

## 콩과작물의 사초생산성, 품질 및 토양개량 비교

김종덕·김수곤·권찬호·Sherwin Sherwin J. Abuel·채상헌\*·김명기\*\*

# Comparison of Forage Yield and Quality, and Soil Improvement of Legumes

Jong Duk Kim, Su Gon Kim, Chan Ho Kwon, Sherwin J. Abuel,  
Sang Heon Chae\* and Myoung Ki Kim\*\*

### ABSTRACT

This experiment was conducted to evaluate forage production and quality, and soil improvement of three legumes at Cheonan Yonam College. The three legumes used in the experiment were crimson clover (*Trifolium incarnatum* L.) red clover(*Trifolium pratense* L.) and chinese milk vetch(*Astragalus sinicus* L.). Flowering stage was observed on the 20th of April for chinese milk vetch and on the 30th of April for crimson clover, but the red clover did not produce flower until harvest time. The dry matter(DM) content of crimson clover was the highest among the three legumes. In terms of DM yield, crimson clover has the highest yield, the highest yield in crude protein(CP) and total digestible nutrients(TDN) was red clover. In terms of forage quality, the highest CP content was red clover, while the chinese milk vetch was the lowest for both neutral detergent fiber(NDF) and acid detergent fiber(ADF). Red clover and chinese milk vetch were highest for TDN content, and the chinese milk vetch has the highest for relative feed value(RFV). Assessment of the chemical properties of soil after harvest showed that the nitrogen content of soil increased in all legumes. The organic matter(OM) content of soil in both crimson and red clover increased, while the chinese milk vetch decreased. The available P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> decreased in all three legumes, but the biggest decrease was in the chinese milk vetch. The exchangeable potassium in the soil for both crimson and red clover increased, but in chinese milk vetch it decreased. Based on the results of this study, the chinese milk vetch was superior in terms of forage quality, but crimson and red clover are excellent in forage yield and in maintaining soil quality in upland.

(Key words : CP yield, TDN yield, Relative feed value, Total nitrogen, Organic matter)

### I. 서 론

최근 우리나라 낙농가들이 젖소의 대사질병, 발굽질병, 번식장애 감소와 젖소의 경제수명 연장을 위해서는 조사료의 매우 중요하다고 인식하여 조사료 사용량이 증가 하였으며, 특히

수입조사료의 사용량이 매년 증가하여 2003년 현재 600천톤으로 조사료 공급량의 15%를 차지하고 있다(이, 2003). 그러나 조사료 수입쿼터에 의한 공급 부족으로 수입견초 가격이 상승하여 유사비가 증가하고 있는 실정이다. 따라서 낙농가의 우유생산비 중에서 가장 큰 비

천안연암대학(Cheonan Yonam College)

\* 충남농업테크노파크(ChungNam Agriculture Techo-Park Foundation)

\*\* 한국방송통신대학교(Krean Open University)

Corresponding author : Chan Ho Kwon, Cheonan Yonam College, Sunghwan, Cheonan-Si 330-802, Korea

Tel: 041-580-1015, Fax: 041-580-1249, E-mail: chkwon@yonam.ac.kr

중을 차지하는 사료비를 절감하기 위해서는 양질의 자가 조사료 생산기술의 보급이 시급하다고 할 수 있다.

월년생 콩과작물은 밭에서는 옥수수 및 수단그라스와 논에서는 벼와 2모작이 가능한 작물이다. 더욱이 콩과작물은 화분과에 비하여 반추가축에 중요한 단백질의 공급원이기 때문에 지상부는 사료작물로 이용하고 지하부는 녹비로 이용하는 것이 이용을 증대하는 방법이라고 할 수 있다(김 등, 2002; 2004).

크림손 클로버(*Trifolium incarnatum* L.)는 녹비작물이나 단백질 사료로 이용하는 목초이며, 특히 우리나라에서 콩과목초 중에서 가장 일찍 개화하여 옥수수나 수수류의 전작물로 이용 가능하다고 하였다(김 및 김, 1993; 김, 2001). 크림손 클로버는 유식물 활력이 좋고 초기생육이 좋으며, 다양한 토양에 잘 적응한다. 그러나 일년생 작물이고, 내한성이 약한 것이 단점이다. 크림손 클로버의 수확적기는 개화초기이며 이때는 품질이 좋으나 수확시기가 늦어지면 줄기와 잎의 솜털이 굳어져서 기호성이 떨어진다(김, 2001; Hoveland 및 Evers, 1995).

