하는 것이 일반적인 경향이지만, 본 시험 품종이 Civa 1990은 비출수품종이므로 질산태질소 함량의 감소가 더 완만한 것으로 보인다.

따라서 본시험의 질소수준에 의한 건물생산량(표10)과 질산태질소 함량(표12)을 보면, 건물생산량은 400kg 수준까지 증가하였지만 이 수준에서의 질산태질소 함량은 상당히 위험한 수준이므로 Civa 1990의 적정 질소시용량은 년간 200kg이하가 적당하다고 본다.

(3) 전질소에 대한 질산태질소의 비율

(가) Xtragraze Ⅱ

전질소에 대한 질산태질소의 비율(표 11)은 질소시비수준이 증가함에 따라 증가하는 경향이었는데 400kg과 600kg 수준에서 전생육기를 통해 유의차가 나타나지 않았다. 생육시기별로 보면 출수기까지는 감소하고 출수후 다시 증가하는 경향이었는데 이것은 이탈리안 라이그라스 1번초(표5)와도 비슷한 결과이다. 전생육기를 통해 400kg구 이상에서는 질산태질소의 비율이 거의 차이가 없는 것으로 보아 본 시험조건에서는 수단그라그계 잡종의 질소동화능력의 한계수준은 400kg N/ha 정도로 보인다.

(나) Civa 1990

질소시용수준에 따른 전질소에 대한 질산태질소의 비율은 표 12에서 보는 바와 같이 질소비료수준이 증가함에 따라 증가하는 경향이었는데 200kg과 400kg 수준 이상간에는 거의 전생육기를 통하여 유의적인 차이가 있었다. 생육시기별로 보면 생육시기의 진행에 따라 증가하는 경향을 보이고 있는데 이러한 현상은 본 시험 품종인 Civa 1990은 非出穗種이므로 전생육기 동안 거의 일정한 수준의 질산태질소함량을 나타낸 반면, 전질소함량은 감소한 결과이다(上坂과 宮崎,1963; 吉田과 佳山,1976b). 따라서 대부분의 식물체는 생육말기, 특히 출수기 이후에는 질산태질소 함량이 급격히 감소하여 정상적인 환경에서는 중독위험수준까지 질산태질소가 축적되지 않지만, Civa 1990은 다른 수단그라스계잡종과는 달리 생육말기에도 높은 수준의 질산태질소를 함유할 가능성이 높으므로 가축에 급여할 때는 많은 주의가 필요하다고 사료된다.

한편 질소비료수준별 질소동화정도를 보면 전질소에 대한 질산태질소 비율로 볼때 400kg과 600kg 간에 유의한 차이는 없는 것으로 보아 수단그라

스계잡종의 질소동화 한계수준은 Xtragraze II와 마찬가지로 400kg정도로 보인다.

다. 수단그라스계 잡종간 질소 및 질산태질소 함량비교

(1) 전질소 함량

질소비료 시용수준에 따른 수단그라스계 잡종간 전질소 함량의 변화추이는 표 13과 같다.

Table 13. Total nitrogen content of sorghum-sudangrass hybrid in the 1st growth period

Varieties	Level of N (kg/ha)	Growth period						Mean
		7/12	7/17	7/24	7/29	8/4	8/10	
XtragrazeII	200	3.11	3.15	3.05	2.50	2.23	1.88	2.65a
Civa 1990	200	3.48	2.67	2.75	2.75	2.65	2.31	2.77a
XtragrazeII	400	3.52	3.46	2.98	2.62	2.29	1.98	2.80a
Civa 1990	400	3.96	3.34	3.30	2.78	2.70	2.48	3.09a
XtragrazeII	600	3.84	3.75	3.17	3.00	2.27	2.09	3.02a
Civa 1990	600	3.72	3.56	3.52	2.60	2.65	2.46	3.09a

생육시기에 따른 전질소 함량은 품종에 관계없이 생육시기가 진전될수록 감소하는 경향이었으며 감소의 정도는 Civa 1990에 비해 Xrtagraze II에서 더 현저하였는데 그 원인은 Civa 1990은 非出穗種으로 생육말기에도 전질소 함량이 상당히 높았던 것에 기인한다.

