

동계 사초호밀 및 녹비 헤어리베치 재배에 따른 토양 질산태질소 및 옥수수 질소 흡수량 비교

서종호 · 이호진* · 허일봉 · 김시주 · 김충국 · 조현숙

Comparisons of Soil Nitrate and Corn Nitrogen Uptake According to Winter Forage Rye and Green Manure Hairy Vetch

Jong-ho Seo, Ho-Jin Lee*, Il-bong Hur, Si-ju Kim, Chung-kuk Kim, Hyeon-suk Jo

Abstract

This experiment was conducted to evaluate the effect of winter forage rye and green manure hairy vetch on soil mineral nitrogen and corn nitrogen uptake. Soil nitrate at corn seeding decreased slightly with cultivation of winter rye, but soil nitrate did not decreased by cultivation of winter hairy vetch. Soil nitrate nitrogen increased 60~70 kgN/ha higher by hairy vetch green manure than winter rye and fallow at 6-leaf and harvest stage of corn, respectively, and much soil nitrate nitrogen such as 85, 125 kgN/ha was remained at N fertilizer 100, 200 kgN/ha of hairy vetch green manure at harvesting time, respectively. Corn yield was not different among treatments of winter crop and N rate, but nitrogen concentration of corn stover increased by hairy vetch green manure. Increase of total corn nitrogen uptake by hairy vetch green manure was 50~60 kgN/ha compared with winter rye and fallow. It is thought that basal fertilizer nitrogen 100 kgN/ha could be reduced by hairy vetch green manure in considering soil nitrate and nitrogen uptake at harvesting time.

(Key words : Corn, Rye, Hairy vetch, Green manure, Soil Nitrate, Nitrogen uptake)

I. 서 론

우리 나라의 사료용 옥수수 작부체계는 크게 옥수수 단작과 옥수수+추계연맥, 옥수수+동계호밀의 이모작으로 이루어지고 있다. 축산농가는 옥수수의 수확에 따라 가을에는 사료가 대체적으로 풍부하나 봄에는 사료가 부족하기 쉬우므로 이모작 재배에서는 추계연맥보다 동계호밀의 재배를 더 선호하는 경향이다. 그러나 동계호밀의 재배시 옥수수 파종이 다소 늦어질 뿐만 아니라 동계호밀의

재배에 따른 토양의 수분 및 무기태 질소 고갈, 호밀잔사의 타감물질에 의하여 옥수수의 초기생육 및 수량이 감소되는 단점이 있다(Campbell 등, 1984; Raimbault 등, 1991). 호밀을 대신하여 월년생 두과작물을 동계에 재배하면 그런 단점을 경감시키고(Vaughan 등, 1998) 두과재배에 따른 윤작효과를 기대할 수 있을 뿐만 아니라(Torbert 등, 1996) 재배된 식물체를 녹비로 투입하면 유기물 및 질소를 토양에 공급하여 질소비료의 많은 양을 절감할 수 있다(Utomo 등, 1990).

작물시험장(National Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-100, Korea)

* 서울대학교 농업생명과학대학(College of Agric. & Life Sciences, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea)

동계에 재배할 수 있는 두과작물로는 헤어리베치가 가장 유망한데 헤어리베치는 내한성이 강할 뿐만 아니라 일년생으로 월동 후 생육속도 및 생산성이 높고 호밀에 비하여 이른 봄 토양중 무기태질소의 수탈이 적으며, 특히 뛰어난 질소고정능력에 따라 공급할 수 있는 질소량이 다른 두과작물보다 많다(Smith 등, 1987; Frye와 Blevins 등, 1989; Varco 등, 1989; Utomo, 1990). 헤어리베치의 파종적기는 8월 하순에서 9월 초순이므로 사료용 옥수수 작기적으로 아주 적합하고 또 가축의 기호성이 좋으므로 봄에 사료가 부족한 농가에서는 조단백질이 풍부한 사료원으로도 대체가 가능하다.

