

혼파재배 토양이 옥수수 생육특성 및 영양수량에 미치는 영향

이상무 · 문상호 · 전병태

Effect of Mixed-Culture Soil on Growth Characteristics and Nutrient Yield of Silage Corn

S. M. Lee, S. H. Moon and B. T. Jeon

Summary

This experiment was carried out to determine the effects of soil condition that previous crop cultivated after [T0: Soil of corn cultivated, T1: Soil of rye mono-culture cultivated(150kg/ha), T2: Soil of mixed-culture cultivated(Rye: Red clover = 120 : 3kg/ha), T3: Soil of mixed-culture cultivated(Rye: Red clover = 90 : 6kg/ha), T4: Soil of mixed-culture cultivated(Rye: Red clover = 60 : 9kg/ha), T5 : Soil of mixed-culture cultivated (Rye: Red clover = 30 : 12kg/ha), T6 : Soil of red clover mono-culture cultivated(15kg/ha)] on the growth characteristics and nutrient yield of silage corn. The results are summarized as follows.

1. The plant length of silage corn was high in order of T6>T5>T4 treatment. In the leaf length, T5 and T6 treatment showed short compared to the other treatments, but they were wider than the other treatments in leaf width. In the number of leaf, T6 treatment was the highest as 14 leaves per plant, while T1 treatment showed lower than the other treatments as 12.6 leaves per plant.
2. In the stem hardness, ear length, ear width and ear full degree, soil treatment of red clover mono-culture cultivation(T6) showed higher than the other treatment as 5.11kg/cm², 20.8cm, 7.7cm and 97%, respectively (P<0.01, 0.05). The leaf of summer depression did not many occurrence, but T6 treatment was lower than the other treatment as 0.8 leaf per plant.
3. ADF and NDF composition were not affected by soil condition. Crude protein composition of T6 treatment was the highest as 7.8%, while T1 treatment was the lowest as 6.9%. Fresh weight yield(59,083kg/ha), dry matter yield(21,743kg/ha), crude protein yield(1,369kg/ha) and TDN yield(15,800kg/ha) at T6 treatment were much more increased by 41.9, 47.5, 57.4 and 49% than T1 treatment(39,410, 14,259, 827 and 10,056kg/ha).

I. 서 론

양축농가들은 조사료의 양적 부족으로 유우, 육우 사양시 많은 어려움이 뒤 따르고 있어 이를 해결하기 위한 방안으로 다수성인 작물을 집약적으로 생산할 수 있는 생산체계를 택하고 있다. 이러한 작부체계는

대부분 년 2모작으로 1년생 사료작물인 옥수수와 수수 × 수단그라스 교잡종을 주작물로 하고 호밀, 연맥 및 유채등을 부작물로 재배하는 것이 보편화 되어 있다. 따라서 토양양분 흡수력이 매우 높은 작물을 다년간 집중 재배함에 따라, 토양의 유효물질이 매년 이용되어 영양소의 불균형, 병해충 만연 등과 같은

연작피해와 동일원인으로 인한 년차적 수량감소 현상을 발현 시킨다. 또한 화분과 일변도의 집약적 단작체제로 발생하는 문제점 중 전작작물 재배조건에 따른 후작물인 옥수수의 수량 감소현상으로서, 전작물에 의한 토양수분 및 양분의 집약적 이용 (Campbell 등, 1984; 이, 1993)과 아울러 그루터기가 분해되는 동안에 발생하는 유해성분 및 토양유기물, 특히 Ca, Mn 함량의 감소가 주원인이라고 보고하고 있다(江原, 1975; Huber 및 Abney, 1986). 이러한 문제점을 해결하기 위하여 대두와 동부 혹은 기타 두과 사료작물을 재배하여, 건물과 영양수량, 토양의 이화학적 성분을 개선하여 후작물인 옥수수의 수량을 높이고자 하는 연구가 최근 활발히 진행되고 있다 (Osiru와 Willey, 1972; Enyi, 1973; 尾形, 1986; 이, 1988abc). 그러나 해결방안 중 하나로 가장 먼저 선결하여야 할 과제는, 현 우리나라 작부체계를 유지하면서 생산수량 증가 및 토양의 이화학적 성분을 개선시킬 수 있는 방안 모색이 매우 중요하다 하겠다. 이는 대표적인 부작물인 호밀 재배방법을 개선하여 주작

물인 옥수수의 생육 및 생산성감소 현상을 방지하는 것이다.