질소비료수준별로 생육시기에 따른 전질소 함량의 변화를 보면 200kg 수

준에서 Xtragraze II는 7월 12일 3.11%에서 8월 10일 1.88%로, Civa 1990은 3.48에서 2.31%로 각각 39.5 및 33.6% 감소했으며 400kg 수준에서는 43.8 및 37.4%, 600kg 수준에서는 45.6및 33.9% 감소하여 질소비료수준에 관계없이 생육시기에 따른 전질소함량의 감소율은 Xtragraze II가 높았다.

그러나 전생육기의 전질소함량 평균치에 있어서는 질소시비수준간에 관계없이 뚜렷한 차이는 인정되지 않았으나 질소 축적율은 Civa 1990이 더 우수한 것으로 보인다.

(2)질산태질소 함량

질소비료시용수준에 따른 수단그라스계 잡종간 질산태질소 함량의 변화 추이는 표14와 같다.

Table 14. Nitrate nitrogen content in sorghum-sudangrass hybrids in the 1st growth period

Varieties	Level of N (kg/ha)	Growth period						Mean
		7/12	7/17	7/24	7/29	8/4	8/10	
XtragrazeII	200	0.132	0.155	0.186	0.096	0.091	0.105	0.128b
Civa 1990		0.166	0.165	0.161	0.172	0.169	0.165	0.166a
XtragrazeII	400	0.275	0.243	0.291	0.219	0.157	0.139	0.221b
Civa 1990		0.305	0.313	0.342	0.281	0.305	0.254	0.300a
XtragrazeII	600	0.290	0.271	0.271	0.230	0.170	0.185	0.236a
Civa 1990		0.254	0.289	0.338	0.294	0.282	0.257	0.286a

Xtragraze II의 질산태질소 함량은 생육초기에 높다가 생육시기가 진행될수록 감소하는 경향 이었으나 (Murphy 와 Smith, 1967 ; Wright와 Trautman,1962), Civa 1990은 생육시기에 관계없이 거의 일정한 수준을 유

지하고 있었으며 600kg 수준에서는 생육말기(7월 29일)가 생육초기(7월 12일)보다 오히려 높은 수준을 보이고 있었다. 질소시비수준별로 두 종간의 질산태질소 함량을 비교하면, 200kg 수준에서는 두품종 모두 중독위험치 이하수준이었으나 두품종간 평균 함량은 차이가 있었다. 그러나 Bradly등(1940)이 제시한 위험수준 이하, 그리고 안전수준이라고 제시한 0.15%(Ryan등,1972; George등, 1973)정도에 머물러 두품종 모두 200kg 수준에서는 질산염중독의 위험수준까지는 질산태질소가 축적되지 않음을 알 수 있다.

질소 400 및 600kg 수준에서 Xtragraze II는 출수기(8월 4일)이전에는 0.2%이상으로 위험수준 이상의 질산염을 함유하고 있었지만, 그 후 안전수준까지 감소하였다. 그러나 Civa 1990은 전생육기에 걸쳐 위험수준이상을 나타내고 있으며 400kg 수준까지 Xtragraze II와 유의한 차이가 인정되었다. 이처럼 두품종간에 뚜렷한 차이가 나타난 것은 종의 특성상 Civa 1990이 Xtragraze II에 비해 질산염축적이 훨씬 높은 것으로 보이므로 Civa 1990을 窒素多肥로 재배해 급여할 때는 생육시기에 관계없이 상당한 주의를 요한다고 볼수있다. 그러나 Civa 1990은 Xtragrage II에 비해 수분함량이 더 높으므로 같은 量의 生草를 채식했을때 섭취한 질산염의 量은 큰 차이가 없겠지만, 질산염함량이 높은 Civa 1990을 豫乾하거나 예취후 장시간 방치한 후에 급여할 경우에는 질산염중독 위험성이 높다고 사료된다.