레드 클로버(*Trifolium pratense* L.)는 기온이 온화하고 습윤한 지역에 잘 재배되는 2년생 콩과목초로 청예, 건초, 사일리지 및 방목용으로 이용된다. 콩과목초 중에서 수량이 높은 목초 중의 하나이며, 단백질 함량과 기호성이 높은 양질의 목초이다(김 등, 2004).

자운영(*Astragalus sinicus* L.)은 내한성이 약하여 우리나라 남부지방에서 담리작 녹비작물로 널리 이용되어 왔으나 최근에는 중부지방에서도 이용이 되고 있다. 자운영은 콩과의 월년생 초본으로 뿌리는 직근과 가는 뿌리가 있으며 작은 구형의 근류가 있어 유리질소를 ha당 100 kg 정도 고정한다고 한다(윤 등, 2004; 정 등, 1992; 홍 등; 1997). 초장은 품종과 토양조건에 따라 45~120cm 정도이고 생초수량은 ha당 200 kg 내외라고 한다. 자운영은 생육초기에 질소 함량은 많으나 총수량이 적고 개화기를

지나면 총수량이 증가하나 양분이 적고 경엽이 굳어져 분해가 늦어지므로 개화기에 수확하여 농경지에 이용한다.

Ebelhar 등(1984)은 옥수수 무경운 재배시 헤어리 배치의 피복은 질소 비료 90~100 kg/ha의 사용효과가 있다고 했으며, Reeves 등(1993)도 크림손 클로버를 피복작물로 이용한 무경운 옥수수 시험에서 질소비료 요구량은 감소되었다고 하였다.

이와 같이 콩과작물을 녹비작물로 이용할 경우 질소의 공급에 따른 화학비료의 사용량을 감소시키고, 잡초 발생을 억제하는 효과가 있어 농약의 사용량을 줄일 수 있다(서 및 이, 1998; 서 등, 2000).

특히 새롭게 대두된 친환경농업에서는 그 동안 작물의 단작과 화학비료의 사용에 의한 영농방법은 토양의 이화학성 및 미생물상의 파괴 등 지력의 감퇴에 의해 장기적으로 작물의 생산성을 유지할 수 없다고 인식하고 경지에서 윤작과 더불어 피복 및 녹비작물의 이용을 강력히 권장하고 있다(농림부, 2003).

따라서 본 시험에서는 우리나라에서 사료작물 및 녹비로 이용할 수 있는 월년생 콩과작물을 파종하여 지상부의 사초생산성 및 품질을 비교하고, 지하부의 토양개량 효과를 구명하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

본 시험은 2003년 9월 16일부터 2004년 5월 10까지 천안에 위치하고 있는 천안연암대학의 사초시험포장에서 수행하였으며, 시험장소의 토양은 옥수수와 콩과목초를 재배해오던 포장으로 콩과작물의 생육에는 지장이 없는 토양이었다.

본 시험은 3처리 3반복 난괴법으로 설계 배치하였으며 발효된 축산 퇴비만 ha당 20톤을 기비로 살포하였다.

공시초종 및 품종은 Crimson clover(*Trifolium*

*incarnatum* L.) 'Tibbee', Red clover(*Trifolium pratense* L.) 'Regal' 및 자운영(*Astragalus sinicus* L.) 'Common'을 공시하였으며, ha당 30 kg을 9월 16일에 산파로 파종하였다.

충남 천안의 온도 및 강수량은 Table 1에서 보는 바와 같다. 온도는 예년에 비하여 평균 0.7°C 높았으며, 강수량은 예년보다 161.7 mm 가 적었다.