따라서 본 연구는 부작물로서 가을에 파종하는 호밀을 두과작물과 혼파재배하여 수확한 후 이들 재배 토양이 주작물인 옥수수의 생육발현, 건물수량 및 영양성분에 미치는 영향을 구명하여, 옥수수 생산성을 향상시킬 수 있는 부작물 재배 방향에 관한 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 표 1에서 보는 바와 같이 silage용 옥수수를 재배한 후 부작물을 재배하지 않았던 토양(이하 T0)과, 호밀(Kodiak)과 red clover(Kenland)를 각각 파종 비율별로 재배후 수확한 토양(이하 T1, T2, T3, T4, T5, T6)에 옥수수(Pioneer 3160)를 파종하였으며 시험구는 난괴법 3반복으로 설계 배치 하였다.

시험 전 처리구별 토양의 이화학적 성분은 표 2에 나타냈다.

Table 1. Condition of experimental treatment

Treatment	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Previous crop kg/ha						
Rye	0	150	120	90	60	30	0
Red clover	0	0	3	6	9	12	15

Table 2. Chemical soil properties before the experiment

Treatment	pH (1:5)	Total nitrogen(%)	Organic matter(%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)	Exchangeable(me/100g)		
					K	Ca	Mg
T0	6.02	0.13	2.45	569.8	0.37	6.29	1.93
T1	6.05	0.13	2.68	553.0	0.62	6.23	2.31
T2	6.15	0.14	2.88	500.7	0.57	0.35	2.37
T3	6.07	0.14	2.80	608.7	0.58	6.29	2.35
T4	6.09	0.15	2.88	585.3	0.50	6.10	2.33
T5	5.73	0.15	2.97	528.1	0.42	5.92	2.08
T6	5.71	0.17	3.07	593.7	0.40	5.76	1.61

T0 : Soil of Corn cultivation.

T1 : Soil of Rye 150 kg/ha + Clover 0 kg/ha.

T3 : Soil of Rye 90 kg/ha + Clover 6 kg/ha.

T5 : Soil of Rye 30 kg/ha + Clover 12 kg/ha.

T2 : Soil of Rye 120kg + Clover 3 kg/ha.

T4 : Soil of Rye 60kg + Clover 9 kg/ha.

T6 : Soil of Rye 0kg + Clover 15 kg/ha.

토양의 pH는 5.71~6.15로서 초지토양의 자연비옥도 기준시 중 정도였으며 총질소 및 유기물함량은 두과작물 재배비율이 낮았던 T5, T6구가 높은 함량을 보였다. 그러나 이들 구는 무기물 함량이 다소 떨어지는 토양이었다. 전반적으로 토양성분은 옥수수 생육에 지장을 초래할 만큼 제한 요인들을 가진 구는 없었다. 이러한 토양 조건을 가진 사료포장에 옥수수를 휴폭 60cm 구간거리 25cm 간격으로 5월 15일 점파 하였다. 시비량은 옥수수 재배 권장량인 질소, 인산, 가리를 각각 200, 150, 150kg/ha 사용 하였다. 이때 질소와 가리는 기비로 50%, 추비 50%로 하였고(8엽기) 인산은 전량 기비로 사용하였으며 구당 면적은 $3\text{m} \times 2\text{m} = 6\text{m}^2$ 로 하였다.

