

碩士學位論文

窒素 施肥에 따른 靑刈무 品種의
生態反應과 收量性 및 飼料價値 分析



吳 泰 洙

110.387

2000年 12月

窒素 施肥에 따른 靑刈무 品種의
生態反應과 收量性 및 飼料價値 分析

指導教授 趙 南 棋

吳 泰 洙

이 論文을 農學 碩士學位 論文으로 提出함



吳泰洙의 農學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 宋 昌 吉 
委 員 朴 良 門 
委 員 趙 南 棋 

濟州大學校 大學院

2000年 12月

Effects of Nitrogen Application Rate on the Ecological Response, Yield Potential and Feed Value in Radish Cultivars

Tae-Soo Oh

(Supervised by Professor Nam-Ki Cho)



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

DEPARTMENT OF AGRONOMY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

December 2000

목 차

Summary	1
I. 서 언	3
II. 연구사	4
III. 재료 및 방법	7
IV. 결과 및 고찰	9
1. 생육반응	9
2. 수량성 변화	12
3. 사료가치 변화	14
V. 적 요	17
인용문헌	18



Summary

In order to determine the influence of nitrogen fertilizer on agronomic characters, and forage and quality, Danjimu, Sannariyeolmu and Seouldaehyungmu were cultured on the volcanic ash soil at the Experimental Farm of Cheju University under seven nitrogen rates (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 kg/ha) from April 17 to June 20, 1999.

- 1) Days to flowering was delayed from 47 to 54 days after seeding as the nitrogen rate increased. Days to flowering of Seouldaehyungmu was very fast(44days) while Danjimu was slow(54days).
- 2) The plant height increased by increasing of nitrogen rate, the longest was observed at 250 kg/ha treatment (92.7cm) and 300kg/ha treatment(93cm), but there was no significance. Plant height of Seouldaegyungmu was the tallest(91.5cm) of all, while that of Danjimu was the shortest(79.8cm).
- 3) Total fresh yield was very high at 250kg/ha treatment(94.2MT) and at 300kg/hatreatment(96.2MT), but there was no significance, on the other hand, was the shortest in the case of non-treatment(46.5MT).
- 4) Fresh forage yield, dry matter yield, root fresh weight and crude protein yield showed a similar tendency to total fresh yield as the nitrogen rate increased. In the above characters, Seouldaegyungmu was great, Danjimu and Sannariyeolmu were low.
- 5) As the nitrogen rate increased from 0 to 300 kg/ha, the content of crude protein(18.4 to 29.7%), ether extract content(6.0 to 7.1%), nitrogen-free

extract content(23 to 29.8%) and total digestible nutrients(46.9 to 66.5%) increased but crude ash(19.6 to 16.6%) and crude fiber(16.7 to 12.1%) decreased.



I. 서 언

무(*Raphanus sativus* L.)는 십자화과에 속하는 생육기간이 짧은 일년생식물로서 해안가에서나 습도가 높은 지역에서도 생육이 양호하며, 연작에서도 품질이 향상되고 청예의 수량성도 비교적 높은 작물로 알려지고 있다.

무앞에는 비타민 A 가, 뿌리에는 비타민 C가 풍부하여 오래 전부터 세계 여러 나라에서는 채소용으로 재배되었고, 최근에는 영국을 비롯하여 유럽의 각국에서는 다즙질 청예사료작물로 재배면적이 확대되고 있는 실정이다. 우리 나라에서 무재배 면적은 35,518ha에 생산량은 1,435,296ton이며, 제주도의 재배면적은 729ha에 생산량은 45,941ton으로 주로 채소용으로 이용되고 있고, 일부 부산물은 가축사료로 이용되고 있다(제주도, 1999, 한국농업연보, 1996).

특히 무는 다비성 작물로서 3요소중 질소시비 효과가 매우 크고, 수량구성 요소의 성립과정에서도 매우 중요한 역할을 하게 되며, 무의 전 생육기간에 필수 요소로서 수량성에도 매우 관계가 깊다(Songin, 1985). 제주도와 같이 강우량이 많고, 비료 유실량이 많은 화산회토양에서는 다른 지역에 비하여, 사료작물재배에는 질소 시비량이 다소 많은 것으로 알려지고 있다. Cho 등 (1998)은 사료용 유채에서, Cho와 Yu(1993)는 수단그라스에서, Park 등(1996)은 수수에서 300kg/ha 질소시비에서 초장도 길었고, 생초 및 건물수량이 높다고 하였다. Patras와 Pinzariu(1983)은 건조한 지역에서 100kg/ha, 강우량이 많은 지역에서는 270kg/ha의 질소시비가 사료작물의 생초 및 건초 수량이 높다고 보고한 바 있고, Patras와 Pinzariu(1983)는 질소시비에 따른 십자화과 식물의 생육은 재배지역의 기상, 토양 등의 환경조건과 관리방법등에 따라서 크게 다르다고 하였다(Sinyavskii 등1985). 무는 제주도 기상, 토양등의 환경조건에서 적응성이 매우 높은 청예사료작물로 이용가치가 매우 높은 것으로 생각되나, 사료작물로서 재배법 확립에 대한 연구는 거의 이루어진 바 없다.

따라서 본 시험은 제주도에서 질소시비량 차이에 따른 무품종의 생육반응, 청예의 수량성 및 사료가치등을 검토하고, 질소비료의 이용효율을 높이고자 하였다.

II. 연구사

무(*Raphanus sativus* L.)는 고대 이집트, 로마 및 그리스에서 최초로 재배되었고, 중국에서는 기원전 400년경에 재배되었다. 우리나라에서는 기원전 50년경에 중국에서 전파된 이후부터 채소 및 가축사료용으로 재배법이 발달되었다.

