

질소시비 수준이 Italian Rygrass의 질산염 축적에 미치는 영향

정완태 · 최기춘* · 윤 창** · 송채은*** · 전우복*

Effects of Nitrogen Fertilization on Nitrate Accumulation in Italian Ryegrass

Wan Tae Chung, Ki Chun Choi*, Chang Youn**, Chae Eun Song*** and Woo Bock Chun*

Summary

This study was conducted to investigate the effect of levels of nitrogen fertilizer on the nitrate accumulation in Italian ryegrass. Italian ryegrass was grown at the experimental field, College of Agriculture, Chonnam National University, Kwangju from September, 29, 1987 to June, 24, 1988. The experiment was arranged as a randomized complete block design with three treatment (2.5, 7.5 and 15kg-N/10a). The results obtained are summarized as follow; Nitrate nitrogen content of the stem, leaves and whole was increased as increasing nitrogen fertilizer ($P < 0.05$). Total nitrogen content in the leaves was much higher than that of stem, and not significance among the levels of nitrogen fertilizer. Total water soluble carbohydrate content in stem was higher than that in the leaves and decreased after cutting as increasing nitrogen fertilizer ($P < 0.05$)

I. 서 론

질산염 중독은 인간과 가축에서 발생되는데 특히 반추가축에서 민감한 것으로 알려져 있다 (Greene와 Hiatt, 1954; Emerick 등, 1965; Buck, 1970). 이 증상은 Mayo (1895)에 의해 처음 발견된 것으로 주로 소에서 발생하는 중독증임이 확인되었고 (Hill과 Ackerson, 1964; Tillman, 1965; Radeleff, 1970; Smith 등, 1972; Buck 등, 1973; Brown, 1974; Clarke와 Clarke, 1975), 일본에서도 前驅症狀없이 急死하는 원인불명의 유

우질병이 오래 전부터 자주 보고되었는데, 이러한 증상은 사료내 다량으로 함유된 질산염에 의해 발생된다는 것이 확인되었다 (新井 등, 1970; 渡邊 등, 1973).

이와같이 질산염중독이 자주 발생됨에 따라 각종 사료별 질산염의 함량비교, 사료제조과정 및 저장에 따른 질산염 함량변화, 시비와 질산염함량의 관계 그리고 목초 예취시기에 따른 질산염함량 변화등 광범위한 연구가 이루어지게 되었고 (上坂과 宮崎, 1964; Uesaka와 Miyazaki, 1965; Miyazaki 등, 1967; 新

축산기술연구소 (National Livestock Research Institute, RDA, Suwon 441-350, Korea)

* 전남대학교 동물자원학과 (Dept. of Animal Science, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea)

** 이리농공전문대학 축산개발과 (Dept. of Livestock Industry, Iri National College of Agriculture and Technology, Iri 570-110, Korea)

*** 전남대학교 원예학과 (Dept. of Horticulture Science, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea)

井 등, 1970), 그 결과 사료내 질산염의 축적정도는 사료의 종류, 토양내의 질소농도와 그 형태, 질소 흡수에 유리한 토양조건, 건조상태 및 일조시간 등에 따라 다를 수 있으며 또한 질소비료의 다량시비와 2, 4-D와 같은 제초제 사용증가도 사료내 질산염축적의 요인이 된다고 하였다(Buck, 1970; Smith 등, 1972).

국내 연구결과로는 申과 南宮(1977)이 채소 및 과일종의 질산염을 측정 조사한 바 있고 朴과 Fritz(1982)은 무우에서, 南宮 등(1979)은 우유에서 질산염 함량을 조사한 바 있다. 그러나 국내산 가축사료내 질산염축적과 이에 의한 중독증 발생에 관해선 보고가 많지 않다.