수확은 출수 후 45일째 되는 9월 3일 실시 하였으며, 생초수량은 증양 2열에서 예취하여 단위면적으로 환산 하였으며, 건물수량은 생초수량 검정 후 가장 평균적인 주를 각 반복별로 3주씩 선발하여 무게를 측정 한 후 빠른 건조를 위하여 식물체를 여러 조각으로 절단한 후 75℃의 통풍 건조기 속에서 48시간 건조, 평량하여 건물율을 구하고 분쇄하여 분석시료로 사용 하였다. 생육 조사 역시 생초수량 검정 후 가장 평균적인 주를 각 반복별로 10주씩 선발하여 측정하였다.

옥수수의 ADF 및 NDF 분석은 Goering 및 Van Soest법(1970)으로 하였으며, hemicellulose는 NDF와 ADF의 함량 차이로 구하였다. 조단백질 함량은 AOAC법에 의거하여 Kjeltac Auto 1030 System을 사용하여 분석하였고, TDN수량은 생산된 경엽과 암이삭의 건물수량에 각각 0.582와 0.85계수를 곱하여 구하였다. 토양의 이학적 성분 중 pH측정은 pH meter로, 유기물은 Tyurin법, 유효인산은 몰리브덴 청법으로 총질소는 Kjeldahl법으로 하였으며 K, Ca, Mg, Na는 원자흡광 분석법에 의하여 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 초장, 엽장, 엽폭 및 엽수

혼파재배 토양이 옥수수의 초장, 엽장, 엽폭 및 엽수에 미치는 영향은 그림 1에 나타났다.

전반적으로 초장은 두과비율이 높았던 T4, T5, T6

구가 나머지구에 비하여 높게 나타났으며, 호밀 단파를 재배한 토양(T1구)에서는 매우 짧은 초장을 보였다. 특히 T6구가 높은 초장을 나타낸 것은 red clover에 의하여 고정된 질소가 옥수수 성장에 이행된 것으로 생각되며(Whitney 등, 1967; Gardner, 1983), T1처럼 초장이 현저히 작았던 것은 부작용인 호밀 그루터기 분해의 지연 및 분해되는 동안 발생하는 유해물질, 상대적으로 낮은 토양조건 등이 성장에 영향을 미친 것으로 사료된다(Simpson, 1965; Ellis, 1979; Barnes 및 Putnam, 1986). 엽장과 엽폭에 있어서 T5, T6구는 나머지구에 비하여 엽장은 짧고 엽폭은 넓게 나타났으나, T0, T1구는 엽장은 길고 엽폭은 좁게 나타났다. 식물체 1주당 엽수를 보면 12.6~14.2매 범위로, 호밀 단파재배 토양(T1)에 비하여 red clover 혼파비율이 높은 T5구나 red clover 단파재배한 토양구인 T6구가 각각 주당 1.6, 1.4매 많게 생산되었다. 김 등(1993) 및 Raimbault 등(1990)은 호밀의 후작작물로 심은 옥수수의 엽수와 초장은 호밀의 영향으로 줄어 들었다고 보고하여 본 시험과 같은 경향을 보였다. 또한 작물 재배 방법에 따른 토양조건이 후작작물 옥수수 성장에 영향을 미치고 있다는 사실은 여러 연구보고에서 확인되고 있다.

2. 경경도, 암이삭 길이, 암이삭 폭, 하고엽, 암이삭 충실도

혼파재배 토양이 옥수수의 경경도, 암이삭 길이, 암이삭 폭, 하고엽, 암이삭 충실도에 미치는 영향은 표 3에 나타났다.

옥수수의 경경도는 부작용을 재배하지 않은 토양 T0구가 1.93kg/cm²으로서 가장 부드러웠던 반면 red clover를 부작용으로 재배한 토양 T6구는 5.11kg/cm²로서 가장 단단하게 나타났다(P<0.01).