시험구 크기는 10.5 m<sup>2</sup> (2.1m×5m)로 하였다. 월년생 콩과작물의 수확시기는 공시초종 모두 5월 10일에 수확하였다. 시험구의 수확은 중앙의 4.0 m<sup>2</sup> (0.8m×5m) 에서 수확하여 생초수량을 측정하였으며, 각 구별로 500~800g의 시료를 채취한 다음 65°C의 순환식 열풍건조기에 72시간 이상 충분히 건조시킨 후 무게를 측정하여 건물물과 건물수량을 계산하였다. 각 시험에서 채취한 건조시료는 Wiley Mill로 분쇄하여 20 mesh 표준체를 통과시킨 후 시료로 사용하였다.

NDF(Neutral detergent fiber) 및 ADF(Acid detergent fiber)는 Goering 및 Van Soest 방법(1970)으로 분석하였다. 조단백질 분석은 Kjeldahl법(Tecator, Kjeltex Auto Sampler System

1035 Analyzer)을 사용하여 AOAC 법(1990)으로 분석하였다.

TDN 수량은  $TDN = 88.9 - (0.79 \times ADF\%)$ 에 의하여 TDN을 산출한 후 건물수량을 곱하여 구하였으며, RFV(relative feed value)는 ADF와 NDF가 건물소화율 및 섭취량과 높은 상관관계를 가진다는 점에 근거하여 ADF와 NDF 분석치에 의한 계산식으로 산출하였다(Holland 등, 1990).

토양시료의 채취는 포장시험 전후에 하였으며, 그늘진 곳에서 2주일 정도 말린 후 10 mesh 표준체를 사용하여 분석용 토양 시료로 이용하였다. 토양중의 유기물 함량은 Walkley-Black법(1934)에 의하여 유기탄소 함량을 구한 다음 유기물 함량을 환산하였다. 토양의 유효 인산은 Bray No.1법으로 나온 침출액을 720 nm에서 비색정량 하였으며, 치환성 양이온 함량은 1M ammonium acetate 용액으로 침출한 다음 원자흡광도계로 정량하였다(Page 등, 1982).

통계처리는 SAS(1999) package program(ver. 6.12)을 이용하여 분산분석을 실시하였으며, 처리평균간 비교는 최소유의차(LSD)를 이용하였다.

Table 1. Mean temperature and precipitation at Cheonan, 2003 to 2004

Month	Temperature (°C)		Precipitation (mm)	
	2003-2004	Normal	2003-2004	Normal
September	18.8	19.8	17.2	137.9
October	12.2	13.1	43.0	58.3
November	8.4	6.1	46.6	52.9
December	0.2	-0.1	17.0	29.1
January	-3.1	-3.0	16.4	24.0
February	1.7	-0.8	21.3	27.7
March	5.2	4.4	21.5	48.4
April	11.9	11.3	67.5	78.9
May	15.9	15.2	69.1	24.1
Mean	8.9	8.2	Sum	319.6
				481.3

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 콩과작물의 생육특성

콩과작물의 내한성은 공시초종 모두가 9점으로 양호하였다. 콩과작물 중 자운영은 4월 20일에 개화하여 숙기가 빠른 초종으로 평가되었다. 한편 크림손 클로버는 4월 30일에 개화하였으며, 레드 클로버는 수확시기인 5월 10일까지 개화하지 않아 공시초종 중에서 숙기가 가장 늦은 초종이었다(Table 2). 크림손 클로버와 자운영은 우리나라 남부지방에서만 재배가 가능하다고 하였으나(김, 1986; 윤 등, 2004), 김 등(1997; 2002; 2004)과 본 시험의 결과로 볼 때 중부지방에서도 월동이 가능한 것으로 판단되었다.

수확시 초장은 레드 클로버가 가장 높았으나 건물률은 크림손 클로버가 13.2%로 가장 높았다. 레드 클로버와 자운영은 크림손 클로버보다 건물률이 낮았다. 특히, 자운영은 크림손 클로버보다 20일 일찍 개화함에도 불구하고 건물률은 낮았다. 이는 자운영이 크림손 및 레드 클로버와 다른 녹비작물이기 때문에 지상부의 수량이 적어 건물률이 낮은 것으로 생각된다.