따라서 본 연구는 우리나라의 남부지방에서 그 재배가 안정화되어 가고 있는 Italian ryegrass를 재료로 하여 질소시비수준이 잎과 줄기내 질산염축적에 미치는 영향, 그리고 질산태질소, 전질소 및 수용성 탄수화물 함량간의 관계를 구명하기 위하여 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. Italian ryegrass(Tetra gold)를 1987년 9월 15일 파종(3kg/10a)하였으며 파종시 기비는 10a당 N 5.0kg, P 13.8kg, K₂O 9.0kg을 사용하였다. 월동 후 이듬해 1988년 3월 24일에 1차 예취를 하고 5월 17일에 2차 예취 하였다. 그리고 매 예취 후 요소를 질소성분량으로 10a당 2.5, 7.5 및 15kg을 시비한 후 생육단계별로 예취하여 전체(whole), 경(stem), 엽(leaf)별로 구분하여 열풍건조기에서 30분간 65±5℃로 48시간 건조시킨 다음 Willy mill(1mm screen)로 분쇄하여 질산태질소, 전질소 및 수용성 탄수화물함량을 조사하였다.

질산태 질소함량은 phenol 黃酸法(산업도서, 1964), 전질소는 AOAC법(1980), 수용성 탄수화물은 Anthrone 법(大山, 1976)에 의하여 측정하였다.

본 시험은 전남대학교 농대 부속동물 사육장 시험포장 및 축산학과 초지학실험실에서 수행하였으며 시험포장의 토양성분은 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical soil properties of experimental field

pH (1:5H ₂ O)	OM (%)	Total-N (%)	Available P ² O ⁵ (ppm)	Exch. cations(me/100g)			CEC (me/100g)
				K	Ca	Mg	
5.5	2.90	0.23	15.3	1.42	3.36	1.29	13.5

III. 결과 및 고찰

1. 질산태 질소함량

질소시비 후 질산태 질소함량의 변화는 Fig. 1에 나타낸 바와 같다. 질산태 질소함량은 시비 후 4주전후까지 점차 증가하다가 그 이후 감소하는 경향으로 이것은 上坂과 宮崎(1964), Uesaka와 Mitazaki(1965)의 보고와 비슷한 결과이다. 지상부의 질산태 질소 축적량은 7주째 가장 높았는데, 이는 시료 채취시 강우에 의한 일시적인 것으로, 건조기간중 식물체의 토양내 질산염 이용율이 낮기 때문에 토양내에 높은 농도의 질산염이 유지되며, 이것은 뒤따른 강우에 의하여 식물체내에 급속히 흡수되어 식물체

내 질산염 함량이 높았던 것으로 생각된다. 또한 식물체내 질산염함량은 예취시의 광합성도 관련이 있어 흐린 날에 예취한 식물의 질산염 함량은 맑은날 예취된 것보다 높은 경향이 있는데 이것은 O' Hara와 Fraser(1975)의 보고에서도 지적된 바 있다. 그리고 무비구가 2.5kg 시비구보다 높았는데 그 원인은 物質代謝가 無肥區보다 더 왕성한 데서 온 것으로 보이며 草水와 吉野(1967)는 동일작물이라도 지역에 따라서 그리고 동일지역이라도 토양의 종류 특히 재배기간동안의 기상조건이 식물체에 질산염함량의 차이를 가져온다고 보고한 바 있다. 한편 식물체에 질산태질소 함량은 Sullivan과 Sprague(1943), Alberda(1960)등의 보고와 같이 예취 후 급격히 증가

한 후 감소되었으며, 특히 Alberda(1960)는 예취와 질소추비를 병행하면 예취후 무추비보다 질산태 질소함량이 더 높았다고 했는데, 본 시험에서도 시비수준(5월 17일 예취 후 5월 24일 시비)이 낮은 區의 잎에서는 증가하다가 감소하였으며, 경부는 서서히 증가하는 경향이고 시비수준이 높은 區에서는 지하부 전체나 엽부 및 경부 공히 예취 후 시비에 따라 질산태 질소함량은 차츰 높아져서 Hojiati등(1973)의 보고와 일치하였다.