암이삭의 길이에 있어서도 Red clover 파종 비율이 높았던 토양 T4, T5, T6구가 전작물을 재배하지 않거나 red clover 파종비율이 낮았던 T0, T1, T2, T3구 비하여 길게 생육되는 것으로 나타났다(P<0.01). 특히 T0구에서 짧은 암이삭 길이를 보였던 것은 토양의 이화학적 성질이 다른 구에 비하여 떨어질 뿐 아니라 전작작물을 재배하지 않은 관계로 잡초발생이 높았던 것이 주원인으로 사료된다. 암이삭의 폭에 있어서는 T0~T5구까지는 5.1~5.4cm 범위로 큰 차이가 나타

나지 않았지만 red clover를 단파 했던 T6구에서는 6.9cm로 매우 넓은 것으로 나타났다($P < 0.05$). 이러한 현상은 Wagger(1989)나 Huntington 등(1985)이 보고한 바와같이 전작물인 red clover 수확후 토양에 잔재되어 있는 질소 및 유기물의 이행 함량이 다른 처리구에 비하여 높았던 것이 주원인으로 사료된다. 하고엽 발생에 있어서도 생육이 왕성한 T5, T6구는 각각 0.8매로 나타났지만 전작물을 재배하지 않은 토양과 호밀 단파재배한 토양(T0, T1)에서는 1.9, 1.2엽으로 여름철 말라 죽는 잎 발생이 높은 것으로 나타났다. 암

이삭 충실도를 보면 T0, T1, T2구 처럼 전작물 재배 조건에 따라 토양성분이 떨어지는 구는 암이삭 상단 부위에 알곡이 형성되지 않는 부위가 높게 나타났으나, T6구 처럼 토양 조건 특히 질소 및 유기물 함량이 높은 구는 암이삭 상단 부위까지 알곡이 결실되는 것으로 나타났다. 따라서 알곡 충실도는 기상조건 재배 조건에 의해서도 큰 차이가 있지만 본 시험에서는 이들 조건이 같다고 보았을때 알곡 충실도는 토양조건과 매우 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다.

