

콩과목초 잔주의 사일리지용 옥수수에 대한 질소공급효과

김동암 · 김종덕 · 이광녕 · 신동은 · 정재록* · 김원호**

A Comparison of Legume Residues as a Nitrogen Source for Silage Corn

D. A. Kim, J. D. Kim, K. N. Lee, D. U. Shin, J. R. Chung* and W. H. Kim**

Summary

A field experiment was conducted at the forage experimental plots, Seoul National University, Suweon from 1995 to 1996 to determine the effect of legume residues as a N source and N fertilizer on corn (*Zea mays* L.) silage yield, N uptake, and availability of inorganic N in the soil. Corn was grown following (i) red clover (*Trifolium pratense* L.), (ii) crimson clover (*Trifolium incarnatum* L.), (iii) alfalfa (*Medicago sativa* L.) and (iv) winter fallow. The plots were split into two rates of fertilizer N (0 and 90kg N/ha) in a split-plot experimental plan.

Compared with fallow treatment, legumes depleted soil water in the surface 15cm at corn planting by 17 to 26%. As a result, corn emergence was markedly delayed with legume residues by 8 to 11 days. Corn silage DM yield was significantly reduced in the presence of legume residues by 2.0 to 3.4 and 1.5 to 2.5 ton/ha compared with winter fallow treatment at 0 and 90kg fertilizer N/ha, respectively, but no significant difference in the corn DM yield was found between legume residue treatments. There was an overall tendency for increased corn yields with 90kg fertilizer N/ha compared to 0kg fertilizer N/ha, although not all yield increases were significantly greater. The corn yield response to applied N suggests that a source of N from legume residues was not sufficient for a succeeding corn crop.

There was significantly more N ($P < 0.05$) in the corn plants at both silking and late dent stages fertilized with 90kg N/ha on legume residue plots compared to winter fallow plots. Legume residues did not increase the total inorganic N content of the soil during the early stage of corn growth, but a considerable increase was observed after the period of corn silking except in the case of crimson clover residue.

Thus, we conclude that legume residues are not capable of providing a substantial portion of the N required by subsequent corn under the relatively dry conditions of May in Korea.

서울대학교 농업생명과학대학 (College of Agric. & Life Sciences, SNU, Suweon 441-744, Korea)

* 공주산업대학교 축산학과

** 축산기술연구소

이 논문은 1995년도 교육부 학술연구조성비에 의하여 연구되었음

I. 서 론

월년생 작물을 가을에 파종하고 이듬해 봄철에 이들을 녹비로 이용하거나 또는 조사료로 이용후 갈아엎고 여름작물로서 옥수수나 수수 등을 재배하는 1년 2모작의 작부체계는 선진국은 물론이고 우리나라에서도 보급되어 있으며 이와 관련된 연구보고도 적지않은 편이다. 그러나 특히 월년생 콩과작물은 그들이 수확된 후에 남기는 그루터기가 후작물로서 재배되는 옥수수나 수수와 같은 여름작물 질소 양분 공급에 크게 기여하는 점에서 새로운 관심의 대상이 되고 있는 것이다(Ebelhar 등, 1984; Hargrove, 1986). 콩과작물은 상술한 바와 같이 질소공급의 중요성 이외에도 사료가치가 높은 조사료원으로 이용이 가능하며(Burton, 1976; Utley 등, 1977), Taylor 등(1982)은 hairy vetch의 피복 및 사료작물로서의 재배 가능성을 제시한 바 있다. 이와 관련하여 Ebelhar 등(1984)은 강우량이 정상일 때 hairy vetch는 불경운 옥수수 재배시 ha당 90~100kg에 상당하는 질소성분을 생산할 수 있다고 하는 것을 보여 주었으며 또 Hargrove (1986)는 수수 재배시 탈취되는 질소성분을 기초로 월년생 콩과작물의 ha당 평균 질소 공급량을 72kg로 추정한 바 있고, 김 및 김(1993)의 보고에 따르면 crimson clover와 vetch를 가을 사료작물로 재배하고 봄에 청초로서 수확시 후작으로 심는 옥수수의 수량은 각각 2 및 3%가 증수되었다고 하였다.

그러나 Wagger(1989b)의 보고에 따르면 crimson clover, 호밀 또는 hairy vetch의 후작으로 옥수수를 재배할 경우에도 토양수분이 부족할 때에는 옥수수의 수량에 대하여 질소비료의 영향이 나타나지 않는 것으로 밝혀졌으며, Ebelhar 등(1984)은 가을작물의 수량이 높을 경우에는 옥수수의 파종시 토양수분을 저하시키는 경향이 있다고 보고한 바 있다. 또한 Doll 및 Link(1957)는 콩과작물을 건초로서 수확시 후작물에 대한 질소공급효과를 비교하였다. 즉, 옥수수 파종전에 콩, 일년생 lespedeza 및 red clover를

건초로서 수확할 경우보다 갈아엎을 경우 옥수수 수량은 18, 14 및 4% 증수되었다고 하여 녹비로서 갈아엎었을 때 보다 건초로서 수확했을 때의 질소공급 효과가 낮다고 보고하였다. Touchton 등(1982)은 가을작물인 crimson clover가 건초로서 수확될 때는 3년 시험 중 1년은 수수 수량이 감소되었다고 한 바 있으며 또한 Hargrove 등(1984)은 crimson clover 등을 방치하는 것 보다 제거하였을 때가 후작으로 심은 수수의 수량은 감소되었으나 유의성은 없었다고 하였고, Wright 및 Stanley(1982)도 옥수수를 보통 경운방법으로 재배시 피복작물인 crimson clover가 건초로서 수확 되었을 때 옥수수의 수량이 감소되었다고 하였다.