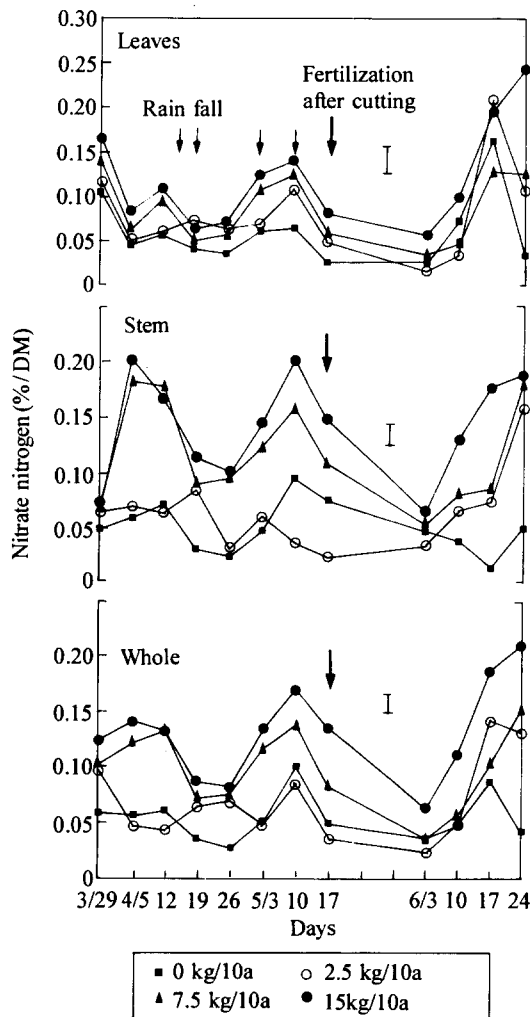


Fig. 1. Effects of nitrogen fertilization on the nitrate nitrogen content of leaves, stem and whole in Italian ryegrass

吉野(1967)는 초중, 생육단계, 식물체 부위에 따라서도 질산염 축적량에 차이가 있다고 보고하였는데 본 연구에서도 질산염 축적량은 경부가 0.115, 0.144%로 엽부 0.086, 0.114%보다 많았다. 이것은 질산염 동화가 줄기보다는 잎에서 활발하기 때문이며 시비수준이 증가함에 따라 질산태 질소함량이 증가하는 것은 Brown과 Smith(1966) 그리고 Venter(1980)의 연구결과와 비슷한 경향을 보였다.

2. 전질소 함량

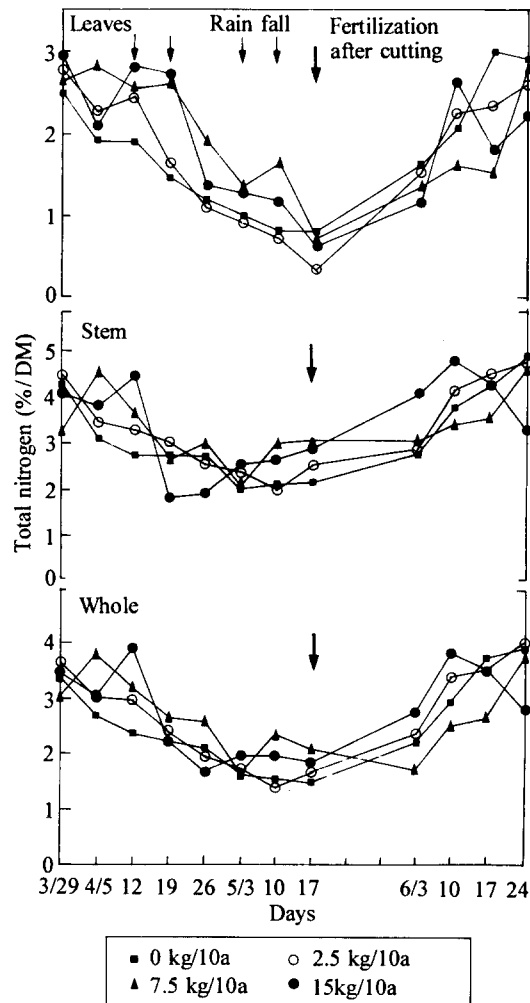


Fig. 2. Effects of nitrogen fertilization on total nitrogen content of leaves, stem and whole in Italian ryegrass.

