

남부지방 봄철 질소 시비수준 및 사료작물과의 혼파가 사료용 유채의 생산성 및 사료가치에 미치는 영향

김종근·정의수·서 성·김맹중·장영석*·정병춘*

Effect of Nitrogen Fertilizer Level and Mixture of Small Grain and Forage Rape on Productivity and Quality of Spring at South Region in Korea

Jong Geun Kim, Eui Soo Chung, Sung Seo, Meing Joong Kim, Young Seok Chang*
and Byeng Chun Chung*

ABSTRACT

These experiment was conducted to determine the effect of nitrogen fertilizer levels and mixture small grains on productivity and quality of spring forage rape at south region of Korea(Mokpo). The experiment was arranged in a split plot design with three replications. The main plots consisted of three different levels of nitrogen fertilizer(100, 150 and 200 kg/ha). The sub plots consisted of five kinds of mixed small grain species(Rye, Oat, Barley, Italian ryegrass, and Rape monoculture). The results obtained are summarized as follow. Dry matter(DM) content of Rye + Rape and Barley + Rape mixtures were increased by 2~3% compared to Rape monoculture. The high level of nitrogen application increased the fresh matter yield, and yield of Rye + Rape and Rape monoculture were higher than that of others. Dry matter yield of Rye + Rape mixture and Rape monoculture with 200 kg/ha of nitrogen application were higher by 9,449 and 9,227 kg/ha, respectively. The crude protein(CP) content of rape was high as 18.6% while average CP content was 16%. The average total digestible nutrient(TDN) content showed high as 70%. It is suggested the Rye + Rape mixture or Rape monoculture would recommendable for spring usage of rape at south region of Korea.

(Key words : Forage Rape, Mixture, Nitrogen fertilizer, Productivity, Quality)

I. 서 론

유채(*Brassica napus* L.)의 기원에 대해서는 명확하지는 않지만 대체적으로 지중해원산으로 아시아와 유럽지역으로 빠르게 적응되어 나간 것으로 알려져 있다(Harlan, 1971). 유채는 일반

적으로 대형종과 소형종 두 형태로 분류를 하며(Toosey, 1972) 대형종은 소형종에 비해 줄기가 굵으며 직립형으로 키가 크다. 우리나라에서 유채 재배는 주로 옥수수 후작물로 가을철 단경기 작물로 재배가 되었으며 남부지방에서는 월동이 가능하여 일부지역에서는 봄철에

농촌진흥청 축산연구소(National Livestock Research Institute, RDA, Cheonan 330-801, Korea)

* 목포시험장(Mokpo Experiment Station, NICS, RDA, Muan 534-833, Korea)

Corresponding author : Jong Geun Kim, Tel : 041-580-6775, Fax : 041-580-6769, E-mail : jonggk@rda.go.kr, National Livestock Research Institute, RDA, Cheonan 330-801, Korea

도 이용이 되고 있다. 유채는 화분과 사료작물에 비해 조단백질 함량이 높고 소화율도 높아 사료가치가 우수하나 수분 함량이 높아 저장하는데 어려움이 많이 그 이용이 제한되어져 왔다. 특히 질산태 질소 함량이 다소 높아 가축 생산성을 저하시키는 우려가 있어 농가에서 재배를 기피하여 왔다. 유채에 있어서 질산태 질소 함량은 봄철 보다는 가을 재배시에 문제가 되며 이는 낮은 토양 온도와 광의 강도 감소가 질산태 질소의 축적원인이 되는 것으로 알려져 있다(Barnes, 등, 1995).