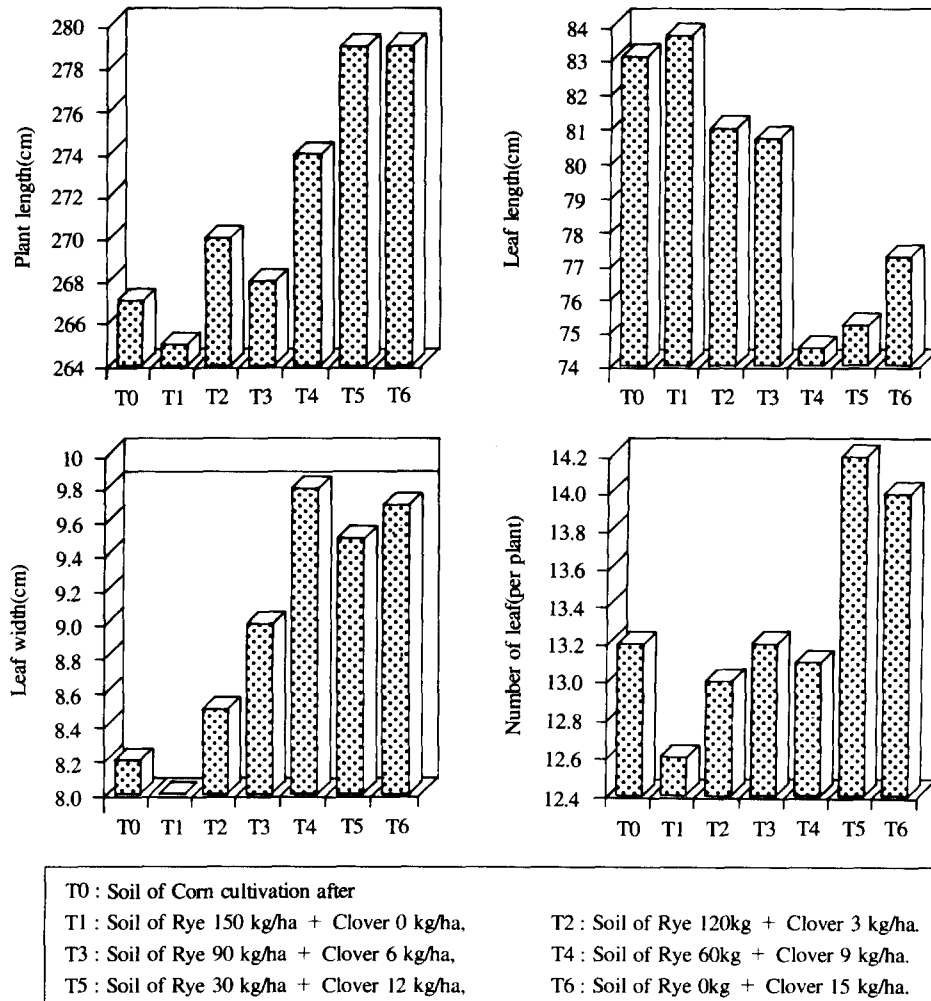


Fig. 1. Plant length, leaf length, leaf width and leaf number of corn silage according to soil condition

Table 3. Stem hardness, ear length, ear width, summer depression leaf and ear full degree of silage corn according to soil condition

Treatment	Stem hardness (kg/cm ²)	Ear length (cm)	Ear width (cm)	Summer D. leaf	Ear full degree (%)
T0	1.93 ^D	15.8 ^D	5.1 ^C	1.9	84 ^C
T1	4.68 ^B	17.8 ^{BCD}	5.1 ^C	1.2	85 ^C
T2	3.66 ^C	16.2 ^D	5.1 ^C	1.0	87 ^C
T3	3.46 ^C	16.6 ^{CD}	5.5 ^{ab}	1.0	93 ^B
T4	4.35 ^{BC}	19.4 ^{AB}	5.2 ^{bc}	1.2	94 ^{AB}
T5	4.68 ^B	19.6 ^{AB}	5.4 ^{abc}	0.8	94 ^{AB}
T6	5.11 ^A	20.8 ^A	6.9 ^a	0.8	97 ^A

There are no significant difference between the means with the same capital letters (P<0.01) and the same small letter(P<0.05) in the same column.

T0 : Soil of Corn cultivation.

T1 : Soil of Rye 150 kg/ha + Clover 0 kg/ha,

T2 : Soil of Rye 120kg + Clover 3 kg/ha.

T3 : Soil of Rye 90 kg/ha + Clover 6 kg/ha,

T4 : Soil of Rye 60kg + Clover 9 kg/ha.

T5 : Soil of Rye 30 kg/ha + Clover 12 kg/ha,

T6 : Soil of Rye 0kg + Clover 15 kg/ha.

3. 영양성분 및 생산성

혼파재배 토양이 사일리지용 옥수수의 영양성

분 및 생산성에 미치는 영향을 보면 표 4에 보는 바와 같다.

Table 4. Chemical composition, fresh weight yield, dry matter yield, crude protein yield and TDN yield of silage corn according to soil condition.

Treatment	ADF (%)	NDF (%)	Hemi. (%)	CP (%)	FWY (kg/ha)	DMY (kg/ha)	CPY (kg/ha)	TDN yield (kg/ha)
T0	37.4	74.1	36.7	6.9	41,633 ^D	14,746 ^D	870 ^E	10,596 ^D
T1	37.2	71.6	34.4	6.8	39,410 ^D	14,259 ^D	827 ^E	10,056 ^D
T2	38.2	72.5	34.3	6.9	44,608 ^{CD}	17,575 ^C	1,037 ^{CD}	12,818 ^C
T3	37.8	73.3	35.5	6.7	43,667 ^{CD}	17,287 ^C	985 ^D	12,560 ^C
T4	37.3	71.2	33.9	7.0	48,175 ^{BC}	18,913 ^{BC}	1,135 ^{BC}	13,744 ^{BC}
T5	36.3	70.3	34.0	7.2	52,583 ^B	19,729 ^B	1,183 ^B	14,125 ^B
T6	36.9	71.8	34.9	7.8	59,083 ^A	21,743 ^A	1,369 ^A	15,800 ^A