이상에서 여러 연구자들이 수행한 콩과작물의 질소공급 효과에 대한 시험결과를 종합할 때 콩과작물의 수확방법과 토양수분 함량에 따라 그 효과가 서로 다르게 나타나고 있는 것이 확인되었다. 따라서 본 연구는 가을에 심은 콩과작물을 봄철에 조사료로서 수확할 수 밖에 없는 농가의 형편과 또 연중 토양수분이 상대적으로 부족한 5월에 옥수수가 후작물로서 파종되는 우리의 조건을 고려할 때 가을작물로서 파종된 콩과목초의 수확후 잔주가 후작으로 재배되는 사일리지용 옥수수에 어느 정도의 질소공급효과가 있을 것인가를 알아낼 목적으로 수행되었다.

II. 재료 및 방법

본 연구는 수원 소재 서울대 농업생명과학대학 부속 실험목장의 사초시험포장에서 1995년 가을부터 1996년 말까지 1년간에 걸쳐 수행되었다. 본 연구가 수행된 시험포장은 사일리지용 옥수수와 연맥이 연간 2모작으로 재배되어 오던 식양토로 1995년 9월에 조사된 토양의 이화학적 특성을 보면 pH는 6.68, OM 1.64%, 유효인산 함량 466ppm, 교환성 K, Ca 및 Mg 함량은 각각 0.76, 6.40 및 1.74me/100g 그리고 CEC는 11.67me/100g로 중~상등급에 속하는 토양으

로 생각되었다.

본 연구는 전작물로서 재배된 콩과목초를 5월 중순에 건조용으로 수확하고 남은 잔주의 후작 옥수수에 대한 질소공급효과를 구명할 목적으로 콩과목초가 재배되지 않은 휴한구(무처리), red clover (Marathon), crimson clover(Tibbee) 및 alfalfa(Nitro)가 재배된 4처리를 주구로 하고 콩과목초를 수확한 후 사일리지용 옥수수 재배시 옥수수에 대한 질소시비량을 ha당 0 및 90kg로 한 질소시비구를 세구로 한 8처리 3반복의 분할구시험법으로 수행되었다.

본 연구에서 시험구의 크기는 11.25m²(2.25 × 5.0m)로 하였으며 시험포장은 콩과목초가 파종되기 전인 1995년 9월 초순에 ha당 1,000kg의 소석회량을 포장전면에 균일하게 살포하였고 로타리 경운을 하여 주었다. 콩과목초에 대한 기비로서 ha당 질소 20, 인산 200, 칼리 80 및 봉사 20kg을 목초파종 직전에 시험구별로 고르게 뿌려주고 레이크로 굽어 주었다. 그 위에 ha당 red clover 13, crimson clover 22 및 alfalfa 22kg을 손으로 산파하고 레이크로 굽어준 후 롤러로 진압하였다.

한편 생장후 이듬해 봄에 출수 및 개화기에 도달된 콩과목초는 1996년 5월 16일 오전에 지상 5cm를 남겨두고 Jari 예초기로 각 시험구의 중앙에서 86cm 폭으로 수확하고 생초수량을 조사한 후 500g의 시료를 채취하여 65℃의 순환식열풍건조기에 168시간 건조시켜 건물수량 계산과 콩과목초의 질소함량분석용 시료로 사용하였다. 후작으로 재배된 옥수수의 파종은 콩과목초를 수확한 동일포장에 같은 날 오후 로타리 경운을 2회 한 다음 ha당 기비로서 각 시험구 공통으로 인산 200 및 칼리 140kg과 처리구별로 질소 0 및 90kg을 섞어서 뿌려준 다음에 레이크로 복토 후 사일리지용 옥수수(Pioneer 3845품종)를 ha당 151,516립(75 × 18cm)씩 점파하고 옥수수의 유식물이 4엽기에 도달되었을 때 1주씩을 솟아내어 ha당 재식밀도가 75,758주가 되게 하였다. 옥수수는 75cm 휴폭을 두고 3줄을 5m 길이로 심었으며 중앙

1줄을 생육특성 및 수량조사용으로 그리고 양쪽줄은 N 성분분석 시료용으로 사용하였다. 옥수수 포장 토양중의 수분함량은 옥수수 파종 1일 전인 5월 15일과 옥수수 파종후 출현기간인 6월 3일 그리고 옥수수 파종후 최초로 비가 내린 후 2일째가 되던 6월 11일에 각 시험구별로 중앙 1줄의 중심부 옥수수로 부터 10cm 지점의 고정된 위치에서 스텐제 원통형 토양채취기를 사용하여 표토로부터 10cm 깊이까지의 토양을 3점씩 채취하여 처리구별로 혼합한 후 100℃의 순환식 열풍건조기에서 72시간 건조시킨 후 중량법에 의하여 토양수분함량 조사를 하였다. 또한 각 처리구 토양의 무기태질소(NH₄-N 및 NO₃-N) 함량은 5월 15일 콩과목초 수확 직전의 콩과재배 포장과 옥수수 파종구에서 옥수수 파종후 6월 20일, 7월 24일 그리고 8월 20일 옥수수 수확일에 옥수수 3줄중 중심 1줄의 중심부위의 고정된 지점에서 각 반복당 3점의 토양시료를 0~15cm 깊이로 채취하여 각 처리구별로 혼합시료를 만들고 실험실 내에서 음건한 후 암모니아태질소는 증류법으로 질산태질소는 Brucine법으로 비색정량 하였다.