유채에 대한 그 동안의 연구는 주로 정부 장려품종의 생산성 비교시험(김 등, 1997), 재식 밀도 및 파종기에 따른 생산성 비교시험(안 등, 1989a; 안 등, 1989b), 예취시기와 질소시비 수준에 따른 사료가치(조 및 김, 1988) 및 사일리지 품질 변화(조 등, 1988) 그리고 추파 유채에 대한 저장탄수화물과 질소의 월동성과 재생활력에 대한 이용성시험(김 등, 1995a; 김 등, 1995b) 등이 있어 왔으며 근래에는 유전자 도입에 의한 형질전환을 시도하는 연구도 있다(이 등, 1997; 이 등, 1998). 그러나 대부분의 시험들이 주로 가을철 이용에 대한 연구가 주류를 이루고 있는데, 우리나라의 남부지방은 유채가 월동되어 가을에 파종한 유채의 봄철 이용에 대한 연구가 필요할 것으로 판단되며 특히 적정 질소 시비량과 수분 함량 조절 및 질산태 질소 함량 저하를 위한 화분과 사료작물과의 혼파에 대한 연구는 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 남부지방에 있어서 유채 재배시 주요 화분과 사료작물과의 혼파에 따른 생육특성 및 생산성을 구명하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 포장시험

본 시험은 2001년 9월 15일부터 2003년 5월 30일 까지 작물과학원 호남농업연구소 목포시험장 시험포장에서 수행되었다. 공시품종으로 사료용 유채는 목포시험장에서 육성된 “청예(Chungyae)” 품종을 사용하였고 호밀은 “쿨그레이저(Koolgrazer)”, 귀리는 “팔리넵(Palinup)”, 보리는 “올보리(Olbori)” 그리고 이탈리아 라이그라스는 “플로리다 80(Florida 80)” 품종을 사용하였다. 각 초종별 파종량을 보면 유채 단파는 20 kg/ha이었으며 혼파구에서 유채 8 kg/ha를 호밀, 귀리 및 보리 각각 110 kg/ha과 혼파하였고 이탈리아라이그라스는 종자의 크기를 감안하여 30 kg/ha + 유채 8 kg/ha를 혼파하였다. 시험구의 크기는 10m²(5m×2m)이었다.

시비량은 인산과 칼리는 120 kg/ha를 사용하였고 질소비료는 100, 150 및 200 kg/ha를 처리구별로 사용하였다. 특히 목포시험장의 경우는 유채가 월동이 되므로 질소질 비료를 가을과 초봄에 1/2씩 나누어 분시를 하였다. 시험구 배치는 질소시비수준(100, 150 및 200 kg/ha)를 주구로 두고 유채와 화분과 사료작물과의 혼파(호밀 + 유채, 귀리 + 유채, 보리 + 유채, IRG + 유채 및 유채단파)를 세구로 두고 분할구 배치법 3반복으로 하였다.

시험포의 파종 및 수확은 Table 1에서 보는 바와 같이 매년 9월 상순에 파종을 하고 수확은 이듬해 3월 16~17일 전후로 실시하였다.

Table 1. Seeding and harvest dates of small grain-rape mixture for three years

Seeding dates		Harvest dates	
2001	2002	2002	2003
5 Sep.	6 Sep.	17 Mar.	16 May

2. 분석시험

분석을 위한 시료는 수확당일 300~500g의 시료를 취하여 65℃ 순환식 송풍 건조기 내에서 72시간 이상 건조시킨 후 건물 함량을 구하였고 얻어진 시료는 전기믹서로 1차 분쇄 후 20 mesh mill로 다시 분쇄한 후 이중마개가 있는 플라스틱 시료통에 넣고 직사광선이 들지 않는 곳에 보관하여 분석에 이용하였다. 조단 백질 함량은 AOAC(1995)법에 의거하여 분석하였고 NDF 및 ADF는 Goering 및 Van Soest법(1970)에 따랐으며 *in vitro* 건물소화율은 Tilley 및 Terry법(1963)을 Moore(1970)가 수정한 방법을 사용하였다. 시험구내의 식물체에 대한 질산태 질소 함량은 RQ-Flex2(MERCK Co., Germany)를 이용하여 분석하였다. 통계처리는 SAS(1999) package program(ver. 6. 12)를 이용하여 분산분석을 실시하였으며 처리평균간 비교는 최소유의차(LSD)를 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 생육특성 및 수량에 미치는 영향