There are no significant differences(P<0.01) between the means with the different letters in the same column.

Hemi. : hemicellulose, FWY : fresh weight yield, DMY : dry matter yield, CPY : crude protein yield.

T0 : Soil of Corn cultivation.

T1 : Soil of Rye 150 kg/ha + Clover 0 kg/ha,

T2 : Soil of Rye 120kg + Clover 3 kg/ha.

T3 : Soil of Rye 90 kg/ha + Clover 6 kg/ha,

T4 : Soil of Rye 60kg + Clover 9 kg/ha.

T5 : Soil of Rye 30 kg/ha + Clover 12 kg/ha,

T6 : Soil of Rye 0kg + Clover 15 kg/ha.

ADF함량은 T2구가 38.2%로서 가장 높게 나타났으

며 T5구가 36.3%로 가장 낮게 나타났다. 그러나 두

처리구간의 차이는 1.9%로서 큰 차이는 보이지 않았다. 또한 NDF에 있어서는 T0구가 74.1%, T5구가 70.3%로 두 처리 구간의 차는 3.8%였다. 사일리지용 옥수수의 ADF 및 NDF의 함량은 처리 토양별 뚜렷한 경향이 없을 뿐 아니라 토양조건에 따른 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 그러나 김 등(1993)은 전작물로 Italian ryegrass를 재배한 토양은 vetch, crimson clover를 재배한 토양보다 NDF함량은 높고 ADF함량은 다소 떨어진다고 보고하였다. Hemicellulose에 있어서도 ADF 및 NDF와 같이 처리구간별 뚜렷한 경향을 나타내지 않았을 뿐 아니라 처리구간 차이도 미미하게 나타났다. 조단백질 함량은 두과작물 혼파 비율이 높은 T4, T5구와 red clover를 단파 재배 했던 토양 T6구는 각각 7.0, 7.2, 7.8%로서 다른 처리구에 비하여 높게 나타났다. 특히 T6구에서 높은 단백질 함량을 보인 것은 토양에 잔재되어 있는 지하부위에 고정된 근류균이 탈락 분해되어 생성된 질소원을 옥수수가 흡수 이용하였기 때문으로 생각된다(北村과 西村, 1976; 大門과 中條, 1986; 이, 1993).

생초수량은 재배토양 조건에 따라 큰 차이를 보였는데 호밀 단파재배한 토양 T1구는 39,410kg/ha 였던 것에 반하여 red clover단파 재배한 토양 T6에서는 59,083kg으로서 19,673kg/ha의 증수 효과가 있는 것으로 나타났다($P < 0.01$). 또한 처리구별로 볼 때, 호밀 단파 재배한 토양보다 red clover의 비율을 높여 재배한 토양일수록 그 생산량은 높게 나타났다. 건물수량에 있어서도 전작물을 재배하지 않은 T0구와 호밀을 단파 재배한 T1구에 비하여 red clover의 파종비율을 높인 토양(T2, T3, T4, T5구) 및 red clover를 단파 재배한 토양구(T6구)에서 증수 효과가 나타났다($P < 0.01$). 특히 T6구는 T0 및 T1구에 비하여 각각 32, 34%나 높은 증수 효과를 보였다.