한편 파종후 유식물이 조기에 출현된 옥수수에 대하여 7월 15일 출사기에 경엽중의 N함량, 8월 3일 유숙기에 암이삭 착수엽중의 N함량 그리고 8월 20일 황숙후기에 옥수수 경엽중의 N함량을 조사하기 위하여 생육조사용으로 사용된 중앙 1줄로부터 옥수수를 반복당 각각 2주씩을 채취하여 절단후 65℃의 순환식 열풍건조기에 168시간 건조한 후 분쇄하여 시료를 만들고 Kjeldahl 질소정량법(AOAC, 1980)으로 N성분을 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 콩과목초의 생육특성 및 질소함량

전작물로서 재배된 콩과목초의 이듬해 5월 수확시 생육특성과 수량 및 질소(N) 함량을 보면 표1

에서 보는 바와 같다.

전작물로서 재배된 콩과목초중 crimson clover는 5월 7일 개화가 시작되었으며 5월 16일 수확시에는 80%정도 개화가 진전되어 숙기가 상대적으로 빠른 초종으로 평가되었다. 그러나 사초의 건물수량은 ha당 3,065kg로 유의성은 없었지만 콩과목초중에서 가장 낮았고 또한 질소(N) 함량도 다른 콩과목초보다 낮은 2.67%를 보여주어 결과적으로 ha당 N의 수량도 82kg로 유의적으로 낮았다. 한편 alfalfa는 콩과

목초중 사초수량이 ha당 3,636kg로 가장 높았으며 N함량도 3.82%로 두번째로 높았고 따라서 ha당 N의 수량도 139kg으로 가장 높았으며 red clover는 사초 수량과 N의 수량이 alfalfa 다음으로 높았다. 그러나 본 연구에서 전작물로 재배된 콩과목초의 건물수량은 김 및 김(1993)이 보고한 crimson clover의 건물수량 보다는 낮은 수량으로 이러한 결과는 본 시험기간 동안의 낮은 강수량 때문인 것으로 생각된다.

Table 1. Agronomic characteristics and N content of previous legumes harvested in May, 1996.

Previous legumes	Plant height	First flower	Growth stage at harvest	DM yield	%N	Nitrogen content
	cm			kg/ha		kg/ha
Red clover	53		late bud	3,223	3.90	126
Crimson clover	61	7 May	80% bloom	3,065	2.67	82
Alfalfa	66		late bud	3,636	3.82	139
Mean	60			3,308	3.46	116
LSD(0.05)				NS	0.30	32

NS. not significant at 0.05 level of probability.

2. 토양수분 함량과 옥수수의 생육 및 수량

(1) 토양수분 함량 및 옥수수 유식물의 출현

전작물로서 재배된 콩과목초의 수확후 잔지가 옥수수 재배 초기에 있어서 토양수분 함량에 미치는 영향을 보면 표 2에서 보는 바와 같다. 즉, 콩과목초가 수확되기 1일 전인 5월 15일에 표토 10cm 깊이에서 채취한 토양의 수분 함량은 전작물로서 콩과목초가 재배되지 않은 휴한구(무처리구)에서는 15.4%로 가장 높았으나 전작물로서 콩과목초가 재배된 처리구에서는 11.4~12.8%로 휴한구에 비하여 낮은 수분 함량을 보여주었다. 또한 옥수수의 유식물이 50%이상 출현된 6월 3일에도 토양수분 함량은 파종 전일에 조사한 결과와 같은 경향을 보여 주었다. 이러한 본 연구 결과는 Ewing 등(1991)의

crimson clover를 가지고 수행한 연구 결과와 비슷한 것으로 그들은 전작물로서 crimson clover를 재배한 후 옥수수 파종시 토양수분을 조사한 결과 clover 재배구에서는 11.3%로 극히 낮았으나 휴한구에서는 토양수분이 15.7%로 높았다고 하였고, Frye 및 Blevins(1989)도 콩과목초 재배구는 휴한구 보다 토양수분을 3~5% 정도까지 감소 시킨다고 하였다. Utomo(1986)는 이러한 전작물 재배구에 있어서 토양수분의 감소현상은 전작물에 의한 수분 소모 때문이라고 하였고 수분 저하현상은 옥수수 수확기까지 계속 되었다고 하였다. 본 연구에서도 이러한 전작물에 의한 토양수분 소모 경향은 계속되었으며 비가 내린 2일 후인 6월 11일에 조사한 토양수분도 콩과목초 재배구에서 조금 완화되기는 하였지만 계속적

으로 낮게 나타난 것이다. 그러나 콩과목초 재배구 중에서는 alfalfa 및 crimson clover 재배구의 토양수분이 red clover 재배구 보다는 상대적으로 높았다.

한편 전작물로 재배된 콩과목초의 잔주가 옥수수 유식물의 출현 시작일, 출현기(50% 출현) 및 6월 3일에 조사된 옥수수 유식물의 출현율에 미치는 영향

을 보면 표 2에서 보는 바와 같다. 콩과목초의 잔주가 없는 휴한구에서 옥수수의 유식물은 파종후 6일째에 첫 출현이 시작되었으나 전작물로서 콩과목초가 재배된 콩과목초 잔주구에서는 파종후 9~12일 사이에 출현이 시작되어 휴한구보다 3~6일이 더 늦었다.

Table 2. Effect of legume residues on soil moisture in 0 to 15cm depth at various sampling dates and seedling emergence of corn.