남부지역의 봄 재배시 생육특성 및 수량은 Table 2에서 보는 바와 같다. 초장은 질소 시비수준이 높아질수록 컸으며 유채의 경우는 150 kg/ha 구와 200 kg/ha 구에서 차이가 없었다. 특히 이탈리아인 라이그라스의 초장은 질소 시비수준에 민감한 반응을 보여 200 kg/ha까지 계속적으로 증가되었다. 혼파로 인한 건물 함량 증가 효과는 2% 내외에 머물러 사료작물 혼파가 유채의 수분 함량 감소에 큰 영향을 주지 못하는 것으로 판단되었다. 건물 함량은 유채+호밀, 유채+보리 혼파구에서 높게 나타났으며 유채+귀리구는 낮게 나타났다. 유채+귀리 혼파구에서 건물 함량이 낮은 것은 귀리의 경우는 월동이 어려워 봄철에 재생된 개체가 적어 대부분 식생의 구성이 유채로 이루어져 건물 함량이

낮았던 것으로 보인다. 한편 조 및 김(1988)은 유채의 질소 시비수준에 따라 초장은 유의적으로 증가한다고 하면서 초장과 수량이 깊은 관계가 있어 100 kg N/ha가 200 kg N/ha 보다 유리하다고 하였다. 그러나 유채를 가을에 재배할 경우 영양생장으로 인해 질소 시비수준에 따라 거의 비례적으로 생육이 증가하는 경향을 보이지만 봄 생장에서는 번식생장을 하므로 질소 시비수준에 대한 효과가 크지 않을 것으로 판단된다.

질소 시비수준에 따른 생초수량에 있어서도 시비량이 많아짐에 따라 수량도 높아져 100 kg N/ha 처리구에서는 평균이 62,532 kg/ha이었으며 200 kg N/ha구에서는 69,142 kg/ha로 나타나 봄철에도 높은 수량을 기대할 수 있었다. 안등(1989)의 “Velox” 품종에 대한 남부지역 유채 파종기 시험결과에 따르면 9월 4일 파종시의 수확량은 792.0 kg/10a, 그리고 9월 14일 파종시는 855.7 kg/10a로 나타나 본시험의 유채 단파구의 8,479 kg/ha와 비슷한 결과를 보여 주었다. 특히 파종시기가 지연됨에 따라 수량감소가 많아 높은 수량을 위해서는 적기 파종이 요구된다고 하였다(Kalmbacher 등, 1982). 또한 Patras 및 Pinzariu(1983)는 사초용 유채의 적정 질소 시비수준은 120~160 kg/ha로 보고를 하였으며 Jung 등(1983)도 토양수분의 제한이 없으면 질소 시비수준에 따라 건물수량이 거의 직선적으로 증가한다고 하여 본 연구와 비슷한 결과를 보고한 바 있다.

초종별 건물수량은 유채+호밀 혼파구와 유채 단파구에서 높았다. 건물 함량에 있어서도 비슷한 경향을 보여 주었으며 특히 200 kg/ha구에서는 유채+호밀 혼파구와 유채 단파구의 수량이 9,449 및 9,227 kg/ha로 상당히 높은 수준의 수량을 보여주어 남부지역에서는 봄철 고초기에 유채 단파나 유채+호밀 혼파를 통하여 부족한 조사료를 확보할 수 있을 것으로 보인다.