(3) 전질소 대한 질산태질소의 비율

질소비료 시용수준에 따른 수단그라그계 잡종간 전질소에 대한 질산태질소 비율의 변화 추이는 표 15와 같다.

생육시기에 따른 질산태질소의 비율은 두품종 모두 생육말기 이후 약간씩 증가하거나 비슷한 수준으로 변동하는 경향이지만, Xtragrage II에 비해 Civa 1990은 훨씬 높은 수준을 나타내고 있음을 알 수 있다. 특히 질소

400kg이상 수준에서는 Civa 1990의 경우 생육말기에 10% 이상을 나타내고 있으며, 비료수준별로 두 품종간의 질산태질소 비율을 살펴보면 전수준에서 유의한 차이가 있었다.

Table 15. Nitrate nitrogen ratio per total nitrogen in sorghum-sudangrass hybrids in the 1st growth period

Varieties	Level of N (kg/ha)	Growth period						Mean
		7/12	7/17	7/24	7/29	8/4	8/10	
XtragrazeII	200	4.24	4.92	6.10	3.84	4.08	5.59	4.80b
Civa 1990	200	4.77	6.18	5.85	6.25	6.38	7.14	6.10a
XtragrazeII	400	7.81	7.02	9.77	8.36	6.86	7.02	7.81b
Civa 1990	400	7.70	9.37	10.36	10.11	11.30	10.24	9.85a
XtragrazeII	600	7.55	7.23	8.55	7.67	7.49	8.85	7.89b
Civa 1990	600	6.83	8.12	9.60	11.31	10.64	10.45	9.49a

이상의 결과에서 보면 Civa 1990이 Xtragraze II에 비해 질산태질소함량이 월등히 높은 수준을 유지하는 이유는 뿌리로 부터 흡수된 질산염을 동화하는 능력이 Xtragraze II에 비해 현저하게 떨어지기 때문이라고 결론지을 수 있다.

라. 강우와 질산태질소 함량

본 시험의 수단그라스계 잡종의 생육기간중 질산태질소함량과 강우량은 그림 2와 같다.

시험기간동안의 수단그라스계 잡종의 질산태질소 함량에 대한 강우의 영향을 보면 하순동안의 잦은 비로 이때의 사초내 질산염 함량은 모든 질소

시비수준에서 7월 중순과 비슷하거나 약간 증가하는 경향을 보이고 있다. 그러나 8월 1일에도 강우(82.0㎜)가 있었으나 강우후 질산태질소 함량은 일반적 경향인 감소현상이 나타났다. 이와같은 결과는 이탈리안라이그라스에 의한 시험결과(그림 1)와도 비슷한 것인데, 강우후 일시적인 질산태질소 증가 현상은 출수기(8월 4일)전 성장기에 그 영향이 큰것으로 보인다.

따라서 본 시험의 결과 수단그라스계 잡종은 성장기에는 강우에 의해 사초내 질산태질소 함량이 일시적으로 증가하는 경향이 있지만, 생육 말기나 출수기 이후에는 그 영향이 크지 않은것으로 나타났다. 장마철등 불규칙한 일기로 광선이 결핍되기 쉬운때에 성장기에 있는 사초를 가축에 급여 할 때는 많은 주의가 필요하다고 사료된다.

마. 日中 질산태질소함량 변화

1995년 7월 12일 일출후 부터 일몰전까지 3-4시간 간격으로 채취한 수단그라스계 잡종(Xtragraze Ⅱ)의 1일중 질산태질소의 함량변화는 표16과 같다.