Legume residues	Soil moisture			Seedling emergence		
	15 May	3 June	11 June	1st	50%	3 June
 % days after planting		
Fallow	15.4	14.6	18.8	6	8	96.6
Red clover	11.4	12.0	17.7	12	19	51.1
Crimson clover	12.6	13.7	16.9	9	16	56.3
Alfalfa	12.8	13.3	17.2	10	17	63.3

그러나 파종으로부터 옥수수 유식물이 50% 출현될 때 까지 소요일수는 휴한구에서는 8일이었으나 콩과목초잔주구에서는 16~19일로 8~11일이 더 늦었다. 또한 6월 3일에 조사된 유식물의 출현률에 있어서는 휴한구가 96.6%로 옥수수의 출현이 거의 완료되었으나 콩과목초 잔주구에서의 출현률은 51.1~63.3%로 휴한구보다 33.3~45.0%가 낮은 출현률을 보여 주었다. 이와 같은 전작물로서 콩과목초를 재배한 포장에서 옥수수의 출현이 지연되고 또 낮은 것은 Wagger 및 Mengel(1988), Holderbaum 등(1990), Campbell 등(1984a)이 그들의 연구에서도 이미 지적한 바 있다. 우리나라에서 연중 5월은 강우량이 가장 낮은 달이기도 하지만 특히 본 연구의 옥수수가 파종된 해의 5월은 그림 1에서 보는 바와 같이 강우량이 낮았고 이런 조건하에서 전작물로 콩과목초를 재배한 포장에서는 토양수분이 소모되어 후작으로 파종한 옥수수의 발아와 출현에 장애가 된 것으로 생각된다.

Holderbaum 등(1990)은 그들의 피복작물에 대한

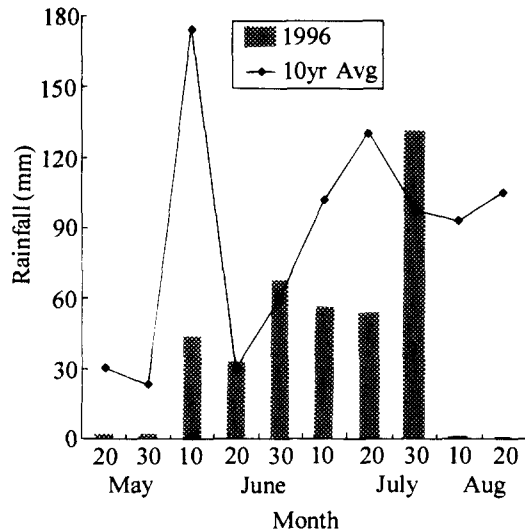


Fig. 1. Rainfall distribution for 1996 cropping season averaged over ten day intervals and compared to the 10 - yr average.

연구에서 강수량이 정상적인 해보다 많을 때에는 피복작물의 재배는 후작물로 재배되는 옥수수의 발아, 출현 및 초기생장에 영향이 적었다고 하였다. 그러

나 강수량이 평년보다 낮은 해에는 전작물의 재배는 토양수분 함량을 소모 시킴으로서 후작물인 옥수수의 발아, 출현 및 생육에 상당한 영향을 주는 것으로 보고 되었으며 (Holderbaum 등, 1990; Campbell 등, 1984a; Ewing 등, 1991), 특히 봄철 생육이 왕성한 hairy vetch 재배토양은 옥수수 재배후 휴한중인 토양보다 토양의 수분함량이 유의적으로 낮았으며 (Ebelhar 등, 1984), 봄철이 가물 때에는 전작물에 의한 토양수분의 감소는 심한 것으로 밝혀졌다.

- (2) 옥수수의 건물수량
전작물로서 재배된 콩과목초의 수확후 잔주

가 후작으로 심은 옥수수의 사일리지 수량에 미치는 영향을 보면 표 3에서 보는 바와 같다. 8월 20일 황숙 후기에 수확된 옥수수의 사일리지 건물수량은 콩과목초가 재배되지 않은 휴한구(무처리)의 질소 0 및 90kg 구에서 각각 ha당 15,563 및 16,751kg로 가장 높았으며 이러한 사일리지 건물수량은 콩과목초가 재배된 다른 처리구의 수량에 비하여 질소비료를 ha당 90kg 사용한 crimson clover 재배구를 제외하고는 5% 수준에서 유의적으로 높았다. 그러나 콩과목초가 재배된 처리구간의 사일리지 수량에 있어서는 유의적인 차이가 없었다.

Table 3. Effect of legume residues and N rate on silage DM yield of corn.

Legume residues	Nitrogen rate (kg/ha)		
	0	90	Mean
 kg/ha		
Fallow	15,563	16,751	16,157
Red clover	12,123	14,284	13,204
Crimson clover	12,835	15,274	14,055
Alfalfa	13,618	14,578	14,098
Mean	13,535	15,222	
LSD(0.05) = 1,896 (Legume) ; 1,341 (N rate) ; NS (Legume × N rate)			

NS, not significant at 0.05 level of probability.

한편 옥수수의 사일리지 건물수량에 미치는 질소 시비량의 영향을 보면 콩과목초가 재배되지 않은 휴한구에서는 무질소구(0kg)에 비하여 90kg의 질소를 사용하였을 때 유의성은 없었지만 8%의 건물증수가 있었으며 또 90kg의 질소를 사용한 alfalfa 재배구에서는 역시 7%의 건물증수가 있었다. 그러나 red clover 및 alfalfa가 재배된 콩과목초의 잔주에서 질소를 ha당 90kg을 사용했을 때 무질소구에 비하여 옥수수의 건물수량은 각각 18 및 19%가 유의적으로 증수되어 질소를 90kg 시용한 모든 처리구의 옥수수

수량이 유의적으로 높은 것은 아니었지만 본 연구에서는 질소 90kg 시용구가 전반적으로 질소 무시용구보다 증수되는 경향이였다. 이러한 본 연구의 결과 무질소 조건하에서 콩과목초 잔주로부터 공급되는 질소만으로는 옥수수가 충분히 자랄 수 없다고 하는 것이 밝혀진 셈이다. 또한 본 연구에서 휴한구의 옥수수 사일리지 건물수량이 콩과목초 재배구의 수량보다 높다고 하는 결과는 앞서 많은 연구자들 (Ebelhar 등, 1984; Holderbaum 등, 1990; Waggar, 1989; Stute 및 Posner, 1995; Myers 및 Waggar, 1991;