Table 2. Plant height, dry matter(DM) content, fresh yield and DM yield of small grains-rape mixture in relation to nitrogen fertilizer level

Treatment		Plant height(cm)		DM (%)	Fresh yield (kg/ha)	DM yield (kg/ha)
Nitrogen Level	Species	Small grain	Rape			
100 (kg/ha)	Rye+Rape	111.9	103.2	13.1	57,706	7,499
	Oat+Rape	53.5	103.4	10.5	55,720	5,827
	Barley+Rape	59.3	100.2	13.3	55,907	7,394
	IRG*+Rape	69.7	104.4	12.1	63,025	7,579
	Rape	—	105.3	10.0	80,300	8,020
150 (kg/ha)	Rye+Rape	114.2	106.4	12.4	71,466	8,864
	Oat+Rape	58.3	104.0	10.9	63,512	6,921
	Barley+Rape	61.7	103.2	12.3	64,895	7,796
	IRG*+Rape	76.6	104.7	12.4	58,729	7,242
	Rape	—	105.2	10.7	77,370	8,189
200 (kg/ha)	Rye+Rape	114.8	105.7	12.7	72,839	9,449
	Oat+Rape	59.0	104.6	11.1	61,899	6,878
	Barley+Rape	63.6	99.8	12.5	57,709	7,234
	IRG*+Rape	79.4	106.0	12.6	68,323	8,706
	Rape	—	105.9	10.8	84,942	9,227
Mean of Nitrogen						
	100(kg/ha)	73.6	103.3	11.8	62,532	7,264
	150(kg/ha)	77.7	104.7	11.7	67,194	7,802
	200(kg/ha)	79.2	104.4	11.9	69,142	8,299
Mean of Species						
	Rye+Rape	113.6	105.1	12.7	67,337	8,604
	Oat+Rape	56.9	104.0	10.8	60,377	6,542
	Barley+Rape	61.5	101.1	12.7	59,504	7,475
	IRG*+Rape	75.2	105.0	12.4	63,359	7,842
	Rape	—	105.5	10.5	80,871	8,479
Probability(p<0.05)						
	Main plot	—	—	NS	0.0046	0.0002
	Sub plot	—	—	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Interaction	—	—	NS	0.0311	0.0273

* IRG : Italian ryegrass, NS : not significant.

2. 질산태 질소 함량에 미치는 영향

봄철에 재배된 유채의 질산태 질소 함량은 질소시비량이 높아짐에 따라 현저하게 증가되는 경향을 보였으며 유채단파구가 사료작물과의 혼파구보다 높게 나타났으나 전체적인 함량은 가축에 해를 줄만한 농도가 되지 못하는 안전한 수준이었다. 일반적으로 가축에 유해한 수준의 질산태 질소 함량은 0.25% 이상으로 알려져 있다(농진청, 2005).

한편 조 및 김(1988)은 질소 시비량 증가에 따라 질산태 질소 함량이 유의적으로 증가하였다고 보고하였으며, Anderson(1983)도 비슷한 결과를 보고하여 본 시험 결과와 일치하였다. 그러나 이러한 유채의 높은 질산태 질소 함량은 저장기간 중에 급격히 감소가 되며(Ohshima 등, 1978) 특히 사일리지로 저장할 때는 수분 함량이 높을수록 감소 효과가 크게 나타난다고 한다(Jacobson 및 Wiseman, 1963).

한편 귀리 혼파구에서도 질산태 질소 함량이 다른 혼파구에 비해 높게 나타났는데, 이러한 현상은 초종간의 차이보다는 월동 후 재생에

있어서 귀리는 대부분이 동사를 하여 유채의 식생비율이 높아져 질산태 질소 함량이 높아진 것으로 판단된다.

3. 사료가치에 미치는 영향

조단백질 함량은 유채 단파구에서 평균 18.6%로 가장 높았으며 혼파구에서는 큰 차이가 없이 비슷한 경향을 보여주었다. 안 등(1989)의 연구도 유채 단파구의 경우 조단백질 함량이 20% 내외를 보여 본 시험과 비슷한 함량을 나타내었다.