Table 16. Effect of rate of nitrogen fertilization on nitrate nitrogen content in day

Item	Level of nitrogen (kg/ha)	Harveat time(hour:minute)				
		06:30	09:30	12:30	15:30	18:30
NO3-N (%/DM)	200	0.090c	0.087c	0.132ab	0.118b	0.137a
	400	0.318a	0.301ab	0.275b	0.283ab	0.276b
	600	0.335a	0.322a	0.290a	0.287a	0.307a

일출 후 시간경과에 따른 사초내 질소의 함량은 뚜렷한 차이는 없었으나, 광합성이 활발한 낮시간대가 일출후 및 일몰전에 비해 비교적 낮은 수준이

었다. 일출후(06:30)와 일몰전(18:30)을 비교하면 200kg 수준에서는 0.090과 0.137%로 일몰전이 오히려 더 높았으나, 400 및 600kg 수준에서는 각각 0.318과 0.276%, 0.355와 0.307%로 일몰전에 비해 일출후가 더 높았다. 이상의 결과는 이탈리안 라이그라스(표 8)에 의한 시험결과와도 유사하였다. 식물체내의 질산염함량은 그 날의 광정도,그리고 기온의 높낮이와 밀접한 관련이 있는데 日光이 부족하고 기온이 낮으면 질산염의 축적량이 더 많은 것으로 알려져 있다(손, 1985).

따라서 窒素多肥에 의해 재배된 어린시기의 수단그라스 교잡종을 반추동물에 급여할 떠 오후에 예취하는 것이 아침 이른시간보다 더 안전하리라 본다.

2. 2번초의 생육 및 질소성분의 변화

가. Xtragraze Ⅱ

질소비료시용수준및 생육시기에 따른 초장, 건물수량 및 질소성분의 변화는 표 17 및 18과 같다. 표에서 보는 바와 같이 초장,건물수량및 질소성분 공히 처리수준간에 거의 차이가 없고, 질산태질소함량은 매우 낮은 수준으로 나타났다. 그리고 1번초(표 9 및 11)에 비교해 모든 성분에서 큰 차이로 낮은 수준을 보이고 있었다. 이러한 결과는 수단그라그 1차수확(8월10일)후 追肥를 한뒤 9일과 10일째인 5월 19일과 20일에 각각 92.5및 45mm, 5월 24일부터는 연 4일간 총 167.5mm 그리고 추비후 19일과 20일째인 8월 30일과 31일에는 총 170mm의 강우로 8월 중순과 하순에 걸쳐 집중적으로 약 500mm의 降雨가 있었으며 9월 상순에도 38mm의 강우가 있는등 잦은 비로 토양질소의 溶脫등 질소성분의 유실이 심했던 것이 그 원인으로 보이므로 수단그라스계 잡종 2번초의 질소시비 반응은 더 많은 조사가 필요하다고 본다.

Table 17. Change in plant height and dry matter yield of sorghum-sudangrass hybrid in the 2nd regrowth period

Level of N (kg/ha)	Plant height(cm) 8/31	9/6	9/7	9/11	9/12	9/13	9/15	9/22	DM yield (kg/ha)
200	149	157	160	163	170	174	176	180	4,730a
400	141	160	164	168	171	173	177	183	4,830a
600	139	153	159	163	168	170	173	175	4,520a

Table 18. Total nitrogen and nitrate nitrowen content in sorghum-sudangrass hybrids in the 2nd regrowth period

Items	Level of N (kg/ha)	Plant height(cm) 8/31	9/6	9/7	9/11	9/12	9/13	9/15	9/22	Mean
Total-N (%/DM)	200	2.47b	1.42b	2.19a	1.73a	2.12a	1.65a	1.39b	1.54a	1.81a
	400	2.12a	2.25a	2.07a	1.69a	2.10a	1.87a	1.49b	1.41a	1.88a
	600	2.95a	2.00a	1.83a	1.97a	1.90a	1.75a	1.80a	1.72a	1.89a
NO_3-N (%/DM)	200	0.051b	0.053b	0.054a	0.042b	0.063b	0.056b	0.033b	0.035a	0.048b
	400	0.073a	0.038b	0.051a	0.075a	0.042b	0.044b	0.035b	0.031a	0.049b
	600	0.068a	0.102a	0.064a	0.065a	0.120a	0.093a	0.054a	0.030a	0.045a
NO_3-N/ Total-N (%)	200	2.06b	3.73b	2.47a	2.43c	2.97b	3.40b	2.37a	2.27a	2.71ab
	400	3.44a	1.69c	2.46a	4.44a	2.00c	2.35c	2.35a	2.20a	2.62b
	600	2.31b	5.10a	3.50a	3.30b	6.32a	5.31a	3.00a	1.74a	3.82a