무의 질소시비에 따른 생육 및 수량성은 재배지역의 토양, 기상등의 환경조건(Eguchi, 1963)과 품종(Arthey, 1975), 재배 및 관리방법차의에 따라 다르다는 사실은 여러 연구자들에 의하여 보고된바 있다.(Kappel, 1977), Vetter등(1972)은 사료작물의 질소시용은 강우량과 밀접한 관계가 있다고 하였으며, Patras와 Pinzariu(1983)은 십자화과등 사료작물의 질소시비는 건조한 지역에 시비에서 수량성이 매우 높았다고 하였고, Sheldrick등(1981)은 무는 다비성으로서 3요소중 질소요구량이 매우 높은 식물이라고 하였다.

Songin(1985), Sinyavskii등(1985)은 무등의 십자화과 사료작물의 질소시비수준을 33kg, 66kg, 99kg 및 132kg/ha로 하였을 때 수량은 거의가 직선적으로 증가되었다고 하였으며, Cho 등(1998)은 화산회토에서 질소시비량이 100kg에서 300kg/ha로 증가됨에 따라 청예유채의 개화기까지 일수도 지연되고, 초장, 엽장, 엽수등 모든 형질이 우세하였을 뿐만 아니라 청예의 수량 및 단백질수량은 증가 되었다고 하였고 Patras와 Pinzariu(1983)은 ha당 120kg~160kg의 질소시비하였을 때가 80kg을 시비하였을 때에 비하여 유채의 청예수량을 증가하였다고 보고하였다. 그리고 Timirgaziu(1983), Sheldrick(1981)등은 사료용 청예의 건물수량과 조성분을 높이기 위해서는 질소 시비량을 증가시키는 것이 필수적이라고 보고하였다(Berendonk, 1983; Harper와 Compton, 1980).

사료용 유채의 질소시용 시기에 관하여 Oostendorp(1964)는 평균기온이 10일 동안 0℃ 이상 계속되는 시기에 질소를 시비하는 것이 좋다고 하였으며, Ansorge(1967)는 요소비료 시비시 일평균기온이 5℃이상일 때 주는 것이 좋다고 하였고, Mott(1977)는 질소시용에는 이른봄 목초류가 파종후 일평균기온이 8~10℃되는 시기에 주는 것이 추비 효과가 크다고 하였다. 그리고 Ernst등(1976)도 초봄 질소시비 적기를 규명하기 위한 시험에서 1월부터 적산온도 260℃ 시기에 추비하는 것이 건물수량

이 가장 많았다고 하였다.

Roth(1967), Dilz(1968) 등도 이른봄 목초가 생육하는 시기를 선택하여 질소비료를 시비하는 것이 가장 효과적이라고 하였다. 또한 Boxem(1967)는 질소비료 추비 적기를 3월 초순부터 중순까지가 가장 알맞다고 하였고, Richter(1968)는 질소비료를 적기에 시비하였을 때 목초의 생육기간이 연장되었다고 보고하였다. Burg(1970)는 질소비료의 양과 시비시기는 목초의 수량을 증가시키는데 큰 영향을 미치게 한다고 하였다.

Gupta등(1974)은 9종의 십자화과 식물의 조성분을 분석한 결과, 조단백질함량은 12~23%, 소화율은 67~84%로 다양하게 나타났다고 하였고, Kay 등(1977)은 순무의 조단백질함량의 건물(kg당)로는 10~13%인데 비하여 유채는 13~19%로 순무보다 높다고 하였다. 그리고 Groppel 등(1982)은 19종의 겨울철 사료작물들의 조성분을 비교 시험한 보고, 유채는 조단백질과 조회분함량이 가장 높고 조섬유함량이 가장 낮았다고 보고하였다.

사료용 유채는 수확기가 늦어짐에 따라 17%내외의 조단백질함량에 차이가 생긴다고 하였고(Berendonk, 1983), 유채와 무의 조성분을 비교할 때 소화율은 70.8%, 조단백질은 32~38%, 대사에너지는 1kg의 건물당 21.1M/T이었으나 수확기에 따라 큰 차이를 보였다고 하였으며(Harris, 1964, Macleod, 1974), Sinyavaskii 등(1985), Jung 등(1986), Hatangozo 등(1985)은 시비와 파종방법등이 청예유채의 청예수량과 조단백질함량에 크게 영향을 미치게 된다고 하였고, 토양중 질소함량이 유채 건물생산에 가장 중요한 역할을 하게 된다고 Sheldrick(1981)은 보고하였다.

질소시비 수준에 따라 유채의 체내에 질산태질소함량뿐만 아니라 건물수량과 조단백질함량도 각기 다르게 나타나지만(Simtea 등, 1968; Jung 등, 1986), Campino(1985)는 질소와 가리질비료 시용으로 토양내의 유기화가 촉진되면서 유채의 질소흡수가 높아지고, 따라서 조단백질함량도 증가한다고 하였다.

그리고 조(1986)는 질소증시에 따라 사료용 유채의 조단백질함량과 조회분함량이 높고 조섬유함량은 낮았다고 하였다. 그리고 조단백질에서는 glutamic acid, proline 및 aspartic acid 함량이, 조회분에 있어서는 P, Ca 및 Mg함량이 높았다고 보고하였다.

Nitsch(1986)은 사료용 무, 유채, 화분과 및 완두콩의 질산태질소함량을 비교한 결과 유채가 1,163~3,353ppm으로 가장 높았고 사료작물 건물중 0.5~1.5%의 질산태 질소가 함유되더라도 동물에게 나쁜 영향을 미치며 1.5%이상인 사초만을 급여하였을 경우에는 가축이 질산태질소 중독에 걸리게 된다고 보고하였다.