따라서 본 시험은 동계호밀 및 헤어리베치 재배에 따른 옥수수 파종전 토양무기태 질소의 변화와 헤어리베치 녹비의 질소 공급효과 및 옥수수질소 흡수량의 변화를 알기 위하여 실시하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 1997년 작물시험장 전작포장에서 실시되었는데 시험에 사용된 헤어리베치는 미국 Nebraska원산(미국 Pennington사)의 헤어리베치이며, 호밀은 조생종인 철보호밀(작물시험장 육성)이었다. 시험포장은 1996년 여름에 옥수수를 재배하였으며 호밀은 9월 하순에 산과(파종량 150 kg/ha)하였고, 시비량은 $N-P_2O_5-K_2O = 120-100-100$ kg/ha였다. 호밀은 4월 22일 수확하여 지상부는 포장외로 반출하였다. 호밀잔사(지상부그루터기+지하부 30cm 뿌리)는 5월 1일 각 시험구당 1m²의 면적을 파서 조사하였다. 헤어리베치는 1996년 9월 10일에 무시비로 파종(파종량 35 kg/ha, 60cm 조파)하였고, 월동 후 재생한 헤어리베치를 5월 6일에 경운하여 토양에 전량 녹비로 환원하였다. 녹비로 투입전 각 시험구당 1m²의 면적의 베치지상부와 베치뿌리량(토심 30cm)을 조사하였다.

시험구 배치로는 주구를 동계작물, 세구를 옥수수 질소 시비량으로 한 분할구배치 4반복으로 하

였는데 동계작물은 호밀(사초용-옥수수파종시 호밀의 지상부제거), 헤어리베치(녹비용-옥수수 파종시 헤어리베치 지상부 전량 토양 환원), 동계휴한구를, 옥수수의 질소시비량은 각 동계작물구에 질소 100, 200 kgN/ha의 2수준을 각각 두었다. 질소 수준 100 kgN/ha는 전량을 기비로, 질소 200 kgN/ha는 기비 100 kgN/ha, 추비(옥수수 6엽기, 6월 20일) 100 kgN/ha 씩 나누어 시비하였다. 기비는 산과 후 로타리로 전층 시비하였고, 추비는 옥수수의條 가운데 깊이 5cm 가량 골을 파고 출파하였는데 질소비료는 초안(질산암모늄)을 사용하였다. 인산(P_2O_5)과 가리(K_2O)는 표준시비량인 150 kgN/ha를 기비로 각각 전량 시비하였다. 옥수수 파종은 베치녹비 환원 후인 5월 6일에 하였는데 시험구 면적은 가로 6.4×세로 5.3m (33.76m²)였으며 옥수수의 품종은 P3352, 재식거리는 75×20cm였다.

토양의 질산태 질소 조사를 위한 시료채취는 파종전(5월 5일), 6엽기(추비시기, 6월 20일) 그리고 옥수수 수확기(9월 3일)에 토양층위 0~15cm, 15~30cm에서 Auger를 가지고 각각 실시하였다. 질산태 질소는 2M KCl 용액 50ml로 습토 10g을 추출한 후 Cd-Cu reduction로 NO₂-N으로 환원하여 Griess-Ilosvay 발색법으로(Keeney 등, 1982) 분석하였으며 토양층위 0~30cm에 존재하는 질산태 질소량은 토층 0~15cm, 15~30cm의 가밀도를 core (100cm³)를 이용하여 각각 조사한 후 각 층의 질산태 질소 함량을 곱하여 산출하였다.

옥수수 수확은 종실에 흑색층이 형성되는 생리적 성숙기에 시험구 중앙의 30개체를 수확하여 생체중과 이삭중을 조사하였다. 수확기 간엽은 시험구당 대표적인 옥수수 2개체의 간엽을 선발, 건조시켜 건물율을 구하였으며, 또 수확시에 시험구당 평균적인 이삭 10개체를 선발하여 60℃ 건조기에서 이틀간 건조한 후 이삭의 건물율을 측정하였다. 이삭은 탈립하여 이삭의 종실율을 구하였고 곡물 수분측정기로 종실의 수분 함량을 조사하였는데 종실중은 수분 함량 15.5%로 보정하여 나타내었다. TDN 수량은 Pioneer Hi-bred사가 제시한