나. Civa 1990

Civa 1990 은 9월 22일 1차 수확직후 추비를 하고 일상적인 관리를 하였으나, 기온의 저하로 재생상태가 극히 불량하여 시험을 중지 하였다. 따라서 Civa 1990의 收量增加를 위해서는 파종시기가 앞당겨져야할것으로 사료된다.

Ⅳ. 적 요

본 시험은 질소시비수준 및 생육시기가 사료작물의 질산태질소 함량에 미치는 영향을 구명하기 위하여 이탈리안라이그라스 1종(Ttraflorum)과 수단그라스계 잡종 2종(Xtragraze Ⅱ, Civa 1990)을 공시하여 1994년 10월부터 1995년 9월까지 이리농공전문대학 동물사육장 시험포에서 1년간 시험하였다.

이탈리안라이그라스의 시비수준은 ha당 질소 100, 200, 400 및 600Kg, 수단그라스계 잡종은 200, 400 및 600Kg 으로 하였고 인산과 칼리비료는 공시초종 모두 200Kg씩 施用하였으며 얻어진 결과는 다음과 같다.

1. 이탈리안라이그라스의 질산태질소 함량은 생육시기의 진전에 따라 감소하였는데, 200Kg구에서는 신장기초까지, 그리고 400Kg구 이상에서는 전 생육기간동안 중독위험치를 초과하였다.

2. 이탈리안라이그라스의 번초별 질산태질소 함량의 변화는 거의 비슷한 경향이었다.

3. 수단그라스계 잡종 1번초의 질산태질소 함량은 400Kg이상에서 중독위험수준을 초과했는데, Xtragraze Ⅱ는 출수이후에 안전수준까지 감소한 반면 Civa 1990은 거의 비슷한 수준을 유지하였다.

4. 수단그라스계 잡종간 질산태질소 축적정도는 Xtragraze Ⅱ보다 Civa 1990이 더 높은것으로 나타났다.

5. 강우후 사초의 질산태질소 함량은 성장기에는 일시적으로 증가하는 경향이 있지만, 생육말기나 출수기 이후에는 영향이 거의 없었다.

6. 사초의 일중 질산태질소 함량은 오전이 오후보다 비교적 더 높은 경향이었다.

7. 질산염 중독으로 부터 비교적 안전한 사초의 질소시비수준은 200Kg이하가 적당한 것으로 나타났다.

8. 년간 질소 400Kg이상을 시용할 경우 사초내에 질산염중독 위험수준 이상의 질산태질소가 축적되므로 성장중인 사초를 가축에 급여시 특별한 주의를 요한다.

V. 인 용 문 헌

1. Anon. 1978. Sudangrass and sorghum-sudangrass hybrids for forage. USDA Farmers' Bull. No. 2241.

2. Barker, A.V., N.H. Peck and G.E. MacDonald. 1971. Nitrate accumulation in vegetables. I.Spinach grown in upland soils. Agron. J. 63:126-129.

3. Bradley, W.B., H.F. Eppson and O.A. Beath. 1940. Livestock poisoning by oat hay and other plants containing nitrate. Wyo. Agric. Exp. Sta. Bull. No. 241.

4. Brown, J.R. and G.E. Smith. 1966. Soil fertilization and nitrate accumulation in vegetables. Agron. J. 58:209-212.

5. Butler, G. W. and R. W. Bailey. 1973. Chemistry and Biochemistry of Herbage. Vol.2, 136-139. Acad. Press Inc., New York.