Torbert 등, 1996)이 보고한 연구결과와 상반된 것이라고 할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 전작물인 콩과목초를 녹비나 피복작물로 이용하는 대신 부족한 조사료를 생산하기 위하여 건조로서 수확 후 제거하였기 때문에 표 1에서 보는 바와 같이 수확후 남은 콩과목초의 잔주가 질소공급에 크게 도움이 되지 못한 것으로 생각되며 (Hargrove 등, 1984; Wright 및 Stanley, 1982; Doll 및 Link, 1957) 또 콩과목초의 재배구에서 옥수수의 건물수량이 낮은 다른 이유는 그림 1 과 표 2 에서 볼 수 있다(Frye 및 Blevins, 1989; Utomo, 1986). 즉, 본 연구가 수행된 5월의 건조한 기후조건 하에서 전작물인 콩과목초는 토양수분을 과도하게 소모하여 이로 인한 저하된 토양수분 때문에 옥수수의 발아와 출현장애가 콩과목초 잔주구에서 심하였고 (표 2) 이러한 초기에 일어났던 옥수수 유식물의 생육장에 현상이 Ewing등(1991)이 지적한 것처럼 6월달의 충분한 강우에도 불구하고 (그림 1) 생육 후기까지 장기간에 걸쳐 이어졌기 때문에 결과적으로 콩과목초가 재배되지 않은 휴한구의 옥수수가 더 증수될 수 밖에 없었을 것으로 생각된다. 본 연구에서 콩과목초 잔주와 질소시비량의 옥수수 사일리지 건물수량에 대한 교호작용은 없었다.

따라서 본 연구결과에 따르면 우리나라와 같이 5월달이 건조한 기후조건 하에서라면 전작물로 재배

된 콩과목초의 수확후 소량으로 남은 잔주는 후작으로 5월에 재배되는 옥수수에 대하여 질소공급원으로 기여도가 높지 못한 것으로 생각된다.

(3) 총 사초수량 (콩과목초 + 옥수수 건물수량)

전작물로서 수확된 콩과목초의 건물수량과 후작물로서 재배된 옥수수 사일리지의 건물수량을 합계한 총 사초수량을 보면 표 4 에서 보는 바와 같다. 즉, 앞서 옥수수 사일리지의 건물수량만을 비교하였을 때에는 휴한구의 건물수량이 콩과목초 재배구의 수량보다 유의적으로 높았으나 표 4 와 같이 콩과목초와 옥수수의 건물을 합했을 때에는 처리구 간 총 사초의 수량간에는 유의적인 차이가 없었다. 따라서 본 연구에서는 콩과목초를 재배함으로써 생산된 목초의 건물수량이 콩과목초 재배로 인해서 감소된 옥수수 사일리지의 건물수량보다 유의적으로 더 높지 못했기 때문에 콩과목초의 재배가 총 사초수량을 높이는 데는 기여하지 못한 것으로 평가된다. 한편 질소시비량이 총 사초수량에 미치는 영향은 콩과목초 재배시에는 질소시비량의 처리를 하지 않았기 때문에 옥수수 수량에 대한 영향만으로 평가될 수 밖에는 없다. 따라서 질소 90kg을 사용했을 때 총 사초 수량의 증수경향은 앞의 표 3 에서 보여준 옥수수의 증수 경향과 같았다.

Table 4. Effect of legume residues and N rate on total forage production (combined legume forage and corn silage DM yield).

Legume residues	Nitrogen rate (kg/ha)		
	0	90	Mean
Fallow	15,563	16,751	16,157
Red clover	15,446	17,608	16,527
Crimson clover	15,900	18,339	17,120
Alfalfa	17,255	18,214	17,735
Mean	16,041	17,728	

LSD(0.05) = NS (Legume) ; 1,234 (N rate) ; NS (Legume × N rate)

NS, not significant at 0.05 level of probability.

3. 옥수수 사초건물 중의 질소(N) 함량

전작물인 콩과목초의 잔주 및 질소 사용량이 옥수수에 있어서 출사기(7월 15일)의 사초, 곡식이 영그는 시기(8월 3일)의 착수엽과 그리고 황숙후기(8월 20일)에 있어서 경영중의 질소 함량에 미치는 영향을 보면 표 5 와 같다. 즉, 출사기에 채취한 옥수수 사초중의 질소 함량은 휴한구에 있어서는 1.80~1.83% 였으나 콩과목초 잔주구에서는 1.94~2.36%

로 휴한구보다 5% 수준에서 유의적으로 높았다.

이와같이 콩과목초 잔주구에서 재배된 옥수수의 출사기에 있어서 사초중의 질소 함량이 휴한구보다 높다고 하는 것은 콩과목초 재배후 수확하고 남은 지상부의 잔주와 근계의 질소원이 로타리 경운후 토양중에서 점진적으로 무기태 질소로 되고 옥수수에 의해서 흡수 이용 되었기 때문이라고 생각된다 (Ebelhar 등, 1984).

Table 5. Effect of legume residues and N rate on N concentration in whole plants, ear leaves and stovers at silking, grain-filling and late dent stages of corn, respectively.