조단백질 수량에 있어서도 조단백질 함량 및 건물수량이 높은 T4, T5 T6구가 각각 1,135, 1,183, 1,369 kg/ha로서 T1구에 비하여 각각 37, 43, 66%나 높게 나타났다($P < 0.01$), 특히 T6구는 옥수수 재배시 가장 큰 문제점 중 하나로 지적되는 조단백질 수량을 높일 수 있는 재배 방법으로 나타났다. TDN함량 역시 생육이 왕성하고, 알곡이 충실하며, 건물수량이 높은 T4, T5, T6구에서 유의적으로 높은 경향을 보였다($P < 0.01$).

Raimbault 등(1990, 1991)과 Barnes 및 Putnam(1986)은 호밀이나 소맥 재배후 옥수수 재배시 전작물의 수확 후 남은 그루터기의 분해과정에서 생기는 allelopathy나 유해물질로 수량감소 현상이 나타난다고 하여 본 시험과 유의한 결과를 얻었다. 특히 본 시험 결과 호밀재배 후 옥수수 감수현상을 줄일 수 있는 방안은 호밀과 두과작물을 혼파 재배하는 것이 매우 유리하다고 생각된다.

IV. 적 요

본 연구는 추파 사료작물 혼파재배후 토양조건 [T0: 옥수수 재배후 토양, T1: 호밀단파 재배후 토양 (150kg/ha), T2: 호밀(120kg/ha) + red clover(3kg/ha) 혼파재배후 토양, T3: 호밀(90kg/ha) + red clover(6kg/ha) 혼파재배후 토양, T4: 호밀(60kg/ha) + red clover(9kg/ha) 혼파재배후 토양, T5: 호밀(30kg/ha) + red clover(12kg/ha) 혼파재배후 토양, T6: red clover 단파 재배후 토양(15kg/ha)]이 주작물로 재배되는 사일리지용 옥수수의 생육특성 및 영양수량에 미치는 영향을 비교 검토하고자 실시하였다.

1. 사일리지용 옥수수의 초장은 두과비율을 높게 파종한 토양 ($T6 > T5 > T4$ 구) 순으로 높게 나타났으며, 엽장 및 엽폭에 있어서는 두과비율이 높았던 T5, T6구가 다른 처리구에 비하여 엽장은 짧고 엽폭은 넓은 경향을 보였다. 엽수는 red clover 단파 재배토양인 T6구가 14매로 가장 많게 나타난 반면 호밀단파 재배 토양 T1구는 12.6매로 가장 낮은 수치를 보였다.

2. 사일리지 옥수수의 경경도, 암이삭 길이 및 폭, 암이삭 충실도는 red clover 단파 토양인 T6구가 각각 5.11kg/cm^2 , 20.8cm, 7.7cm, 97%로 다른 처리구에 비하여 매우 높게 나타났으며($P < 0.01, 0.05$), 여름철 하고염은 주당 0.8매로 가장 적은 것으로 나타났다.

3. 토양조건에 따라 사일리지용 옥수수의 ADF, NDF함량은 큰 차이를 보이지 않았지만, 조단백질 함량은 두과작물 파종 비율이 높았던 T6구가 7.8%로 T1구에 비하여 0.9% 높은 수치를 보였다. 생초, 건물, 조단백질 및 TDN 수량은 두과 비율이 높았던 T4, T5, T6구가 다른 처리구에 비하여 높게 나타났으며($P < 0.01$), 특히 T6구는 T1구에 비하여 생초, 건물,

조단백질 및 TDN 수량이 각각 41.9, 47.5, 57.4, 49%의 증수효과를 나타냈다.