Ⅲ. 재료 및 방법

본 시험은 1999년 4월 17일부터 6월 20일까지 표고 278m에 위치한 제주대학교 농과대학 부속농장에서 산나리열무, 서울대형무 및 단지무를 시험하였다. 파종은 1999년 4월 17일에 3.5kg/ha에 해당하는 종자를 주간 15×15cm 간격으로 2~3점씩 점파하였으며, 유표가 정착한 후 1분씩만 남기고 쉬음을 하였다. 시험구 면적은 6.6㎡로 하였고, 시험구 배치는 질소시비량을 주구로 품종을 세구로 하여 분할구 배치법 3반복으로 하였다.

시험포의 토양은 화산회토가 모재로 된 농암갈색토로 표토(10cm)의 화학적 성질은 Table 1에서 보는 바와 같이 비옥도가 다소 낮은 편이었다. 재배 기간중의 기상조건은 Table 2에서 나타내었다.

Table 1. Chemical of experimental soil before cropping.

pH (1.5)	Organic matter (%)	Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exchangeable cation(c mol/kg)				EC (dS/m)
			Ca	Mg	K	Na	
5.51	8.21	146.6	0.20	0.08	0.21	0.04	7.61

Table 2. Monthly air temperature in Jeju region during the experiment.

Month		Air Temperature (°C)			Humidity (%)	Precipitation (mm)
		Max.	Min.	Mean		
May	Early	15.9	5.1	10.6	95.4	4.3
	Middle	17.7	8.4	12.6	97.2	1.1
	Late	20.7	8.9	15.0	98.7	0.0
June	Early	22.1	10.5	16.4	90.8	3.4
	Middle	22.7	11.6	16.9	98.5	0.7
	Late	23.1	12.5	17.8	97.4	3.1
July	Early	25.7	16.1	20.4	98.2	4.0
	Middle	26.5	15.8	21.1	97.6	3.9
	Late	22.6	15.3	18.6	90.7	10.4

질소 시비(요소)는 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300kg/ha의 7개 수준으로 하여 전
 술한량의 50%는 기비로 하였고 나머지 50%는 파종 후 25일에 추비로 하였다. 시
 험포의 일반 관리는 일반관례에 준하였다. 각 형질조사는 三井(1988)의 청예사료
 작물 조사기준에 준하여 개화기까지의 일수는 포장에서 조사하였으며, 엽록소 측
 정(SPAD-502, Soil Plant Analysis Development; SPAD, Section, Minolta
 Camera co., Japan)은 각 시험구에서 엽층간의 엽육사이를 개체당 5회 측정하여
 평균치를 이용하였다. 기타 형질은 1999년 6월 20일에 각 시험구에서 초장의 중간
 인 10개체를 선정하여 초장, 근장, 엽수 등을 측정하였다. 생초중, 근중은 6.6m² 각
 구에서 측정된 다음 ha당 청예수량으로 환산하였고, 건물중은 각구의 중간에서 예
 취한 생엽중에서 500g의 시료를 80℃ 통풍건조기에서 48시간 건조시켜 건물중을
 조사하였다.

조단백질(CP), 조지방(EE), 조섬유(CF), 조회분(CA) 및 가용무질소물(NFE) 등의
 일반 조성분은 80℃ 통풍건조기에서 48시간 건조시킨 후 분쇄하여 2mm체를 통과
 시킨 시료를 이용하여 농진청 축산연(1996) 표준사료성분 분석법에 준하여 분석하
 였다. 가소화양분총량(TDN)은 Wardeh(1981)가 제시한 수식에 의하여 산출하였으
 며, 조단백질수량은 건물수량×단백질함량으로 환산하였다.

$$TDN(\%) = -17.265 + 1.212CP(\%) + 2.464EE(\%) + 0.835NFE(\%) + 0.448CF(\%)$$

IV. 결과 및 고찰

1. 생육반응

질소 시비량 차이에 따른 개화기까지의 일수, 초장, 엽수, 근장 및 엽록소 측정치는 Table 3에 나타냈다.

개화기까지의 일수는 품종별로 47일에서 51일로 질소 시비구간에 큰 차이는 없었으나 질소 시비량이 증가할수록 개화기까지의 일수는 늦어지는 경향이였다. 품종에서는 서울대형 무가 시비구별 평균 44일로 가장 짧았고, 다음이 산나리열무가 49일이었으며 단지무는 54일로 개화기까지의 일수가 늦은 편이였다. 이와 같은 경향은 질소시비량 차이에서 뚜렷한 경향이였다.

질소 시비에 따른 평균초장은 서울대형무가 91.5cm로 가장 길었고, 다음이 단지무가 85.6cm였으며, 산나리열무는 79.8cm로 짧았다. 질소시비량 차이에 따라서는 무비구에서 품종 평균 초장은 66.2cm였으나 시비량이 증가함에 따라 점차적으로 길어져서 250kg/ha과 300kg/ha 질소시비구에서 초장은 각각 92.7, 93.3cm로 길었으나 두 시비구 간에는 유의성은 없었다.