ADF 및 NDF 함량에 있어서는 질소 시비수준에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 초종 간에는 유채+IRG 및 유채 단파구에서 낮은 경향을 보여주었다. 이는 IRG가 다른 초종에 비해 숙기가 늦은 경향이 있어 생육단계가 어려 섬유소 함량이 낮은 것에 기인한 것으로 판단된다.

In vitro 건물소화율에 있어서는 유채 + 호밀, 보리, IRG 구에서 약간 낮았으며 유채 + 귀리 및 유채 단파구에서 높게 나타났다. TDN 함량

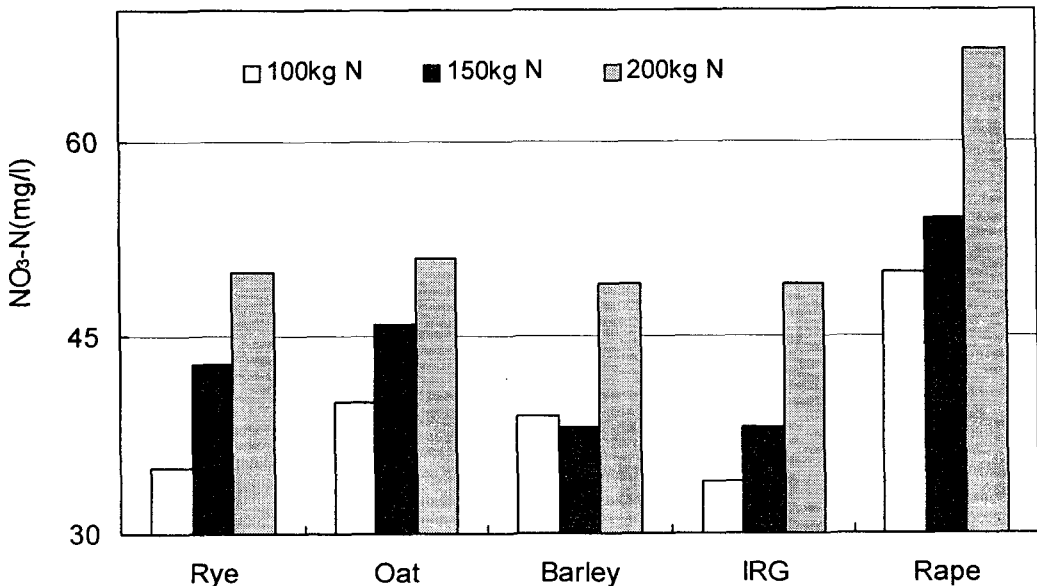


Fig. 1. Nitrate-N content of small grains-rape mixture in relation to nitrogen fertilizer level.

Table 3. Crude protein(CP), acid detergent fiber(ADF), neutral detergent fiber(NDF), *in vitro* dry matter digestibility(IVDMD) and total digestible nutrient(TDN) content of small grains-rape mixture in relation to nitrogen fertilizer level