Legume residues	Nitrogen rate (kg/ha)								
	0	90	Mean	0	90	Mean	0	90	Mean
	... % N in whole plants % N in ear leaves % N in stovers		
Fallow	1.80	1.83	1.82	2.82	2.89	2.86	0.99	1.11	1.05
Red clover	2.04	2.36	2.20	2.84	3.06	2.95	1.11	1.19	1.15
Crimson clover	1.94	2.18	2.06	2.92	2.81	2.87	1.05	1.18	1.12
Alfalfa	2.06	2.17	2.12	2.89	2.93	2.91	1.08	1.32	1.20
Mean	1.96	2.14		2.87	2.92		1.06	1.20	
LSD(0.05)	% N in wholp plants : 0.019 (Legume) ; 0.157 (N rate) ; ** (L × N)								
	% N in ear leaves : NS (Legume) ; NS (N rate) ; NS (L × N)								
	% N in stovers : 0.046 (Legume) ; 0.032 (N rate) ; ** (L × N)								

NS, not significant at 0.05 level of probability.

** significant at 0.01 level of probability.

질소사용과 옥수수 사초중의 질소 함량과의 관계를 보면 (표 5) 질소 무시용구의 평균 질소 함량이 1.96% 인데 비하여 질소 90kg 사용시에는 모든 처리구에서 질소의 평균 함량이 2.14%로 0.18%가 더 높았으며 red clover 및 crimson clover 잔주구에서는 질소의 사용효과가 유의적으로 높았고 ($p < 0.05$) 또 옥수수 사초의 질소 함량에 대한 콩과목초 잔주와 N 사용량 간에도 교호작용이 인정되었다. 즉, 옥수수 사초의 질소 함량에 대하여 질소사용 효과는 콩과잔

주구에서 더 높게 나타났다. 다음에 옥수수의 곡식이 영그는 시기에 있어서 처리구에 따른 착수엽 중의 질소 함량을 보면 (표 5) 처리간에 통계적으로 유의적인 차이는 없었으나 휴한구의 평균치가 2.86% 인데 비하여 콩과목초 잔주구는 2.91% 로서 0.05%가 높았고 질소 무시용구의 평균치는 2.87% 인데 비하여 질소 90kg 사용구는 2.92%로 0.05%가 더 높았다. 그러나 옥수수 착수엽 중의 질소 함량에 대하여 콩과목초 잔주구와 질소 사용구간에는 교호작용이

없었다.

최종적으로 황숙후기에 수확한 옥수수 경엽중의 질소 함량을 보면 (표 5) 휴한구의 평균치는 1.05% 였으나 콩과목초 잔주구의 평균치는 1.16%로서 0.11%가 더 높았고 또 질소 무시용구의 평균 질소 함량은 1.06% 였으나 질소 90kg 시용구에서는 1.20%로 0.14%가 더 높았다. 그러므로 휴한구보다 콩과목초 잔주구에 재배한 옥수수 경엽중의 질소 함량, 그리고 질소 무시용구보다 질소 90kg 시용구에 있어서 질소 함량은 모두가 유의적으로 높았고 ($p < 0.05$) 따라서 황숙후기의 옥수수 경엽중의 질소 함량에 있어서 콩과목초 잔주와 질소 시비량의 효과가 함께 인정되었으며 또한 경엽중의 질소 함량에 대한 콩과목초 잔주구와 질소 시용구간에도 교호작용이 인정되었다. 그러나 본 연구에서 콩과목초 잔주 및 질소시용에 따른 황숙후기 옥수수 경엽중의 평균 질소 함량은 1.13%로 출사기의 2.05%, 그리고 옥수수 알곡이 영그는 시기에 있어서 착수엽중의

2.90%에 비하여 현저히 낮았다. 이러한 황숙후기에 있어서 옥수수 경엽중의 낮은 질소 함량은 옥수수의 질소부족 증상이라고 볼 수 있을 것이다.

또한 본 연구에서 콩과목초중 crimson clover 잔주구의 옥수수는 질소 함량이 다른 콩과목초 잔주구보다 매조사기마다 상대적으로 낮았으며 이러한 결과는 표 2에서 볼 수 있는 것처럼 crimson clover 사초중의 상대적으로 낮은 질소 함량에서 기인된 것이 아닌가 생각된다(Ebelhar 등, 1984).

4. 토양중의 무기태질소 함량

옥수수 파종 1일전인 5월 15일에 콩과목초 재배포장과 옥수수 파종후 36일째가 되는 6월 20일, 70일째가 되는 7월 24일(출사 10일후) 그리고 97일째가 되는 8월 20일(수확기)에 옥수수 재배포장의 0~15cm 토양층으로 부터 채취한 토양시료의 무기태질소(NH_4^+ 및 NO_3^-) 함량을 보면 그림 2에서 보는 바와 같다.

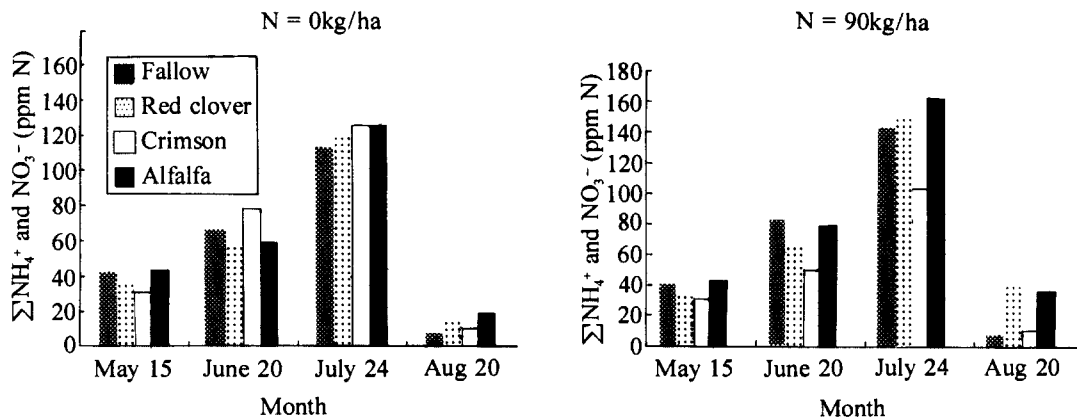


Fig. 2. Effect of legume residues and N rate on availability of NH_4^+ and NO_3^- in 0 to 15cm depth of soil at various sampling dates.