엽수와 근장은 무비구에서 품종 평균 12.8개, 19.1cm였으나 시비량이 증가함에 따라 점차적으로 증가되어 300kg/ha 질소시비구에서 엽수는 15.2개, 근장은 23cm로 길었다. 품종별로 근장은 단지무가 22cm로 길었고, 산나리열무와 서울대형무는 각각 21.3cm, 21.2cm로 짧았다. 엽수는 산나리열무가 15.4개로 많았으며, 단지무와 서울대형무는 13.8와 13.4개로 적은편 이였다. 엽록소 측정치는 무비구에서 품종 평균 32.8이었으나 질소시비량이 증가함에 따라 점차적으로 높아져서 300kg/ha 질소 시비구에서 38.3으로 증가되었다. 품종별 엽록소 측정치는 산나리열무가 38.8로 높았고, 단지무가 33.6으로 낮았다. 본 시험에서 질소시비량이 50kg/ha에서 300kg/ha 까지 증가함에 따라 무 품종의 초장 및 근장도 길어지고, 엽수등의 주요형질이 우세한 것은 제주도는 다른 지역에 비하여 강우량이 많고, 화산회토양으로서 비료유효실량이 많은 지역으로서 질소시비량 증가에 따른 질소이용효율이 높는데 기인된 것으로 생각되었다. 제주도에서 질소시비량이 50kg에서 300kg/ha 증가함에 따라

유채등 십자화과 사료작물의 개화기까지의 일수도 지연되고, 초장, 근장 및 엽수 등 모든 형질이 우세하였다는 Cho 등 (1998)의 보고와 일치되는 경향이였다. 다른 지역에서도 토양, 기상 등의 환경조건과 품종 및 재배 방법에 따라 다소간 차이는 있으나(Patras 와 Pinzariu, 1983; Sinyavskii 등, 1985), 질소시비량 증가에 따라 십자화과 사료작물의 생육이 우세하였다는 Songin(1985), Sheldrick 와 Lavender(1981), Timirgaziu(1983) 등의 보고와 본 조사 결과와 비슷한 경향이였다.



Table 3. Growth characters of three radish cultivars as affected by nitrogen rate

Nitrogen rate (kg/ha)	Cultivar	Growth characters				
		Flowering date	Plant height(cm)	Root length(cm)	No. of leaves per plant	SPAD reading values
0	Danjimu	10 June (52 [†])	68.4	19.5	12.2	31.5
	Sannariyeoulmu	5 June(47)	62.1	19.2	14.1	33.6
	Seouldaehyeungmu	30 May(41)	68.1	18.7	12.1	33.3
	Mean	5 June(47)	66.2	19.1	12.8	32.8
50	Danjimu	11 June(53)	82.1	20.7	12.5	32.5
	Sannariyeoulmu	6 June(48)	75.2	20.4	14.2	36.8
	Seouldaehyeungmu	31 May(42)	89.6	20.7	12.3	33.8
	Mean	6 June(48)	82.3	20.6	13.0	34.3
100	Danjimu	12 June(54)	85.2	21.5	13.0	32.8
	Sannariyeoulmu	7 June(49)	78.3	20.9	15.3	41.1
	Seouldaehyeungmu	1 June(43)	92.1	21.2	13.5	35.2
	Mean	7 June(49)	85.2	21.2	13.9	36.4
150	Danjimu	12 June(54)	88.3	22.3	14.0	33.4
	Sannariyeoulmu	7 June(49)	82.9	21.4	15.7	39.8
	Seouldaehyeungmu	2 June(44)	95.0	21.5	13.8	34.8
	Mean	7 June(49)	88.7	21.7	14.5	36.0
200	Danjimu	13 June(55)	90.3	22.9	14.9	34.3
	Sannariyeoulmu	8 June(50)	85.1	21.8	16.2	37.0
	Seouldaehyeungmu	3 June(45)	97.3	21.7	13.9	37.8
	Mean	8 June(50)	90.9	22.2	15.0	36.4
250	Danjimu	13 June(55)	92.4	23.3	14.9	34.5
	Sannariyeoulmu	9 June(51)	87.1	22.7	16.2	42.9
	Seouldaehyeungmu	4 June(46)	98.7	22.1	14.2	36.5
	Mean	8 June(50)	92.7	22.7	15.1	38.0
300	Danjimu	13 June(55)	92.5	23.8	15.0	35.9
	Sannariyeoulmu	9 June(51)	88.0	22.9	16.4	40.3
	Seouldaehyeungmu	4 June(46)	99.4	22.3	14.3	38.8
	Mean	9 June(51)	93.3	23.0	15.2	38.3
Mean	Danjimu	12 June(54)	85.6	22.0	13.8	33.6
	Sannariyeoulmu	7 June(49)	79.8	21.3	15.4	38.8
	Seouldaehyeungmu	2 June(44)	91.5	21.2	13.4	35.7
	Mean	7 June(49)	85.6	21.5	14.2	36.0
LSD(5%)	1	1.54	1.15	0.82	0.95	2.80
	2	0.74	2.54	0.45	0.40	2.45
	3	1.80	6.23	1.11	0.98	6.00
	4	1.81	5.98	1.10	1.00	5.83

1 Between N fertilization means

2 Between cultivar means

3 Between cultivar means for the same N fertilization

4 Between N fertilization means for the same or cultivar means

†: days from planting to flowering

2. 수량성 변화

질소 시비량 차이에 따른 ha당 생초수량, 건물수량 근중 및 단백질 수량은 변화는 Table 4에서 나타내었다.