공식 TDN 건물수량=(간엽 건물수량×0.582)+(잎이삭 건물수량×0.85)에 의하여 계산하였다(Holland 등, 1990). 헤어리베치, 옥수수 간엽(2개체) 및 종실(10개체)은 willey miller로 전체를 곱게 마쇄한 후 시료의 전질소 함량을 구하였는데 질소 분석은 kjeldahl 분석법(Kjel-Auto, 일본 MRK社)으로 실시하였다. 헤어리베치 및 호밀의 C:N율은 일반적으로 식물체의 탄소 함량은 작물에 관계없이 40% 내외로 큰 차이가 없으므로 40%로 가정하고 산출하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 동계작물의 토양환원 유기물량 및 토양 질산태질소의 변화

토양에 환원된 헤어리베치의 지상부 및 뿌리, 호밀의 그루터기의 건물중과 질소량을 보면 (표 1) 헤어리베치의 지상부는 4.65 ton/ha로 질소량 172 kgN/ha에 해당하는 많은 양의 녹비를 토양에 환원할 수 있었고 녹비의 질소 함량은 3.7%(C:N율 11), 건물비율은 10%로 토양에 생체로 환원 후 쉽게 분해될 것으로 보였다(Allison, 1966). 그러나 베치의 뿌리 건물중은 0.55 ton/ha에 질소량 16kgN/ha에 지상부에 비하면 현저히 적었다. 호밀잔사는 건물중이 3.01 ton/ha로 상당한 양의 유기물이 토양에 환원될 수 있었지만 질소 함량이

0.8%로 질소량은 24 kgN/ha에 불과하였고 높은 C:N율(50)에 따라 Raimbault 등(1991)과 Vaughan 등(1998)이 보고한 바와 같이 토양 분해시는 토양 무기태질소를 일시 고갈시킬 가능성이 있었다.

옥수수 파종시, 6엽기 및 수확기에서의 토양 질산태 질소의 농도의 변화를 보면(표 3) 토층 0~15cm에서 동계작물의 재배에 따라 옥수수 파종기에서 질산태 질소가 감소하였는데 특히 호밀의 재배에 따라 질산태 질소가 현저히 감소하였다. 옥수수 6엽기에서는 헤어리베치 녹비의 투입에 따라 질산태 질소가 현저히 증가하여 동계휴한 및 호밀잔사구에 비해 토층 0~15cm에서는 20ppm, 15~30cm에서는 10~13ppm 정도 증가하였다. 옥수수 수확시에는 헤어리베치녹비가 토층 0~15cm 및 15~30cm에서 각각 24.7, 28.2 ppm으로 동계휴한구 및 호밀잔사구보다 15~20 ppm 정도 많이 옥수수에 흡수되지 못하고 잔류하였다. 옥수수 수확기에는 질소 시비량에 따라서는 토층 15~30cm에서 질소비료 200 kgN/ha구가 100 kgN/ha구보다 약 13ppm 정도의 많은 질산태 질소가 흡수되지 못하고 있었다.

토양의 질산태 질소 함량 및 가밀도에 따른 옥수수 파종전(호밀수확후, 베치 녹비환원직전), 질소추비시기(옥수수 6엽기), 수확기의 토양층위 0~30cm의 질산태 질소량(표 4)을 보면 옥수수 파종전은 동계에 호밀을 재배하였던 곳이 질산태 질소량이 감소하여 동계 휴한구에 비해 약 15 kgN/ha 정도 적었으며 동계 베치재배구보다는 약 8 kgN/

Table 1. Dry matter and N amount of hairy vetch and rye before at corn planting

Winter crop		Fresh matter (ton/ha)	Dry matter percent	Dry matter (ton/ha)	N percent	Nitrogen amount (kgN/ha)
Hairy vetch	Stalk	46.22	10.1	4.65	3.7	172
	Root	-	-	0.55	3.0	16
Rye	Stover	35.00	14.6	5.10	-	-
	Residue ¹	-	-	3.01	0.8	24

¹ residue : aboveground residue + root(0~30cm)

Table 2. Bulk density of soil at corn planting time

Winter crop	Soil layer 0~15cm		Soil layer 15~30cm	
	g/cc			
Hairy vetch	1.28		1.37	
Winter fallow	1.25		1.36	
Rye	1.25		1.40	
Mean	1.26		1.38	