5월 15일 옥수수가 파종되기전 토양중의 무기태 질소 함량은 휴한구, red clover, crimson clover 및 alfalfa목초 잔주구가 각각 42, 34, 30 및 43 ppm으로

red clover 및 crimson clover 잔주구가 다른 처리구보다 상대적으로 낮았으나 처리간에 큰 차이는 없었다.

본 연구에서 옥수수 파종후 36일째가 되는 6월 20일에 조사된 각 처리구 토양중의 무기태질소 함량은 옥수수 파종전인 5월 15일 조사시 보다 30~43ppm이 더 높은 최저 50ppm으로 부터 최고 82ppm까지 증가 되었으나 각 처리구별 토양중의 무기태질소 함량은 crimson clover 잔주구(질소 90kg 시용)를 제외하고는 큰 차이가 없어 콩과목초 잔주의 토양에 대한 질소공급 효과가 뚜렷하지 않았다. 그러나 crimson clover 잔주구(질소 90kg 시용)의 예외적인 경우를 제외하고는 질소 90kg 시용구의 토양이 질소 무시용구의 토양보다 무기태질소의 함량이 높아 질소시용의 영향이 있는 것으로 생각된다.

6월 20일 조사시 콩과목초 잔주구에 있어서 토양중의 무기태질소 공급효과가 뚜렷하지 못한 것은 본 연구에서 옥수수의 전작물로서 재배된 콩과목초의 수확후 남은 잔주의 양이 빈약한 것과 또 본 연구가 시작된 5월달이 한발로 인해 토양중의 수분 함량이 낮은 상태였기 때문에(표 2 참조) 잔주나 뿌리중의 유기태질소가 무기태질소로 전환되는 것이 부진한데 그 원인이 있었을 것이다. 한편 옥수수의 출사 10일 후인 7월 24일에 조사된 토양중의 각 처리별 무기태질소 함량(그림 2 참조)은 약 1개월 전인 6월 20일에 조사한 결과에 비하여 53~80ppm 범위로 증가되어 최저 103ppm에서 최고 162ppm을 보여 주었다. 본 연구에서 crimson clover 잔주구(질소 90kg 시용)의 예외적인 경우를 제외하면 토양중 무기태질소에 대한 콩과목초 잔주의 효과는 Huntington등(1985)이 보고 한 것 처럼 본 연구에서도 옥수수가 출사기에 도달한 이후부터 나타났다. 특히 토양의 무기태질소 중 NO_3^- -N의 함량(그림에는 없음)이 콩과목초 잔주구에서 22~39ppm으로 급격하게 증가되어 Blackmer 등(1989)이 제시한 옥수수 생장 및 발달에 적합한 토양중의 질산태질소 수준인 20~25ppm을 상회하였다. 이러한 결과는 주로 7월의 고온 다습한 기후조건(그림 1 참조) 하에서 토양중의 유기질소 및 콩과목초 잔주중의 유기질소로 부터 유리된 암모니아태

질소의 질화작용이 촉진되었기 때문이라고 생각된다(Schmitt, 1990).

그러나 옥수수의 수확기인 8월 20일에 조사된 토양중의 무기태질소의 함량은 질소가 90kg 시용된 red clover 및 alfalfa 목초 잔주구의 38 및 37ppm를 제외한 모든 다른 처리구에서는 본 연구가 시작되기 전의 무기질소 함량 30~43ppm보다 훨씬 낮은 7~21ppm로 저하되었다.

따라서 본 연구에서 콩과목초 잔주구의 토양중 무기태질소 함량 증가효과는 옥수수의 생육 초기에는 나타나지 않았고 출사기 이후의 고온 다습한 조건에서 나타났다. 그러나 토양중 무기태질소 함량 증가에 대한 질소시용의 효과는 옥수수 파종후 초기부터 나타났다고 할 수 있을 것이다.

IV. 적 요

본 연구는 질소(N)원으로서 콩과목초의 잔주와 질소(N)비료의 시용이 후작으로 심은 옥수수의 사일리지 건물수량, 질소 흡수 및 토양중의 무기태질소 함량에 미치는 영향을 구명할 목적으로 1995년부터 1996년까지 수원시 소재 서울대 사초시험포에서 수행되었다. 본 연구는 crimson clover, red clover 및 alfalfa를 수확한 콩과목초 잔주구와 콩과목초가 재배되지 않은 휴한구를 주구로 하고 질소무시용(0kg)과 ha당 90kg의 질소를 시용한 2수준의 질소시비량을 세구로 한 분할구 설계로 실시되었다.

휴한처리에 비하여 콩과목초는 지표 15cm 포장토양중의 수분 함량을 옥수수 파종시에는 17~26%나 더 소모시켰으며 이러한 결과 옥수수의 출현은 콩과목초의 잔주에 의해서 8~11일이나 현저히 지연되었다.

옥수수의 건물수량은 콩과목초 잔주구에서 질소를 사용하지 않은 때 (0kg)는 ha당 2.0~3.4톤 그리고 질소를 90kg 시용한 때는 1.5~2.5톤이 휴한구에 비하여 각각 유의적으로 저하되었다. 그러나 옥수수

수량에 대하여 콩과목초 잔주기 간에는 유의적인 차이가 없었다.