Fig. 2는 질소시비 후 시비수준별 전질소 함량의 변화를 나타낸 것으로, 시험기간동안 처리간 유의성은 인정되지 않았으나 시비수준이 높을수록 전질소 함량이 높았으며 생육초기에 증가한 후 생육이 진행됨에 따라 감소하는 경향을 보였는데, 이것은 草水와 吉野(1967)의 결과와 유사하였다. 또한 전질소 함량은 全과 金(1980)의 보고와 같이 경부보다 엽부가 2배가량 높았으며 시험기간동안 경부, 엽부 및 지상부 전체의 전질소 함량의 변화양상은 질산태 질소함량의 변화와 비슷한 경향을 보였다. 이러한 결과는 질산태질소 환원과 식물체 단백질 함량은 깊은 상관관계를 갖고 있는 데서 오는 것으로 보인다.

전질소 함량은 시비 후 증가하다가 감소하였고 예취 후 추비처리도 전질소의 증가를 가져왔는데 이러한 현상은 새로운 기관형성이 활발한 데서 기인된 것으로 생각되어 진다. 그리고 시험기간 중 가장 강우량이 많았던 5월 3일의 지상부 전체의 전질소 함량은 가장 낮은 수준을 나타냈는데 Nehring과 Hoffmann(1958)도 강우량의 증가에 의해 전질소 함량이 감소하는 것으로 보고했는데 본 시험에서도 유사한 결과를 보였다.

3. 부위별 수용성 탄수화물 함량

Fig. 3은 질소수준별 수용성 탄수화물 함량의 변화를 식물체 부위별로 나타낸 것으로 일반적으로 질소시비수준 증가는 탄수화물 함량을 감소시켰는데 이러한 현상은 질소시비에 의해 식물체내 fructosan 함량이 감소되기 때문인 것으로 Adegbola와 Mckell(1966)는 보고하였다.

식물체에 탄수화물 함량은 생육이 진행됨에 따라 증가하여 5월 3일 전후에 최고치를 나타냈다. 토양내 질소수준이 낮더라도 가뭄이 계속되면 식물체에 탄수화물 수준은 떨어지는 것으로 알려져 있지만, 본 시험에서는 예취전 1주일 동안 비가 내려 토양내 수분이 많았기 때문으로 보인다. 한편 2차 예취시기인 5월 17일의 탄수화물 함량은 17.5%에서 예취 후인 6월 3일에는 6.5%로 1/3정도로 감소하는 현상을 보이는데 이러한 현상은 추비로 인하여 식물체의 물질합성을 위해서 탄수화물이 소모되는 기간에 식물

체가 절단되어 재생장을 위한 탄수화물의 소모가 동시에 요구됨으로써 서로 경합작용에 의한 것으로 보이며 이는 全과 金(1980)의 보고와 유사한 경향을 보였다. 식물체 지상부 전체, 경부 및 엽부의 탄수화물 함량은 질소시비 수준간에 유의차가 인정 되었으며 ($P < 0.01$) 경부의 탄수화물 함량은 시비수준별로 건물중의 19.04, 17.52, 15.08 및 12.5%이고, 엽부위 함량은 각각 10.0, 9.6, 7.9 및 5.15%로 줄기가 잎보다 2배가량 높았다.

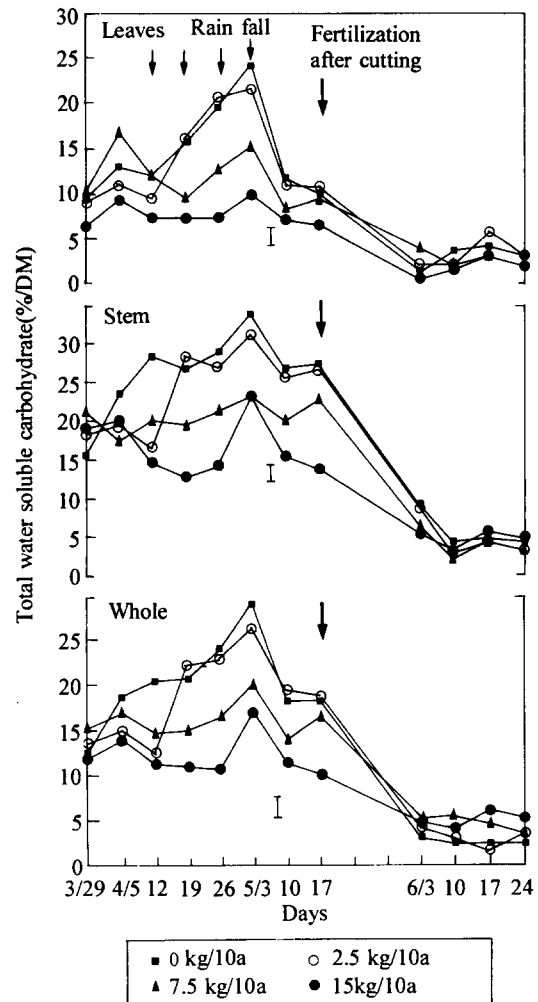


Fig. 3. Effects nitrogen fertilization on total water soluble carbohydrate content of leaves, stem and whole in Italian rye grass