Table 3. Soil nitrate concentration of soil layer 0~15, 15~30cm at planting, at 6-leaf and at harvest of corn as affected by winter crop and N rate

Winter crop	N rate ¹ (kgN/ha)	At planting		At 6-leaf		At harvest	
		0-15 ²	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30
		ppm					
Vetch	100	6.5	3.6	90.4	39.3	23.6	19.2
	200	4.8	2.7	87.4	37.1	25.8	37.3
Fallow	100	7.1	3.4	74.2	21.9	4.3	4.0
	200	7.5	6.7	64.5	27.9	13.3	19.6
Rye	100	2.3	1.6	65.7	26.3	11.4	5.9
	200	2.3	2.7	73.5	28.4	11.5	12.6
Mean values							
Vetch		5.7	3.2	88.9	38.2	24.7	28.2
Fallow		7.3	5.1	69.3	24.9	8.8	11.8
Rye		2.3	2.2	69.6	27.3	11.5	9.3
	100	5.3	2.9	76.8	29.2	13.1	9.7
	200	4.9	4.0	75.1	31.2	16.9	23.2
LSD(0.05)							
Winter crop (C)		1.1	NS	9.6	4.8	8.3	8.7
N rate (N)		NS	NS	NS	NS	NS	6.6
C × N		NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)		44	33	13	11	33	43

¹ Plots of N rate 100 and 200 kgN/ha were received N 100kgN/ha at seeding time, and plot of N rate 200kgN/ha was only received supplementary 100kgN/ha at 6-leaf stage.

² 0-15 : soil depth 0~15cm, 15-30 : soil depth 15~30cm

ha가 적었으나 동계 휴한구와 베치재배구는 차이가 없었다. 그러나 동계 작물재배에 따른 파종기의 질산태 질소의 감소는 큰 것이 아니었고 옥수수의 생육과정중의 토양의 질산태 질소량은 주로 시비한 질소비료와 베치의 녹비에 크게 좌우되었다(표 4). 옥수수의 질소 추비직전 토양질산태 질소량을 보면 동계 휴한구와 호밀잔사잔사구는 질산태 질소량의 평균값이 180 kgN/ha 내외였지만

Table 4. Soil nitrate amount of soil layer 0~30cm at planting, at 6-leaf and at harvest of corn as affected by winter crop and N rate

Winter crop	N rate ¹ (kgN/ha)	At planting	At 6-leaf	At harvest
		kgN/ha		
Vetch	100	20	255	85
	200	15	243	125
Fallow	100	20	186	16
	200	27	174	64
Rye	100	8	177	34
	200	10	198	49
Mean values				
Vetch		17	249	105
Fallow		24	180	40
Rye		9	187	41
	100	16	206	45
	200	17	205	79
LSD(0.05)				
Winter crop (C)		6	25	23
N rate (N)		NS	NS	19
C × N		NS	NS	NS
CV(%)		33.9	10.6	32.7

¹ Plots of N rate 100 and 200 kgN/ha were received N 100kgN/ha at seeding time, and plot of N rate 200kgN/ha was only received supplementary 100kgN/ha at 6-leaf stage.

베치 녹비구는 평균값이 249 kgN/ha로 70 kgN/ha 정도가 증가하여 녹비의 분해에 따라 토양에 공급되는 질산태 질소가 70 kgN/ha 이상되는 것으로 판단되었다.

옥수수 수확기에 옥수수에 흡수되지 못하고 잔류하는 질산태 질소량을 보면 베치 녹비구의 평균값이 105 kgN/ha로 동계 휴한구와 호밀잔사구의 40 kgN/ha보다 약 65 kgN/ha의 높은 질산태 질소량을 나타내었다. 서 등(1997)은 품종 P3352를 이용한 질소비료 시험에서 옥수수 수확시 질소시비량 200 kgN/ha구에서 흡수되지 못한 질산태 질소가 수확시 토양하층에 많이 잔류하였다고 하였는데 여기에서도 동계 휴한구의 질소 200 kgN/ha에