Treatment		CP (%)	ADF (%)	NDF (%)	IVDMD (%)	Esti.TDN (%)
Nitrogen Level	Small grain					
100 kg N/ha	Rye+Rape	14.3	27.0	37.9	72.8	68.8
	Oat+Rape	15.6	26.7	33.7	78.5	69.1
	Barley+Rape	15.8	26.2	35.1	74.2	69.3
	IRG*+Rape	15.1	23.2	31.1	73.6	71.6
	Rape	18.6	23.8	31.7	78.9	71.0
150 kg N/ha	Rye+Rape	14.9	26.1	37.0	73.1	69.4
	Oat+Rape	16.3	25.6	33.0	79.2	69.9
	Barley+Rape	17.1	25.0	30.6	73.6	70.3
	IRG*+Rape	16.6	24.5	34.5	75.4	70.6
	Rape	18.2	24.1	30.3	79.1	70.8
200 kg N/ha	Rye+Rape	17.2	25.2	37.8	73.5	70.1
	Oat+Rape	15.6	25.8	32.8	78.6	69.8
	Barley+Rape	14.9	26.2	35.5	72.1	69.4
	IRG*+Rape	16.4	25.0	33.4	71.4	70.3
	Rape	18.9	23.7	29.3	80.7	71.2
Mean of Nitrogen						
	100(kg/ha)	15.9	25.4	33.9	75.6	70.0
	150(kg/ha)	16.6	25.1	33.1	76.1	70.2
	200(kg/ha)	16.6	25.2	33.8	75.3	70.2
Mean of Species						
	Rye+Rape	15.5	26.1	35.6	73.1	69.4
	Oat+Rape	15.8	26.0	33.2	78.8	69.6
	Barley+Rape	15.9	25.8	33.7	73.3	69.7
	IRG*+Rape	16.0	24.2	33.0	73.5	70.8
	Rape	18.6	23.9	30.4	79.6	71.0
Probability(p<0.05)						
	Main plot	0.0216	NS	NS	NS	NS
	Sub plot	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Interaction	0.0021	0.026	0.0025	0.0009	0.0382

* IRG : Italian ryegrass, NS : not significant.

에 있어서는 질소 시비수준 간에는 큰 차이가 없으나 초종 간에는 유채단파구가 높게 나타났다. 조 및 김(1988)의 연구에서는 가을철에 수확한 유채의 소화율이 80% 이상 높게 나타났다고 하여 본 시험보다는 소화율이 높게 나타났는데 이는 봄철에 유채의 생육이 더 진행되었기에 차이가 있었던 것으로 사료된다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 남부지방에서는 봄철에 유채를 이용할 때는 유채+호밀 혼파 또는 유채단파를 이용하는 것이 유리한 것으로 판단된다.

IV. 요약

본 시험은 국내에서 육성된 사료용 유채의 이용성을 증진시키기 위하여 질소 시비수준과 화분과 사료작물과의 혼파를 통하여 품질 및 생산성에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행되었다. 포장시험은 농촌진흥청 작물과학원 호남농업연구소 목포시험장 시험포장에서 수행되었고 혼파된 화분과 사료작물은 호밀, 귀리, 보리 및 이탈리아인 라이그라스이었으며 질소시비수준은 100, 150 및 200 kg/ha이었다. 남부지방 봄 이용시 혼파로 인한 건물 함량 증가는 2~3%로 큰 효과는 없었으며 유채+호밀, 유채+보리 혼파구에서 높게 나타났다. 수량에 있어서는 질소 시비량이 증가함에 따라 생초수량은 증가 되었으며 초종별로는 유채+호밀 혼파구와 유채 단파구에서 높게 나타났다. 건물수량은 질소 200 kg/ha 시용시 유채+호밀 및 유채 단파구에서 각각 9,449 및 9,227 kg/ha로 높은 수준의 수량을 보였다. 사료가치에 있어서는 조단백질 함량이 평균 16% 내외로 나타났으며 유채는 18.6%로 높았다. TDN 함량에 있어서는 70% 내외로 매우 높게 나타나 봄철 남부지방에서는 유채를 이용할 때 유채 단파 또는 유채+호밀을 혼파하여 이용하는 것이 유리한 것으로 판단되었다.