질산태질소와 탄수화물과의 관계를 보면 수용성 탄수화물 함량이 감소하면 질산태질소 축적이 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 질산태질소 함량이 낮은 사료작물을 생산하기 위해서는 질소 사용량을 감소하고 수용성 탄수화물 함량을 높이는 재배법이 필요하다고 생각된다.

IV. 적 요

본 연구는 사료작물의 질산염 축적에 미치는 효과를 관찰하기 위하여 Italian rygrass에 질소비료를 수준별(2.5, 7.5 and 15kg-N/10a)로 사용한 후 질산태 질소 함량, 전질소 함량, 수용성 탄수화물 함량을 조사하여 다량의 질소시비로 인한 질산염 중독을 예방하기 위한 적정 시비수준을 검정하고자 1987년 9월 27일부터 1988년 6월 24일까지 전남대학교 농과대학 시험포장에서 난괴법으로 설계하여 수행하였는데 그 결과를 요약하면 다음과 같다. 질소시비수준에 따라 Italian rygrass의 질산태 질소 함량은 지상부 전체, 경부 및 엽부에서 현저하게 증가하는 경향을 보였으며($P < 0.05$) 식물체 부위별 전질소 함량은 엽부가 경부보다 높았으나 질소시비 수준간에 유의차는 없었다. 수용성 탄수화물 함량은 경부가 엽부보다 더 높았고 예취 후 급격한 감소를 보였으며 시비량이 증가할수록 현저하게 감소되는 경향을 나타냈다($P < 0.05$). 따라서 Italian rygrass의 질산염 축적이 문제시 되지 않는 적당한 시비량은 권장시비량(7.5 kg-N/10a)이하로 보인다.

V. 인용 문헌

1. Adegbola, A.A. and C.M. Mckell. 1966. Regrowth potential of coastal bermudagrass as related to pervious nitrogen fertilization. *Agron., J.* 58:145-146.
2. Alberda, T.H. 1960. The effect of nitrate nutrition on carbohydrate content in *Lolium perenne*. *Proc. 8th Internat. Grass. Cong. Session 8b*, 612-617.
3. A.O.A.C. 1980. Official methods of analysis(13th). Washington D. C.
4. Brown, C.M. 1974. Chronic amaranthus(pigweed) toxicity in cattle *Vet. Med. Small Animal Clinician*, 69:1551.
5. Brown, J.R. and G.E. Smith. 1966. Soil fertilization and nitrate accumulation in vegetables. *Agron. J.*, 58:209.
6. Buck, W.B. 1970. Nitrates and related problems. *J. Am. Vet. Med. Assen.*, 156:10.
7. Buck, W.B., G.D. Osweiler and G.A. Van Gelder. 1973. Nitrates nitrites and related problems. *Clinical and diagnostic veterinary toxicology. Kendall/Hunt Pub. Co.*, p. 55.
8. Clarke, E. G.C. and M.L. Clarke. 1975. Nitrates and nitrites. *Veterinary toxicology. Bailliere Tindall*, p.89.
9. Emerick, R.J., L.B. Embry and R.W. Seerley. 1965. Rate of formation and reduction of nitrite induced methemoglobin in vitro as influenced by diet of sheep and age of swine, *J. Anim. Sci.*, 24:221-230.
10. Greene, I. and E.P. Hiatt. 1954. Behavior of the nitrate in the dog. *Am. J. Physiol.*, 176:463-467.
11. Hill, R.M. and C.W. Ackerson. 1964. Lethal and sublethal levels of nitrate, *Feed, Age*.
12. Hojjati, S.M., W.C., Templeton, Jr., T.H. Taylor, H.E., Mckean, and J. Byars. 1973. Postfertilization changes in concentration of nitrate nitrogen in Kentucky bluegrass and tall fescue herbage. *Agron. J.*, 65:860-883.
13. Mayo, N.S. 1895. Cattle poisoning by nitrate of potash. *Kansas Agr. Sta. Bull.*, 48:3-5.
14. Miyazaki, A., S. Uesaka. and K. Tsuda. 1967. The concentration of nitrates in soiling cereals varying with cutting dates. In special reference at their variation with plant species and strains. *Jap. J. Zootech. Sci.*, 38:133-140.
15. Nehring, K. und M. Hoffmann. 1958. *Z. landwirtsch. Versuchs, Untersuchungs*, 4:417-442.