서 질산태 질소가 64 kgN/ha나 토양에 존재하였다. 질소 시비량별로는 동계 휴한구 및 베치 녹비구에서 200 kgN/ha구가 100 kgN/ha구보다 질산태 질소가 40~50 kgN/ha 많이 토양에 잔류하였는데 특히 녹비구의 100 및 200 kgN/ha구에서 0~30cm에 잔류하는 질산태 질소량이 각각 85, 125 kgN/ha로 동계 휴한구에 비해 각각 60~70 kgN/ha가 많이 잔류하였다. 옥수수 재배시 질소 시비량이 다소 부족하여 시비질소의 대부분을 흡수한다고 생각되는 동계휴한-100kgN/ha구와 비교했을 때 베치 녹비-100kgN/ha구는 70kgN/ha, 베치 녹비-200kgN/ha구는 110 kgN/ha 정도의 많은 질산태 질소량이 옥수수에 흡수되지 못하고 토양에 잔류하고 있었다.

2. 옥수수의 수량 및 질소 흡수량

질소시비량별 옥수수의 생육상황과 수량을 보면 (표 5) 옥수수 출사일수 및 줄기의 두께는 처리간 차이가 없었지만 간장은 벼치 녹비구가 다른 구에 비해 10cm 이상 컸다. 옥수수의 수량은 종실중, 간엽중, 전건물중과 TDN 수량은 처리간 차이가 없어 세 작부체계 모두 질소시비량 100 kgN/ha 이상에서는 수량의 증가가 나타나지 않았는데 서 등 (1997)도 P3352는 질소시비량 100 kgN/ha 이상에서 수량의 차이는 없었다고 보고하였다.

수확기 옥수수의 부위별 질소 함량을 보면 종실의 질소 함량은 벼치녹비구, 동계 휴한구, 호밀잔사구가 각각 1.62%, 1.59%, 1.53%로 벼치 녹비구가 높고 호밀잔사구가 낮았으나 큰 차이는 나타나

지 않았다. 그러나 간엽의 질소 함량은 처리간 뚜렷한 차이가 나타났는데 벼치 녹비구가 질소 시비량에 관계없이 1.04%로 동계 휴한구 및 호밀잔사구보다 평균 0.2% 가량 높았으며 동계 휴한구와 동계 호밀구는 질소 시비량의 증가에 따라 질소 함량이 뚜렷이 증가하였다. 옥수수의 질소 흡수량에서는 종실의 질소 흡수량이 140~150 kgN/ha로 처리간 차이가 없었지만 간엽의 질소 흡수량은 벼치녹비구의 평균이 107 kgN/ha로 동계 휴한구 및 호밀잔사구보다 평균 20 kgN/ha의 질소 흡수량이 증가하였는데 질소 시비수준별로는 100 kgN/ha구에서는 50~60 kgN/ha의 많은 증가가 있었다. 또 동계 휴한구 및 호밀잔사구에서는 질소의 추비에 의해 간엽의 질소 흡수량이 평균적으로 20~25 kgN/ ha 증가하였다. 옥수수 전식물체의 질소 흡

Table 5. Growth and yield of corn at harvesting stage as affected by winter crop and N rate

Winter crop	N rate (kgN/ha)	Silking day (days)	Stalk height (cm)	Stem diameter (mm)	Dry matter yield (ton/ha)			TDN yield (ton/ha)
					Grain	Stover	Total	
Vetch	100	70	293	18.0	10.95	10.78	21.73	15.97
	200	70	294	17.9	10.76	9.94	20.70	15.32
Fallow	100	70	283	17.9	10.05	10.49	20.54	15.03
	200	71	283	18.0	10.94	10.31	21.25	15.70
Rye	100	71	278	17.9	10.84	9.76	20.60	15.28
	200	71	286	18.1	10.89	10.62	21.51	15.83
Mean values								
Vetch		70	293	17.9	10.84	10.36	21.20	15.65
Fallow		70	283	18.0	10.49	10.40	20.89	15.56
Rye		71	282	18.0	10.86	10.19	21.05	15.56
	100	70	284	17.9	10.60	10.34	20.94	15.43
	200	70	288	18.0	10.85	10.29	21.14	15.62
LSD0.05								
Winter crop(C)		NS	9	NS	NS	NS	NS	NS
N level (N)		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C × N		NS	NS	NS	NS	*	*	*
CV(%)		0.6	1.8	3.5	3.8	5.3	3.4	3.1