품종별 평균 ha당 총수량은 산나리열무가 90.5MT로 가장 무거웠고, 서울대형무는 75.7MT로 중간이었으며, 단지무는 68.8MT로 낮은편이었다. 질소 시비에 따른 ha당 총수량은 무비구에서 46.5MT였으나 시비량이 증가함에 따라 점차적으로 증가되었고, 250kg, 300kg/ha 질소시비구에서 각각 94.2MT, 96MT로 증수되었으나 두 시비구간에는 유의성은 없었다. ha당 생초수량, 근중 및 건물수량은 총수량이 변화와 비슷한 경향이였다. 즉 무비구에서 생초수량은 34.5MT, 근중 12.1MT, 건물수량은 3.8MT였던 것이 시비량이 증가함에 따라 점차적으로 증가되었고, 250 kg, 300kg/ha 시비구에서 생초수량은 74.5MT에서 76.2MT로, 근중은 19.7MT에서 19.8MT로, 건물수량은 12.6MT에서 12.8MT로 증수되었으나 두 시비구간에 유의성은 인정되지 않았다. 품종중에는 산나리열무가 1ha당 생초수량 73MT, 건물수량 10.1MT, 근중 17.5MT, 단백질 수량은 2.7MT로 우수하였으나 서울대형무는 생초수량은 59.1MT 중간이었고, 근중 16.6MT, 건물수량 8MT, 단백질수량은 2MT로 수량성은 가장 낮은 편이었다.

본 시험에서 무 품종의 생초중, 건물중, 근중 및 단백질 수량이 질소 시비량 증가에 따라 증수된 것은 전술한 바와 같이 본 조사지역의 기상, 토양 등의 환경조건 때문에 질소시비 효과가 현저한 것으로 생각되었다. 또한 무는 질소요구량이 매우 높은 습성 때문에 질소시용량 증가에 따라 점차적으로 수량이 증가된 것으로 보였다(Sheldrick 와 Lavender, 1981). 제주도에서 청예유채에서도 Cho 등(1998)은 질소 50kg/ha에서 300kg/ha로 증가됨에 따라 수량성이 매우 높았다는 보고도 있고, 다른 지역에서도 질소 시비량 증가에 따라 무, 유채등 십자화과 사료작물의 수량성을 증가시켰다는 Songin (1985), Sheldrick 와 Lavender (1981) 보고도 본 시험 결과와 비슷하였다. Patras 와 Pinzariu(1983)는 강우량이 많은 지대에서 질소시비량은 270kg/ha로 하는 것이 청예사료작물의 수량이 매우 높다는 보고도 있다.

Table 4. Yield characters of three radish cultivars as affected by nitrogen rate

Nitrogen rate (kg/ha)	Cultivar	Yield characters(MT/ha)				
		Fresh forage yield	Root weight yield	Total yield [†]	Dry matter yield	Crude protein yield
0	Danjimu	25.9	14.1	40.0	4.2	0.7
	Sannariyeoulmu	39.5	9.7	49.2	3.6	0.7
	Seouldaehyeungmu	37.9	12.5	50.4	3.6	0.7
	Mean	34.5	12.1	46.5	3.8	0.7
50	Danjimu	41.6	16.4	57.9	6.6	1.3
	Sannariyeoulmu	59.9	14.4	74.3	6.8	1.4
	Seouldaehyeungmu	48.9	15.0	63.9	5.3	1.1
	Mean	50.1	15.3	65.4	6.2	1.3
100	Danjimu	48.9	17.3	66.3	7.9	1.9
	Sannariyeoulmu	68.8	17.3	86.1	8.4	2.0
	Seouldaehyeungmu	56.2	16.3	72.6	6.8	1.5
	Mean	58.0	17.0	75.0	7.7	1.8
150	Danjimu	57.1	18.3	75.4	9.4	2.6
	Sannariyeoulmu	76.8	19.3	96.1	10.3	2.8
	Seouldaehyeungmu	60.5	17.3	77.8	7.8	1.8
	Mean	64.8	18.3	83.1	9.2	2.4
200	Danjimu	59.5	18.6	78.1	10.9	3.1
	Sannariyeoulmu	82.5	20.1	102.6	12.5	3.5
	Seouldaehyeungmu	65.6	18.1	83.7	9.3	2.2
	Mean	69.2	19.0	88.1	10.9	3.0
250	Danjimu	61.2	20.2	81.4	11.7	3.6
	Sannariyeoulmu	90.9	20.7	111.6	14.6	4.2
	Seouldaehyeungmu	71.3	18.2	89.5	11.4	3.1
	Mean	74.5	19.7	94.2	12.6	3.6
300	Danjimu	62.3	20.2	82.6	11.9	3.8
	Sannariyeoulmu	92.8	20.8	113.5	14.8	4.2
	Seouldaehyeungmu	73.4	18.4	91.9	11.6	3.3
	Mean	76.2	19.8	96.0	12.8	3.8
Mean	Danjimu	50.9	17.9	68.8	9.0	2.4
	Sannariyeoulmu	73.0	17.5	90.5	10.1	2.7
	Seouldaehyeungmu	59.1	16.6	75.7	8.0	2.0
	Mean	61.0	17.3	78.3	9.0	2.4
LSD(5%)	1	1.33	0.12	1.37	0.32	0.06
	2	5.85	1.82	7.28	1.20	0.38
	3	14.33	4.47	17.84	2.93	0.92
	4	13.72	4.28	17.09	2.81	0.88

1 Between N fertilization means

2 Between cultivar means

3 Between cultivar means for the same N fertilization

4 Between N fertilization means for the same or cultivar means

†: Freshforage yield and root weight yield

3. 사료가치 변화

질소 시비량 차이에 따른 사료가치 변화는 Table 5에서 보는 바와 같다.