#### 2. 콩과작물의 품질

콩과작물의 조단백질을 분석한 결과 Table 3에 나타난 바와 같이 레드 클로버가 23.0%로

가장 우수하였으며 자운영 15.8%, 크림손 클로버 13.1%였다( $p<0.05$ ). 이는 콩과작물의 숙기가 늦어질수록 조단백질의 함량이 저하되고 어린 콩과작물은 조단백질 함량이 높아 숙기가 빠른 자운영과 크림손 클로버가 숙기가 늦은 레드 클로버보다 단백질 함량이 낮은 것으로 생각된다. 김 등(2004)의 시험에서도 레드 클로버의 조단백질 함량이 크림손 클로버와 알팔파보다 높다고 보고한 결과와 같은 경향이었다.

건물섭취량과 목초의 소화율과 상관관계가 높은 NDF 및 ADF 함량은 크림손 클로버가 각각 50.6% 및 45.7%로 공시초종 중에서 가장 높아 품질이 낮았으며, 레드 클로버는 각각 45.0% 및 33.9%, 자운영은 각각 42.7% 및 32.9%로 크림손 클로버보다 낮았다( $p<0.05$ ). 이는 크림손 클로버가 개화초기는 품질이 좋으나 수확시기가 늦어지면 줄기와 잎의 솜털이 굳어져서 기호성 및 품질이 떨어지는 특성을 가지고 있기 때문이다(김, 2001; Hoveland 및 Evers, 1995).

NDF 및 ADF 함량을 근거로 추정된 상대사료가치(RFV)는 자운영이 142였으며, 레드 클로버가 132, NDF와 ADF가 높은 크림손 클로버는 98이었다( $p<0.05$ ). 김 등(2002; 2004)의 시험에서는 콩과목초의 상대사료가치가 144와 137이었으며, 크림손 클로버는 127로 본 시험보다 높았다. 이는 본 시험이 김 등(2002; 2004)보다 평균기온이 높고 늦게 수확한 것이 원인으로 생각된다. 그러나 크림손 클로버를 제외한

Table 2. Agronomic characteristics of three legumes at Cheonan, 2003 to 2004

Species	Cold hardness*	Flowering stage	Plant height (cm)	DM (%)
Crimson clover	9	30 April	66	14.3
Red clover	9	—	70	11.9
Chinese milk vetch	9	20 April	54	13.6
Mean	9		63	13.3

\* Rating: 9 = outstanding, 1 = poor, DM = dry matter.

Table 3. Forage quality of three legumes at Cheonan, 2003 to 2004

Species	CP	NDF	ADF	RFV	TDN
	..... % .....				..... % .....
Crimson clover	13.1	50.6	45.7	98	52.8
Red clover	23.0	45.0	33.9	130	62.1
Chinese milk vetch	15.8	42.7	33.9	137	62.1
Mean	17.3	46.1	37.8	122	59.0
LSD(0.05)	5.3	3.0	2.8	30	NS

CP = crude protein, NDF = neutral detergent fiber, ADF = acid detergent fiber, RFV = relative feed value, TDN = total digestible nutrients.

레드 클로버와 자운영의 상대사료가치는 미국의 사초등급(AFGC)에 의하면 1등급 이상으로 우수하였다(Balyor, 1991).

가소화영양소총량(TDN)의 경우 레드 클로버와 자운영은 62.1%로 동일하였으나 크림슨 클로버는 52.8%로 역시 낮았다. 그러나 김 등 (2004)의 시험에서는 크림슨과 레드 클로버가 각각 60.5%와 66.0%로 높았다. 이는 앞서 언급한 바와 같이 본 시험의 온도가 예년보다 높고 수확시기가 늦어진 것이 원인으로 여겨진다.