본 연구에서 질소 90kg 시용구의 옥수수가 다 유의적으로 증수된 것은 아니었지만 질소무시용 보다는 ha당 질소를 90kg 시용했을 때 옥수수의 수량은 증수되는 경향이 있었다. 이와 같은 질소시용에 대한 옥수수의 증수반응은 콩과목초 잔주가 옥수수에 대한 질소(N)원으로서 불충분하다는 것을 보여주는 것이라 할 수 있다.

질소를 90kg 시용한 콩과목초 잔주구는 휴한구에 비하여 출사기와 황숙기에 있어서 옥수수 식물체중의 질소 함량을 유의적 ($p < 0.05$)으로 높여 주었다. 옥수수의 초기 생육기간에는 콩과목초의 잔주는 토양중의 총무기태질소(N) 함량을 증가시키지 못하였으나 옥수수가 출사된 후에는 crimson clover 잔주를 제외하고는 총 무기태질소 함량을 상당히 증가시켜 주었다.

따라서 5월이 상대적으로 가문 한국의 기후조건 하에서 콩과목초의 수확 후 잔주는 후작인 옥수수가 필요로 하는 질소(N)원으로서 중요한 부분이 될 수가 없다고 하는 것이 본 연구의 결론이다.

V. 인 용 문 헌

1. AOAC. 1980. Official Methods of Analysis (13th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C.
2. Blackmer, A.M., D. Pottker, M.E. Cerrato, and J. Webb. 1989. Correlations between soil nitrate concentrations in late spring and corn yields in Iowa. *J. Prod. Agric.* 2:103-109.
3. Burton, G.W. 1976. Legume nitrogen versus fertilizer nitrogen for warm-season grasses. p. 55-81. *In* C. S. Hoveland (ed.) Biological N fixation in forage-livestock systems. Spec. Publ. 28. ASA, Madison, WI.
4. Campbell, R.B., D.L. Karlen, and R.E. Sojka. 1984a. Conservation tillage for maize production in the U. S. Southeastern Coastal Plain. *Soil Tillage Res.* 4:511-529.
5. Doll, E.C., and L.A. Link. 1957. Influence of various legumes on the yields of succeeding corn and wheat and nitrogen content of the soil. *Agron. J.* 49:307-309.
6. Ebelhar, S.A., W.W. Frye, and R.L. Blevins. 1984. Nitrogen from legume cover crops for no-till corn. *Agron. J.* 76:51-55.
7. Ewing, P.R., M.G. Waggar, and H.P. Denton. 1991. Tillage and cover crop management effects on soil water and corn yield. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55:1081-1085.
8. Frye, W.W., and R.L. Blevins. 1989. Economically sustainable crop production with legume cover crops and conservation tillage. *J. Soil Water Conserv.* 44:57-60.
9. Hargrove, W.L. 1986. Winter legumes as a nitrogen source for no-till grain sorghum. *Agron. J.* 78:70-74.
10. Hargrove, W.L., G.W. Langdale, and A.W. Thomas. 1984. Role of legume cover crops in conservation tillage production systems. Paper 84-2038. Paper presented at the ASAE summer meeting, Univ. of Tennessee, Knoxville. 24-29 June 1984. ASAE, St. Joseph, MI.
11. Holderbaum, J.F., A.M. Decker, J.J. Meisinger, F. R. Mulford, and L.R. Vough. 1990. Harvest management of a crimson clover cover crop for no-tillage corn production. *Agron. J.* 82:918-923.
12. Huntington, T.G., J.H. Grove, and W.W. Frye. 1985. Release and recovery of nitrogen from winter annual cover crops in no-till corn production. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 16:193-

- 211.
13. Myers, J., and M.G. Wagger. 1991. Reseeding potential of crimson clover as a cover crop for no-tillage corn. *Agron. J.* 83:985-991.
 14. Schmitt, M.A. 1990. Manure management in Minnesota. Univ. of Minnesota, Ext. Serv.
 15. Stute, J.K., and J.L. Posner. 1995. Legume cover crops as a nitrogen source for corn in as oat-corn rotation. *J. Prod. Agric.* 8:385-390.
 16. 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.
 17. Touchton, J.T., W.A. Gardner, W.L. Hargrove, and R.R. Duncan. 1982. Reseeding crimson clover as a N source for no-tillage grain sorghum production. *Agron. J.* 74:283-287.
 18. Utley, P.R., W.H. Marchant, and W.C. McCormick. 1977. Dixie Crimson and Amclo arrowleaf clovers as pastures for growing steers. p. 21-23. *Georgia Agric. Res.* 18. no. 4.
 19. Utomo, M. 1986. Role of legume cover crop in no-tillage and conventional tillage corn production. Ph. D. diss., Univ. of Kentucky, Lexington.
 20. Wagger, M.G. 1989b. Cover crop management and nitrogen rate in relation to growth and yield of no-till corn. *Agron. J.* 81:533-538.
 21. Wagger, M.G. 1990. Cover crop management and nitrogen rate in relation to growth and yield of no-till corn. *Agron. J.* 81:533-538.
 22. Wagger, M.G., and D.B. Mengel. 1988. The role of nonleguminous cover crops in the efficient use of water and nitrogen. p. 115-127. *In* Cropping strategies for efficient use of water and nitrogen. Spec. Publ. 51. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
 23. Wilson, D.O., and W.L. Hargrove. 1986. Release of nitrogen from crimson clover residue under two tillage systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50:1251-1254.
 24. Wright, D.L., and R.L. Stanley. 1982. Supply nitrogen for corn with legumes. Univ. of Fla., *Agronomy facts* #127.
 25. 김동암 · 김원호. 1993. 추파사료작물이 사일리 지용 옥수수 수확량, 수량 및 사료가치에 미치는 영향. *한초지.* 13:122-131.