V. 인용 문헌

1. 김동암, 신정남, 최기춘, 권찬호, 금종성, 민두홍. 1997. 목초 및 사료작물 정부장력품종의 지역 적응성 평가. II. 유채품종의 사료수량 및 사료가치. 한초지 17(3):231-238.
2. 김병호, 김태환, 김기원, 정우진, 전해열. 1995. 저장탄수화물과 질소의 월동성과 재생활력에 대한 이용성. I. 저온처리가 유채의 생육, 질소 및 비구조성 탄수화물의 총 함량에 미치는 영향. 한초지 15(3):157-163.
3. 김태환, 김기원, 정우진, 전해열, 김병호. 1995. 저장탄수화물과 질소의 월동성과 재생활력에 대한 이용성. II. 추파유채의 파종밀도가 월동중 저장 유기물 함량 및 수량에 미치는 영향. 한초지 15(4):231-237.
4. 농촌진흥청. 2005. 조사료. 제13장 가축 유해성 물질의 종류 및 경감기술. 농촌진흥청.
5. 안계수, 권병선, 이치로고토. 1989a. 사초용 유채 (*Brassica napus* Subsp. *oleifera*)의 생산성과 사료가치에 관한 연구. IV. 파종기가 사초용유채의 생육특성, 수량 및 영양가치에 미치는 영향. 한초지 9(2):103-107.
6. 안계수, 권병선, 이치로고토. 1989b. 사초용 유채 (*Brassica napus* Subsp. *oleifera*)의 생산성과 사료가치에 관한 연구. IV. 재식밀도 차이가 사초용 유채의 생육특성, 수량 및 영양가치에 미치는 영향. 한초지 9(2):108-112.
7. 이효신, 손대영, 조진기. 1997. Acid Phosphatase 유전자 도입에 의한 유채의 형질전환. 한초지 17(3):285-292.
8. 이효신, 정민섭, 조진기. 1998. Glutathione reductase 유전자 도입에 의한 유채의 형질전환. 한초지 18(1):69-76
9. 조무환, 김동암. 1988. 질소 시비수준과 첨가제가 사료용 유채의 사료가치 및 사일리지의 품질에 미치는 영향. I. 예취시기 및 질소 시비수준이 수량 및 사료가치에 미치는 영향. 한초지 8(1):33-39.
10. 조무환, 김동암, 서 성. 1988. 질소 시비수준과 첨가제가 사료용 유채의 사료가치 및 사일리지의 품질에 미치는 영향. II. 질소 시비수준과 포름알데히드 처리가 유채 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한초지 8(1):40-46.

11. Anderson, R. 1983. The effect of extended moist wilting and formic acid additive on the conservation as silage of two grasses differing in total nitrogen content. *J. Sci. Food Agric.* 34:808-818.
12. Association of Official Analytical Chemists. 1995. *Official Methods of Analysis.* (16th ed.). AOAC, Arlington, Virginia.
13. Barnes, R.F., D.A. Miller and C.J. Nelson. 1995. *Forages.* 5th ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
14. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. *Agric. Handb.* 379, U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
15. Harlan, J.R. 1971. Agricultural origins: Centers and non-centers. *Sci.* 174:468-474.
16. Jacobson, W.C. and H.G. Wiseman. 1963. Nitrate disappearance in silage. *J. Dairy Sci.* 46:617-618.
17. Jung, G.A., R.E. Kocher and A. Glica. 1984. Minimum-tillage forage turnip and rape production on hill and as influenced by sod suppression and fertilizer. *Agron. J.* 76:404-408.
18. Kalmbacher, R.S., P.H. Everett, F.C. Martin and G. A. Jung. 1982. The management of *Brassica* for winter forage in the subtropics. *Grass & Forage Sci.* 37:219-225.
19. Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. University of Florida, Department of Animal Science.
20. Ohshima, M., K. Oouchi and N. Kukino. 1978. The relation between the silage quality and the reduction of nitrate during ensilage. *Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ.* 30:19-24.
21. Patras, J. and D. Pinzariu. 1983. Doubling cropping, ensures a very economical forage conserve. *Herb. Abst.* 53(2):714.
22. SAS Institute, Inc. 1999. *SAS user's guide : Statistics.* SAS Inst., Inc., Cary, NC
23. Tilley, J.M.A. and R.A. Terry. 1963. A two-stage technique for *in vitro* digestion of forage crops. *J. Bri. Grassl. Soc.* 18:119-128.
24. Toosey, R.D. 1972. *Profitable fodder cropping.* London : Ipswich Farming Press.