수량은 베타 녹비구가 평균 256 kgN/ha였으며 질소 추비에 의한 증가는 없었고 동계 휴한구와 호밀잔사구의 전질소 흡수량은 100 kgN/ha구에서 200~213 kgN/ha, 200 kgN/ha구에서 241~251 kgN/ha로 질소추비 100 kgN/ha에 의해 30~50kgN/ha의 질소 흡수량의 증가가 있었다. Moll 등(1982)은 종실용 옥수수의 질소시비량이 적을 때는 흡수된 질소의 종실로의 이전이 중요하고 질소시비량이 많을 때는 질소흡수량의 정도가 옥수수의 질소이용상 중요하다고 했다. 여기에서 질소비료 100 kgN/ha 이상에서 종실의 질소 함량 및 질소 흡수량이 차이가 없어 옥수수 단작에서 질소 100 kgN/ha의 시용만으로는 옥수수 종실의 생산에는 큰 문제가 없는 것으로 판단되지만 옥수수 전체를 이용하는 사료용 옥수수일 경우는 질소비료를 더 사용해야 할 것으로 보인다. 그러나 질소 200 kgN/ha는 수확 후 토양에 남아 있는 질산태 질소량을 생각할 때 과도한 것으로 보여지는데 서 등(1997)도 옥수수 질소 흡수량을 최대화 하면서

토양에 잔류 질산태질소를 남기지 않은 질소 시비량은 150 kgN/ha 정도라고 하였다. 더욱이 헤어리베치의 녹비를 환원할 때는 녹비에 의해 공급되는 질소량이 아주 많기 때문에 질소 비료를 현저히 줄여야 할 것으로 판단되는데 표 4에서 보는 바와 같이 베타녹비-100kgN/ha구의 옥수수 수확 후 질산태 질소량이 85kgN/ha로서 동계휴한-200 kgN/ha구보다 22 kgN/ha 더 많이 토양에 잔류하는 것을 보아도 알 수 있으며 따라서 옥수수 단작시 사료용옥수수의 적정 시용량을 150 kgN/ha라고 가정했을 때 헤어리베치의 녹비 이용시 질소비료는 150 kgN/ha 정도 줄여야 할 것으로 판단되었다. 그러나 헤어리베치의 녹비 이용시는 유기물 투입 및 윤작효과에 의해 옥수수의 생육이 증가하여 옥수수 질소흡수량이 단작 및 호밀잔사 이모작보다 50~60 kgN/ha 증가하는 것으로 나타났으므로(표 6) 기비로 사용하는 질소 100 kgN/ha만 줄이면 될 것으로 판단되었다.

Table 6. Nitrogen concentration and N uptake of corn at harvesting stage as affected by winter crop and N rate

Winter crop	N rate (kgN/ha)	N %			N uptake (kgN/ha)		
		Grain	Stover	Total	Grain	Stover	Total
Vetch	100	1.62	1.04	1.31	150	112	261
	200	1.63	1.04	1.32	148	103	251
Fallow	100	1.53	0.67	1.06	130	70	200
	200	1.65	0.97	1.29	153	99	252
Rye	100	1.53	0.76	1.13	140	74	213
	200	1.53	0.94	1.21	141	100	241
Mean values							
Vetch		1.62a	1.04	1.31	149	107	256
Fallow		1.59ab	0.82	1.17	141	85	226
Rye		1.53b	0.85	1.17	140	87	227
	100	1.60	0.82	1.16	140	85	225
	200	1.56	0.98	1.27	147	101	248
LSD0.05							
Winter crop(C)		0.07	0.14	0.10	NS	18	23
N level (N)		NS	0.10	0.08	NS	11	14
C × N		NS	**	**	*	**	**
CV(%)		4.0	7.3	4.2	6.2	7.1	4.7