6. Cantliffe, D. J. 1973. Nitrate accumulation in table beets and spinach as affected by nitrogen, phosphorus, and potassium nutrition and light intensity. Agron. J. 65: 563-565.

7. Carey, V., H. L. Mitchell, and K. Anderson. 1952. Effect of nitrogen fertilization on the chemical composition of Bromegrass. Agron. J. 44: 467-469.

8. Case, A.A. 1957. Some aspects of nitrate intoxication in livestock. J. Am. Vet. Med. Assoc., 130:323.

9. Crawford, R. F., W. K. Kennedy,and W. C. Johnson. 1961. Some

factors that affect nitrate accumulation in forages. Agron. J. 53:159-162.

10. Doughty,J. L. and F. G. Warder. 1942. The accumulation of nitrates in oat straw. Sci. Agric. 23:233-236.

11. Frank, K. D. and John Pesek. 1973. Influence of applied nitrogen on the performance of 23 orchardgrass(*Dactylis glomerata* L.) varieties. Agron. J. 65:685 688.

12. George, J.R., C.L. Rhykerd, C.H. Noller, J.E. Dillon and J.C. Burns. 1973. Effect of N fertilization on dry matter yield, total-N, N recovery and nitrate-N concentration of three cool season forages grass species. Agron. J. 65:211-216.

13. Gilbert, C.S., H.F. Eppson, W.B. Bradley, and O.A. Beath. 1946. Nitrate accumulation in cultivated plants and weeds. Wyoming Agr. Expt. Sta. Bull. 277.

14. Goh, K.M and P. Vityakon. 1986. Effects of fertilizers on vegetable porduction 2. Effects of nirtogen fertilisers on nitrogen content and nirtate accumulation of spinach and beetroot. N.Z.J. Agr. Rs. 29:485-494.

15. Greene, I. and E.P. Hiatt. 1954. Behavior of the nitrate ion in the dog. Am. J. Physiol. 176:463-467.

16. Hanway, J.J. and A.J. Englehorn.1958. Nitrate accumulation in some lowa crop plants. Agron. J. 50:331-334.

17. Hageman, R. H. and D. Flesher. 1960. Nitrate reductase activity in corn seeding as affected by light and nitrate content of nutrient

media. Plant Physiol.35:700-708.

18. Houston, W.R., L.D. Sabatka and D.N. Hyder. 1973. Nitratc-nitrogen accumulation in range plants after massive N fertilization on stortgrass plains. J. Range Manage. 26:54-57.

19. Hunt, I.V., J. Frane and R.D. Harkess. 1975. Interactions between first and second application of fertilizer nitrogen implications in efficiency of nitrogen use. J. Br. Grassld Soc. 30:177-182.

20. Kingsbury, J.M. 1964. In Poisonous plants of the United States and Canada. Prentice-Hall, N.J.

21. Krejsa, B.B., F.M. Rouquette, Jr, E.C. Holt, B.J. Camp and L.R. Nelson. 1984. Nitrate and total alkaloid concentrations in N pearl millet lines. Agron.J. 76:157-159.

22. Krejsa, B.B., F.M. Rouquette, Jr, E.C. Holt, B.J. Camp and L.R. Nelson. 1987. Alkaloid and nitrate concentrations in pearl millet as influenced by drought stress and fertilization with nitrogen and sulfur. Agron.J. 79:266-270.

23. Lawrence. T., F.G. Warder and R. Ashford. 1968. Nitrate accumulatons in forage crops. Agron. J. 59:171-174.

24. Lee, J.S. 1982. Effect of nitrogen fertilization levels on the dry matter and total nitrogen yields of orchardgrass varieties under hay-type management. Korean J.Anim.Sci. 24(4):361-369

25. Miyazaki, A. 1969. Studies on the effects of nitrate in feed upon the performance of ruminants. **IV**. Individual difference in the concentration of methemoglobin in the blood of sheep after

administration of various amounts of nitrate. Jap. J. Zootech. Sci. 39(3):100-105.