16. O' Hara, P.J. and A.J. Fraser. 1975. Nitrate poisoning in cattle grazing crops. N. Z. Vet. J., 23 (4):45-53.
17. Radeleff. R. D. : Nitrates and nitrites. 1970. Veterinary toxicology. 2th. ed., Lea and Febiger, Philadelphia., p.176.
18. Smith, H.A., T.C. Johnes and R.D. Hunt. 1972. Nitrates and nitrites Veterinary pathology, ed., Lea and Febiger, Philadelphia., pp.911-920.
19. Sullivan, J.T., and V.G. Sprague. 1943. Composition of the roots and stubble of perennial ryegrass, following partial defoliation. Plant Physiol., 18:656-670.
20. Tillman, A.D. 1965. Urea, nitrites and vitamin A in ruminant nutrition. Feed age 11:20-21.
21. 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. Zotech. Sci., 36:81-85.
22. Venter, F. 1980. Der Nitrategehalt in Rettich. Kurzfassung d. Vortrage auf dem 92. VDLUFA-Konger Braunschweig, 9:109.
23. 上坂章次, 宮崎昭. 1964. 合成エニベワの育成の飼料的利用, 第1報 エニベワの硝酸鹽含量, 畜産の研究, 18:83.
24. 草水崇, 吉野實. 1967. 古九州の火山灰畑にすける牧草の養分代謝に關する研究(5). 日土肥誌38 (23):74-78.
25. 大山喜信, 1976. 栽培植物分析測定法. 作物分析委員會篇 pp 335-339. 養賢堂. 宮崎昭, 石田直産. 1968. サイーン調製時にすする青刈飼料中毒の硝酸鹽含量の變化につて. 日本畜産學會報, 39:313.
26. 新井則雄, 井上哲夫, 金井福太郎, 葡問利治, 北京健吾, 野本貞夫, 岡田耕耘, 大澤安治, 折原龍夫, 條田次三郎, 鹽原北佐雄, 條原武昭, 渡邊文男. 1970. 飼料作物等に基本する乳の硝酸鹽中毒に關する研究(シリス No 1). 乳牛の硝酸鹽中毒様疾患續發例の實態調査と要因の研究. 埼玉縣畜産試験場報告, 41:1-3
27. 渡邊文男, 細谷英夫, 久郷準, 野本貞夫, 新井則夫, 條原武昭. 1973. 乳牛の硝酸鹽中毒に關する研究. 第2報 乳牛給與飼料中硝酸鹽について. 東京獸醫畜産學會雜誌 19:254.
28. 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.
29. 産業圖書. 1964. Phenol 黃酸法, 京都大學農學部農藝化學教室. 農藝化學實驗書, pp.135-136,
30. 南宮錫, 趙鍾厚, 申光淳, 黃大羽. 1979. Milk중 아질산염 및 질산염함량, 한국수의공중보건학회지. 3(2):103-105.
31. 朴權瑀, Fritz. D. 1982. 토양수분, 재배시기, 수확기 및 시비가 무우의 질산염함량에 미치는 영향. 한국환경학회지, 1:59-64.
32. 申光淳, 南宮錫. 1977. 채소 및 과실중 질산염과 아질산염의 축적에 관한 연구. 한영지, 10(4):111-115.
33. 全宇福, 金東岩. 1980. Ladino clover 및 Orchardgrass의 양분대사와 예취관리에 관한 연구. 한축지, 22(3): 207-212.