IV. 적 요

사료용 옥수수에 대한 동계호밀 재배 및 헤어리베치 녹비의 영향을 규명하기 위하여 동계호밀, 헤어리베치 녹비, 동계휴한의 세 작부체계에 질소 수준을 100, 200kgN/ha를 각각 두어 토양의 질산태 질소와 옥수수의 수량 및 질소 흡수량의 차이를 살펴 본 결과는 다음과 같다. 옥수수 파종직전 호밀을 재배한 구는 토양의 질산태 질소량은 동계 휴한구보다 다소 감소하였으나 헤어리베치 재배구는 동계 휴한구와 큰 차이가 없었다. 베치녹비구는 옥수수 질소추비기 및 수확기에 토양 질산태 질소가 증가하여 동계 휴한구나 호밀잔사구보다 평균 60~70 kgN/ha의 질산태 질소가 많았으며 베치를 녹비로 환원하고 질소비료를 200 kgN/ha 시용하였을 때 100 kgN/ha 내외의 질산태 질소가 옥수수에 흡수되지 못하고 수확기에 토양에 잔류하였다. 옥수수 수량 및 종실의 질소 함량은 세 작부체계 모두 질소비료 100 kgN/ha 이상에서는 증가하지 않았지만 간엽의 질소 함량과 질소 흡수량이 베치녹비시 현저히 증가하여 동계 휴한 및 동계 호밀구보다 50~60 kgN/ha의 질소를 옥수수가 더 흡수하였다. 따라서 옥수수 수확시 토양에 잔류하는 질산태 질소량 및 옥수수의 질소흡수량의 증가를 고려할 때 동계에 헤어리베치를 재배하여 녹비의 환원시 녹비에 의한 무기태 질소 공급효과가 100 kgN/ha 이상일 것으로 추측되며 질소기비의 100 kgN/ha는 필요 없는 것으로 판단되었다.

V. 인 용 문 헌

- Allison, F.E. 1966. The fate of nitrogen applied to soils. *Adv. Agronomy* 18:219-258.
- Campbell, R.B., D.L. Karlen and R.E. Sojka. 1984. Conservation tillage for maize production in the U.S. Southeastern Coastal Plain. *Soil Tillage Res.* 4:511-529.
- Frye, W.W. and R.L. Blevins. 1989. Economically Sustainable crop production with legume cover crops and conservation tillage. *J. Soil and Water Conser.* 44:57-60.
- Holland, C., W. Kezar, W.P. Kautz, E.J. Lazowski, W.C. Mahanna and R. Reinhart. 1990. *The Pioneer forage Manual : A nutrition guide.* Pioneer Hi-bred Int., Des Moines, IA.
- Keeney, D.R. and D.W. Nelson. 1982. Nitrogen-inorganic forms. *Methods of soil analysis, part 2.* In A. L. Page ed. p 643-698. *Agronomy Monogr.* ASA and SSSA, Madison, WI.
- Moll, R.H., E.J. Kamprath and W.A. Jackson. 1982. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. *Agron. J.* 74:562-564.
- Raimbault, B.A., T.J. Vyn and M. Tollenaar. 1991. Corn response to rye cover, tillage method and planter options. *Agron. J.* 83:287-290.
- Ranells, N.R. and M.G. Wagger. 1996. Nitrogen release from grass and legume cover crop monocultures and bicultures. *Agron. J.* 88:777-782.
- Smith, M.S., W.W. Frye and J.J. Varco. 1987. Legume winter cover crops. *Advances in Soil Sci.* 7:95-139.
- Torbert, H.A., D.W. Reeves and R.L. Mulvaney. 1996. Winter legume cover crop benefits to corn : rotation vs. fixed-nitrogen effects. *Agron. J.* 88: 527-535.
- Utomo, M., W.W. Frye and R.L. Blevins. 1990. Sustaining soil nitrogen for corn using hairy vetch cover Crop. *Agron. J.* 82:979-983.
- Varco, J.J., W.W. Frye., M.S. Smith and C.T. Mackown. 1989. Tillage Effect on nitrogen recovery by corn from a nitrogen-15 labeled legume cover crop. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53: 822-827.
- Vaughan J.D. and G.K. Evanylo. 1998. Corn response to cover crop species, spring desiccation time, and residue management. *Agron. J.* 90:536-544.
- 서종호, 김동휘, 김충국, 최성호, 고문환. 1997. 질소시비수준별 토양 무기태질소의 변화와 옥수수 및 연맥의 질소이용. *농촌진흥청 농업환경논문집.* 39(1):43-49.