26. Miyazaki, A., R. Kawashima, and S. Uesaka. 1974. A study of individual difference in the methemoglobin formation caused by dietary nitrate. Jap. J. Zootech. Sci. 45:149-156.

27. Miyazaki, A. and I. Umezawa. 1968. Studies on the effects of nitrate in feed upon the performance of ruminants. II. Methemoglobin formation in the blood of sheep after administration of various amounts of nitrate. Jap. J. Zootech. Sci. 39(1):20-26.

28. Miyazaki, A., S. Uesaka, and E. Tsuda. 1967a. The concentration of nitrate in pasture grasses, legumes, soining crops, and silage practically used in Japan. Jap. J. Zootech. Sci 38(3):86-95.

29. Miyazaki, A., S. Uesaka, and K. Ikeda. 1967b. The concentrations of nitrates in soiling cereals varying with cutting dates. In special reference at their variation with plant species and strains. Jap. J. Zootech. Sci. 38(3):133-140.

30. Miyazaki, A. 1977. Nitrate problems in foods. Studies on Food Hygiene 27(7):45-58.

31. Morris, M.P., B. Cancel, and A. Gonzalez-Mas. 1958. Toxicity of nitrates and nitrites to dairy cattle. J. Dairy Sci. 41: 694.

32. Mortensen, W.P., A.S. Baker and P. Dermanis. 1964. Effects of cutting frequency of orchardgrass and nitrogen rate on yield, plant nutritent composition and removal. Agron.J. 56:316-320.

33. Muhrer, M.E., G.B. Garner, W.H. Pfander, and B.L. O'Dell. 1956. The

effect of nitrate on production and lactation. J. Anim. Sci., 15: 1291(Abstr.).

34. Murphy, L.S. and G.E. Smith. 1967. Nitrate accumulations in forage crops. Agron. J. 59:171-174.

35. Noller, C. H., and C. L. Rhykerd(1974) Relationship of nitrogen fertilization and chemical composition of forage to animae health and performance. in Forage Fertilization. ASA. CSSA. pp 363 394.

36. Nowakowski, T. Z. 1961. The effect of different nitrogenous fertilizers, applied as solids or solutions, on the yield and nitrate-N content of established grass and newly sown ryegrass. J. Agric. Sci. 56:287-292.

37. Reid, D. and M.E. Castle. 1965. The response of grass-clover and puregrass leys to irrigation and fertilizer nitrogen treatment. II. Clover and fertilizer nitrogen effects. J. Agr.Sci. Camb. 65:109-119.

38. Reid, D. 1978. The effect of freqrency of defoliation on the yield response of a perennial ryegrass sward to a wide range of nitrogen application rates. J.Agr. Sci.Camb.90:447-457.

39. Ryan, M., W.F. Wedin and W.B. Bryan. 1972. Nitrate-N levels of perennial grasses as affected by time and level of nitrogen application. Agron.J. 64:165-168.

40. Simon, J., J.M. Sund, F.D. Douglas, M.J. Wright, and T. Kowalczyk. 1959. The effect of nitrate or nitrite when plased in the rumens of pregnant dairy cattle, J.Am. Vet Med. Assoc., 135:311.

41. Stewart, G.A. and C.P. Merilan. 1958. Effect of potasium nitrate

intake on lactating dairy cows. Missouri Agr. Expt. Sta., Research Bull. 650.

42. Sund, J.M., M.J. Wright, and J. Simon. 1957. Weeds containint nitrates cause abortion in cattle. Agron. J., 49:278.

43. Uesaka, S. and A. Miyazaki, 1965. The concentrations of nitrate in grasses and legumes varying with cutting dates. In special reference to their variation with species. Jap. J. Zootech. Sci. 36:81-85.