V. 인용 문헌

1. A.O.A.C. 1980. Official methods of analysis(13th. ed). Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
2. Barnes, J.P. and A.R. Putnam. 1986. Evidence for allelopathy by residues and aqueous extracts of rye (*Secale cereale*). Weed Sci. 34:384-390.
3. Campbell, R.B., D.L. Karlen and R.E. Scjka. 1984. Conservation tillage for maize production in the U. S. Southeastern Coastal Plain. Soil Tillage Res. 4:511-529.
4. Enyi, B.A.C. 1973. Effects of intercropping maize or sorghum with cowpeas, pigeon peas or beans. EXP. Agric. 9:83-90.
5. Gardner, W.K. 1983. The acquisition of phosphorus by *Lupinus albus* L. IV. The effect of interplanting wheat and white lupin on the growth and mineral composition of the two species. Plant and Soil. 70:391-402.
6. Goering, S.H. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agr. Handbook No. 379, USDA.
7. Huber, D.M. and T.S. Abney. 1986. Soybean allelopathy and subsequent cropping. J. Agr. Crop Sci. 157:73-78.
8. 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. Soil Sci. Plant Anal. 16:193-211.
9. Osiru, D.S.O. and R.W. Willey. 1972. Studies on mixtures of sorghum and beans with particular reference to plant population. J. Agr. Sci. Camb. 79:531-540.
10. Raimbault, B.A., T.J. Vyn and M. Tollenaar. 1990. Corn response to rye cover crop management and spring tillage systems. Agron. J. 82:1088-1093.
11. Raimbault, B.A., T.J. Vyn and M. Tollenaar. 1991. Corn response to rye cover crop, tillage methods, and planter options. Agron. J. 83:287-290.
12. Simpson, J.R. 1965. The transference of nitrogen from pasture legumes to an associated grass under several systems of management in pot culture. Aust. J. Agric. Res. 16:915-926.
13. Wagger, M.G. 1989. Time of desiccation effects on plant composition and subsequent nitrogen release from several winter annual crops. Agron. J. 81:236-241.
14. Whitney, A.S., Y. Kanehiro and G.D. Sherman. 1967. Nitrogen relationships of three tropical forage legumes in pure stands and in grass mixtures. Agron. J. 59:47-50.
15. 江原 薫. 1975. 栽培學大要. 養賢堂(日本). pp. 25-41.
16. 大門弘幸, 中條博良. 1986. 混作, 間作, 輪作における作物の生長と窒素の動態. 第2報. エンドウならびにソラマメとの混作がコムギの窒素吸収に及ぼす影響. 日作紀. 55(2):162-170.
17. 尾形沼逸, 藤田耕之輔, 松本勝上, 實岡寛文. 1986. マメ科・イネ科飼料作物の混作に関する研究. 第1報 ソルガム, 青刈ダイズ, セイラトロ混作における乾物生産および窒素の動態. 日草誌. 32(1):36-43.
18. 北村征生, 西村修一. 1976. 暖地型マメ科・イネ兩草種の混播栽培に関する研究 II. デスマデイウムの初期生育におよぼす光量, 根粒菌接種および窒素施肥の影響. 日草誌. 22(2):116-120
19. 김동암, 김원호. 1993. 추파사료작물이 사일리지용 옥수수의 성장, 수량 및 사료가치에 미치는 영향. 한초지. 13(2): 122-131.
20. 이상무. 1993. 수수×수단그라스 교잡종과 대두와의 간작에 관한 연구. 건국대학교 박사학위 청구논문. pp. 68-77.
21. 이성규. 1988a. Silage용 옥수수와 두과작물의 간작에 관한 연구. I. Silage용 옥수수와 동부의 간작이 성장특성과 건물 및 유기물수량에 미치는 영향. 한초지. 8(1):47-57.
22. 이성규. 1988b. Silage용 옥수수와 두과작물의 간작에 관한 연구. II. Silage용 옥수수와 동부의 간작이 영양성분 함량 및 수량에 미치는 영향. 한초

지. 8(2):128-134.
23. 이성규. 1988c. Silage용 옥수수과 두과작물의 간작에 관한 연구. III. Silage용 옥수수와 콩의 간작

이 성장특성과 건물 및 유기물 수량에 미치는 영향. 한초지. 8(3):158-164.