질소 시비량이 증가함에 따라 모든 품종이 조단백질, 조지방, 가용성 질소물 및 가소화 양분 총량은 증가되는 경향이었으나 조회분과 조섬유함량은 낮아지는 경향이였다. 즉 무비구에서 단백질함량은 18.4%, 조지방 6.2%, 가용성무질소물 23%, 가소화양분총량은 46.4%였으나 시비량이 증가함에 따라 점차적으로 증가되었고, 300kg/ha 질소시비에서 조단백질함량은 29.7%, 조지방함량 7.1%, 가용성무질소물 29.8%, 가소화양분총량은 66.5%로 높아졌다. 이와는 반대로 조회분함량과 조섬유함량은 무비구에서 각각 19.6%, 16.7%였던 것이 시비량이 증가됨에 따라 점진적으로 낮아져서 300kg/ha 질소시비구에서는 조회분함량은 16.6%, 조섬유는 12.1%로 낮았다. 가소화양분총량은 산나리열무와 단지무가 각각 60.8%, 59.5%로 높았으나 서울대형무가 53%로 가장 낮았으며, 단백질함량은 단지무가 25.6%로 높고, 서울대형무가 23.5%로 낮았다. 조섬유함량은 서울대형무가 17.4%로 높고, 단지무가 13.5%로 낮았으며, 조회분은 산나리열무가 19.3%로 높고, 서울대형무가 16.3%로 낮았다. 가용성무질소물은 서울대형무가 29.4%로 높았고, 산나리열무가 23.3%로 낮은 편이었다.

본 시험에서 단백질함량, 조지방함량, 가용성무질소물 등의 성분은 질소 시비량 증가에 따라 높아지는 경향이었으나 조섬유함량과 조회분함량이 낮아진 원인은 질소는 식물의 주 성분인 단백질 합성에 중요한 역할을 하기 때문에(Songin, 1985) 질소비료증시에 따라 무의 세포내용물질인 N등을 증가시켜, 단백질함량, 조지방함량 및 가용성무질소물은 증가하였으나 이와는 반대로 조섬유함량 및 조회분 등은 세포벽 물질을 감소시킨데 기인된 것으로 생각되었다. 제주도에서 십자화과식물인 유채의 조성분 변화에서도 Cho 등 (1998)은 본 시험결과와 비슷한 결과를 보고한 바 있다. 십자화과 사료작물은 토양수분과 온도에 따라 조성분변화에 크게 영향을 미치게 된다(Venini와 Axamit, 1984). 일반적으로 무, 유채등의 사료작물은 질소시비량 증가에 따라 단백질함량, 조지방함량 등은 높아지나 조회분함량과 조섬유질함량은 낮아지는 것으로 Campino (1985), Songin (1985), Sheldrick

와 Lavender (1981)은 보고한 바 있다.

이상의 결과는 제주도와 같이 강우량이 많고 보비력이 매우 낮은 화산회토양 조건에서 청예사료작물로 무 재배에는 질소(요소)비료 1ha당 250kg 내외로 시비하는 것이 품질이 우수한 조사료를 생산할 수 있는 것으로 본다.



Table 5. Feed value of three radish cultivars as affected by nitrogen rate

Nitrogen rate (kg/ha)	Cultivar	Feed value (%)					
		CP	EE	CA	CF	NFE	TDN
0	Danjimu	17.1	6.2	19.7	14.9	25.7	46.9
	Sannariyeoulmu	18.7	8.4	21.5	15.7	19.2	49.3
	Seouldaehyeungmu	19.3	3.3	17.5	19.5	24.0	42.9
	Mean	18.4	6.0	19.6	16.7	23.0	46.4
50	Danjimu	19.3	6.4	18.4	14.2	27.2	50.9
	Sannariyeoulmu	21.1	8.5	20.0	14.9	20.9	53.4
	Seouldaehyeungmu	20.4	3.4	17.3	18.7	25.6	45.5
	Mean	20.3	6.1	18.5	16.0	24.6	49.9
100	Danjimu	23.5	6.6	17.8	13.8	27.2	56.3
	Sannariyeoulmu	23.6	8.6	19.8	14.7	22.2	57.7
	Seouldaehyeungmu	22.6	3.5	16.5	18.4	27.8	50.3
	Mean	23.2	6.2	18.0	15.7	25.7	54.8
150	Danjimu	27.6	6.8	17.4	13.7	28.0	62.6
	Sannariyeoulmu	27.2	8.7	19.6	14.6	23.4	63.3
	Seouldaehyeungmu	23.1	3.6	15.6	18.1	31.0	53.7
	Mean	25.9	6.4	17.5	15.5	27.5	59.9
200	Danjimu	28.6	6.9	16.3	13.4	28.1	63.8
	Sannariyeoulmu	28.1	8.8	19.1	14.5	23.9	65.0
	Seouldaehyeungmu	24.1	4.2	15.3	17.9	32.0	57.0
	Mean	26.9	6.6	16.9	15.3	28.0	61.9
250	Danjimu	30.9	7.2	16.1	12.8	28.2	67.3
	Sannariyeoulmu	28.5	9.2	18.3	13.9	25.4	67.3
	Seouldaehyeungmu	26.9	4.3	15.2	16.6	32.2	60.3
	Mean	28.7	6.9	16.5	14.4	28.6	65.0
300	Danjimu	32.2	7.5	15.8	11.6	28.2	68.9
	Sannariyeoulmu	28.6	9.3	17.0	12.4	28.0	69.4
	Seouldaehyeungmu	28.3	4.4	17.0	12.4	33.2	61.2
	Mean	29.7	7.1	16.6	12.1	29.8	66.5
Mean	Danjimu	25.6	6.8	17.4	13.5	27.5	59.5
	Sannariyeoulmu	25.1	8.8	19.3	14.4	23.3	60.8
	Seouldaehyeungmu	23.5	3.8	16.3	17.4	29.4	53.0
	Mean	24.7	6.5	17.7	15.1	26.7	57.8
LSD(5%)	1	0.62	0.11	0.41	0.92	1.37	0.65
	2	2.47	0.18	1.15	1.24	2.39	1.35
	3	6.05	0.43	2.82	3.03	5.86	3.30
	4	5.79	0.41	2.71	2.92	5.63	3.17

1 Between N fertilization means

2 Between cultivar means

3 Between cultivar means for the same N fertilization

4 Between N fertilization means for the same or cultivar means

V. 적 요

본 연구는 제주도에서 질소 시비량 차이(0, 50, 100, 150, 200, 250, 300kg/ha)에 따른 무의 생태반응, 청예수량성 및 사료가치를 검토하고, 질소의 효율적인 이용을 구명하기 위하여 1999년 4월 17일에 단지무, 산나리열무, 서울대형무를 파종하고, 1999년 6월 20일에 조사료의 이용가치를 분석하였다.