44. Weichenthal, B.A., L.B. Embry, R.J. Emerick, and F.W. Whetzal. 1963. Influence of sodium nitrate, vitamin A and protein level on feedlot performance and vitamin A status of fattening cattle. J. Anim. Sci., 22:979.

45. Whitechead, E.I. 1956. Nitrate poisoning. South DakotaFarm and Home Res. 7:70.

46. Wilman D. 1965. The effect of nitrogenous fertilizer on the rate of growth of Italian ryegrass. J.Br. Grassld Soc. 20:248-254.

47. Winter, A.J. 1962. Studies on nitrate metabolism in cattle. Am. J. Vet. Res. 23:500-505.

48. Wolff, I.A. and A.E. Wasserman. 1972. Nitrates, Nntrites,and Nitrosaminus. Science 177:15-19

49. Wright., M. J. and K. L. Davison. 1964. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning on animals. Advances in Agronomy. 16:197-247.

50. Wright, N. and R.J. Trauman. 1962. Influences of management on nitrate accumulation in blue paniegrass. Agron. J. 54:363-364.

51. 室賀利正,木島浩三.1962. イタリンライク”ラスにおけるチシソ施用量か収量, 成分に及ほ”す影響.畜産の研究, 16:1331- 1333.

52. 上坂章次. 宮崎昭. 1963. 牧草類 および“ 青刈飼料作物の硝酸鹽含量について. 日草誌9:41- 47.

53. 本山榮一. 久保田收治. 1964. イタリアンライクラヌの施肥法に關する研究.第 3報,刈取再生に伴う體內成分の消長. 四國農試報告, 10:69- 109.

54. 江原熏. 山田芳雄, 梅津賴三郎. 1966. 飼料作物における硝酸態窒素含量に關する研究. 第1報 窒素施用量か“ 飼料作物の硝酸態窒素含量におよほ”す影響. 日作紀,34:292- 297.

55. 吉野實. 1967. 牧草における硝酸集積の動向. 畜産の研究, 2(6):775- 778.

56. 絲井德吉, 小松清春,關 功,野日和夫. 1968. 乳牛の青刈トウモロコシ含有の硝酸鹽 による中毒死例. 畜産の研究,22:67- 68.

57. 吉野實. 1973. 牧草 における硝酸集積 の實態と家畜の硝酸中毒. 畜産の研究, 27(4):496- 500.

58. 吉田重方. 佳山良正. 1976. 飼料作物における硝酸集積に關する研究, 第1報 飼料カフ“ にわける硝酸鹽の集積狀況について. 22:104- 109.

59. 吉全重方. 佳山良正. 1976. 飼料作物における硝酸集積に關する研究, 第2報 各種牧草における硝酸集積についての調查試驗, 22:293- 300

60. 小林芳夫. 1980. 生育期別の生草中硝酸態窒素の消長事例. 畜産の研究 第34卷 第9號.1127- 1128.

61. 김길수. 1983. 청예사료에 의한 젖소 질산염 중독. 월간 축산진흥. 113- 115.

62. 손용석. 1985. 옥수수 청예 급여로 인한 소의 질산염 중독. 월간 축산진

흥. 128- 132.

63. 서성. 김동암. 1984. 질소시비 수준과 예취관리가 청예용 수단그라스계 잡종의 저장탄수화물 함량 및 건물수량에 미치는 영향. 한축지 26(1):88- 94.

64. 윤진일. 이호진. 1981. 질소시비에 Orchardgrass의 생육 및 수량반응과 질소이용성. 한작지 26(3):257- 262.

65. 이차수. 1978. 홀스타인 犢牛에 발생한 질산염 중독. 한국수의학학회지. 18:9- 13.

66. 허삼남. 1992. 사료작물의 질산태질소 축척에 관한 연구. 한초지 12(4):239- 245.

주 의

1. 이 보고서는 농림수산부에서 시행한 농림수산 특정연구사업의 연구 보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산부에서 시행한 농림수산 특정연구사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.