개화기까지의 일수는 질소시비량이 많아짐에 따라 47일에서 51일로 늦어지는 경향이였다. 품종에 따른 각 시비구별 개화기 일수는 서울대형무가 44일 빨랐고, 단지무가 54일로 늦었다.

초장은 무비구에서 66.2cm였던것이 질소시비량이 증가됨에 따라 점차적으로 길어져서 250, 300kg/ha에서 초장은 92.7cm, 93.3cm였으나 두 시비구간에는 유의성은 없었다. 품종에 따른 초장은 서울대형무가 91.5cm로 길었고, 단지무가 79.8cm로 짧았다.

1ha당 청예의 총수량은 250, 300kg/ha시비구에서 각각 94.2, 96.2MT로 가장 무거웠으나 두 시비구간의 유의성은 없었고, 질소 시비량이 감소됨에 따라 점차적으로 감소되어, 무비구에서는 46.5MT였다. 생초중, 건물중, 근중 및 단백질수량도 총수량의 변화와 비슷하였다. 품종별 총수량은 산나리열무가 90.5MT로 가장 무거웠고, 서울대형무는 75.7MT로 중간이었으며, 단지무는 68.8MT로 감소되었다.

질소 시비량이 증가됨에 따라 조단백질함량은 18.4%에서 29.7%로, 조지방함량은 6.0%에서 7.1%로, 가용무질소물은 23%에서 29.8%, TDN함량은 46.4%에서 66.5%로 증가되었으나, 조회분은 19.6%에서 16.6%로, 조섬유함량은 16.7%에서 12.1%로 낮아지는 경향이였다. TDN함량은 산나리열무와 단지무가, 단백질함량은 단지무가, 가용성 무질소물은 서울대형무가, 조섬유함량은 서울대형무가, 조회분함량은 산나리열무가 높은 편이었다.

인용문헌

1. Ansorge. H., Jauert. R. and P. Kundler. 1967. Die Dungung mit Harnstoff. Feldwirtsch. 10(4) : 174-177
2. Arthey, V.D 1957. Quality of horticultural products. Butterworths. London pp.27~87
3. Bererndonk, C.1983. Which rape variety to use for fodder welche Raposorte Zur Futternutzung. DLG-Mitteilungen. 98(10) : 578,580. Via Herb. Abst. 54 : 598, 1984
4. Boxem. T. 1967. Zignung verschiedner N-Formen auf Gruland in Fruh Jahr. Stikstof 5.54 : 296-301
5. Burg. P.F.J. Van. 1970. The seasonal response of grassland hervage to nitrogen. Neth. Nitrogen Tech. Bull. 8: 59.
6. Campino, I.1985. Effect of the K₂O fertilization on the N mineralization in a grassland soil and on the N-uptake by Italian ryegrass. Proceedings of the VI IGC, 452-453.
7. 제주도. 1999. 제주도 통계연보 39 : 46-59.
8. Cho, N. K. and Yu. C. S. 1993. Influence of Nitrogen Rate on the Agronomic Characters and Feeding Value of Forage in Sudan Grass Hybrid. Subtrop. Agric. Cheju Nat. Univ. 10 : 29-40.
9. Cho, N. K., W. J. Jin, Y. K. Kang, M. R. Ko, and Y. M. Park. 1998. Effect of Nitrogen Rate on Growth, Yield and Chemical Composition of Forage Rape cultivars. Korean J. Crop Sci. 43(2) : 66-70.
10. Dilz. 1968. Balance and availibility of soil nitrogen as affected by temperature and growing season. Stikstoff. 12 : 22-25
11. Eguchi, T., T. Matsumura and T. Koyama. 1963. The effect of low temperature on flower and seed formation in Japanese radish and Chinese cabbage. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 82: 322~331.

12. Ernst. P. and Leoper. E. G. 1976. Temperaturenwiclung und Vegetations beginnauf dem Grunland. Sonder druck Niedersachsen In feld : 9-11.
13. Groppe, B., M. Anke, D. Gladitz and G. Dittrich. 1982. The supply of nutrients, major elements and trace elements for wild ruminants. 6th report. The nutrient of winter grazing. Herb. Abst. 52(5) : 2182.
14. Gupta, P. C., R. Singh and K. Pradhan. 1974. Chemical composition and *in vitro* nutrient digestibility of some Brassica species grown for fodder. Haryana Agr. Univ. Res. 4:176-178(cited by Kalmbacher et al., 1982).
15. 한국농업연보, 1996, 한국농수산신문사 ; pp 294-295
16. Harper, F. and I. J. Compton. 1980 Sowing date, harvest date and the yield of forage Brassica crops. Grass and Forage Science 35 : 147-157.
17. Harris, C. E. 1964. Comparison of *in vitro* and *in vivo* measurements of the digestibility of fodder crops. J. Bri. Grassl^o. Soc. 19:189.
18. Hatangozo, A. and K. Harangozo. 1985. Effect of various fertilizer applications on growth in green fodder rapes grown as catch crops. Herb. Abst. 55(2):233.
19. 조무환, 1986. 질소시비 수준과 첨가제가 사료용 유채의 조성분 및 사일지의 품질에 미치는 영향. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
20. Jung. G. A., R. A. Byers, M. T. Panciers and J. A. Shaffer. 1986. Forage dry matter accumulation and quality of turnip, swede, rape, chinese cabbage hybrids and kale in the Eastern USA, Agron. J. 78:245-253
21. Kappel, R. 1977. Einflub von Dungung, Erntetermin, Aufbereitung und Lageratmosphare auf die Qualitat von Lagerblumenkonhi. Diss. Tu Munchen/Weihestephan. pp. 1-111.
22. Kay, M., A. MacDearmid and G. M. Innes. 1977. Utilization of Brassica by feed cattle. Scottish Agric. Development Council.(cited by Kalmbacher et al., 1982)
23. Macleod, J. 1974. Forage crops for lambs. J. Br. Grassld Soc. 29:261-262

24. Mott, N. 1977. Stickstoff dungung auf Grun land. DL G-Mitteilung 92:14-15
25. Nitsch, A. 1986. Nitrates in catch crops. Herb. Abst. 56:1739.
26. 농촌진흥청 축산기술연구소. 1996. 표준사료성분분석법. pp.4-10.
27. Oostendrop, 1964. Stickstoffbemestingen gras groei in get Voorjant opgrasland corn, grain sorghum, and forage sorghum in the western corn belt. Agron. J. 63:104-106
28. Park, Y. M., N. K. Cho. S. B. Kim. 1996. Effect of Nitrogen Fertilization on the Change in Growth and Grain Yield of Local Corn. Subtrop. Agric. Cheju Nat. Univ. 13 : 13-19
29. Patras, J., and D. Pinzariu. 1983. Doubling cropping, ensures a very economical forage reserve. Herb. Abst. 53(2) : 714.
30. Reneau, R. B., Jr. G. D. Jones, and J. B. Friedricks. 1983. Effect of P and K on yield and chemical composition of forage sorghum. Agron. J. 75 : 5-8.
31. Richter. K. and S. Naumann. 1968. Hohere und sichere Ertrage durch Stickstof dungung Mahweidenutzung. Tierzucht. 22.2 : 52-55.
32. Roth. 1976. Diewir kung steigender Stickstoffgaben auf trokenen Hangwiden. Z. Landeskult. 8. 4:281-294
33. 三井計夫. 1988. 飼料作物・草地. 養賢堂. pp.514-519.
34. Sheldrick, R. D. and R. H. Lavender. 1981. A comparison of a hybrid stubble turnip(cv. Appin) with other cruciferous catch crops for lamb fattening. I. Intial evaluation for dry matter yield and forage quality. Grass and Forage Sci. 36 : 281-289.
35. Sheldrick, R.D., J.S. Fenlon and R.H. Lavender. 1981. Varitation in forage yield and quality of three curciferous catch crops grown in Southern England. Grass and Forage Sci. 36:179-187
36. Sheldrick. R. D., R. H. Lavender. 1981. A comparison of a hybrid stubble turnip (LV. Appon) with other cruciferous catch crop for lamb fattening. I. Intial evaluation for dry matter yield and forage quality. Grass and Forage

- Sci. 36 : 281-289.
37. Simtea, N. and K. Niedermaier. 1968. Gemischte Nutzung von Vorgebirgs wiesen und die N-Düngung zu verchi edenen Zeiten. An Inst. cercet, Cer. PI. Tehn., Serr. B. 36: 559-570.
 38. Sinyavskii, A., V. A. Kubarev and R. P. Yashina. 1985. Prductivity of fodder crop rotation and fodder quality as influenced by systematic application of mineral fertiltzer on a drained peat bog soil. Herb. Abst. 55(4) : 766.
 39. Songin, W. 1985. The effect of nitrogen application on the content of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium in the dry matter of rye and winter rape grown as winter catch crop. Herb. Abst. 55(2) : 297.
 40. Timirgaziu, C. 1983. Establishment of some measures for forage rape technology on the Modavian forage stepp. Herb. Abst. 53(9) : 3934.
 41. Venini, M. and M, Axamit. 1984. The utilization at different harvesting dates of Brassicas as irrigated stubble catch crops. Rostlinna vyrova (1983) 29(8) 885-894. Via Herb. Abst. 54(6) 1691.
 42. Vetter, H. and K. Fruchtenicht. 1972. Besonderheiten der Harnstoff dungung, KaliBriefe, 11 Fachgeb. 8. 3. Folge : 9.
 43. Wardeh. M. F. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feed. Ph. D. Dissertation Utag Stste Univ. Logan. Utah. USA.

감사의 글

본 논문의 완성되기까지 격려와 지도를 베풀어주신 지도교수 조남기 박사님께 진심으로 감사드리오며 심사를 해주신 송창길 박사님과 박양문 박사님께 깊은 감사를 드립니다.

부족한 저에게 본 연구를 위해 여건을 마련해 주신 남제주군 강기권 군수님, 김종하 농업기술센터소장님께 머리 숙여 감사드리며, 고성준 기술보급과장을 비롯한 동료직원 모두에게 고마움을 표합니다.

또한 본 논문 작성에 끝까지 애써주신 강봉균, 고동환 학형과 부창훈 학우, 송상철 동료직원에게도 고마움을 전합니다.

끝으로 항상 걱정해 주신 장모님, 그리고 집안에서 내조에 힘써준 아내 조영순, 사랑하는 아들 용욱, 딸 윤정, 윤숙, 윤조 모든 가족과 고마움을 같이 하며 돌아가신 낳고 길러주신 두 부모님 영전에 이 논문을 바칩니다.