### 3. 콩과작물의 사초수량

콩과작물의 건물수량은 크림슨 클로버가 2,839 kg/ha으로 공시초종 중에서 가장 많았다 ( $p < 0.05$ ). 한편 레드 클로버는 생초수량이 23,000

kg/ha로 크림슨 클로버보다 많았으나, 건물률이 낮아 건물수량이 2,732 kg/ha로 크림슨 클로버보다 적었다( $p < 0.05$ ). 자운영은 생초수량은 8,083 kg/ha 이었으나 건물수량은 930 kg/ha로 매우 적어 사초용으로는 부적합하였다(Table 4). 본 시험의 건물수량이 같은 지역의 예년의 시험 (김 등, 2002; 2004) 보다 수량이 적은 것은 본 시험의 온도가 예년보다는 높았으나 강수량은 예년보다 162 mm가 적어 생육초기에 수분스트레스를 많이 받은 것이 원인으로 생각된다 (Table 1).

콩과목초의 조단백질 수량은 레드 클로버가 628 kg/ha으로 크림슨 클로버 370 kg/ha, 자운영 174 kg/ha 보다 많았으며 TDN 수량도 레드 클로버가 1,699 kg/ha로 크림슨 클로버 1,501 kg/ha, 자운영 678 kg/ha 보다 월등히 높았다

Table 4. Forage yield of three legumes at Cheonan, 2003 to 2004

Species	Yield (kg/ha)			
	Fresh	DM	CP	TDN
Crimson clover	19,833	2,839	370	1,501
Red clover	23,000	2,732	628	1,699
Chinese milk vetch	8,083	1,095	174	678
Mean	16,972	2,222	391	1,293
LSD(0.05)	1,567	328	67	83

DM = dry matter, CP = crude protein., TDN = total digestible nutrients.

( $p < 0.05$ ). 자운영은 조단백질 및 TDN 함량은 높았으나(Table 3), 수확량이 매우 적어 조단백질 및 TDN 수량이 크게 감소하였으며 대부분 녹비 작물로 이용되고 있어 사료작물로서 이용 가치가 낮은 것으로 생각된다. 레드 클로버의 경우 크림슨 클로버에 비해 건물수량은 다소 적었으나 조단백질 함량 및 TDN 수량이 높아 양질의 목초로 평가되었다.

#### 4. 토양특성

본 시험이 수행한 토양의 이화학적 특성은 Table 5에서 보는 바와 같다. 파종전 토양의 pH는 6.7로 높은 편이었으나, 콩과작물 수확후 pH는 자운영이 6.7로 가장 낮았으며, 크림슨과 레드 클로버는 각각 6.9와 7.1로 파종전보다 약간 높았다.

콩과작물의 질소고정능력을 알 수 있는 토양의 전질소(TN) 함량은 파종전의 0.20% 보다 모두 증가하였으나 초종간에도 차이가 없었다.

토양 유기물 함량은 파종전에는 3.4%였으며, 파종 후에는 크림슨과 레드 클로버는 3.5와 3.6%으로 조금 증가하였으나 자운영은 2.4%로 크게 감소하였다.

파종전 토양의 유효인산 함량은 941 ppm으로 많이 축적되어 있었다. 유효인산의 함량이 높

은 것은 시험작물을 자주 재배하여 인산의 축적이 이루어진 것으로 생각된다. 콩과작물 수확후 유효인산 함량은 크림슨과 레드 클로버는 각각 888 및 850 ppm으로 높았으나 자운영은 666 ppm으로 가장 낮았다.

또한 양이온치환능력의 경우 K, Ca, Mg의 함량에서는 Ca과 Mg은 파종전 보다 조금 감소하였으며, K은 크림슨과 레드 클로버는 증가하였으나 자운영은 감소하였다.

정 등(1992)은 자운영을 녹비작물로 이용할 경우 수확시 토양분석결과 토양 화학성의 개선 효과가 있었다고 했으며, Lee 등(1998)도 관행에 비하여 자운영 이용으로 pH가 높아졌으며 특히 토양 유기물 함량이 관행 1.9%에 비하여 2.3%로 높아졌고 TN 함량도 0.22%에서 0.24%로 높아졌다고 하였다. 그러나 본 시험에서는 전질소(TN)와 치환성 양이온 K는 증가하고 pH, 유기물 및 유효인산은 감소하였다. 이는 과거 자운영의 시험이 논에서 이루어진 반면에 본 시험은 밭에서 수행하여 다른 것으로 여겨진다. 따라서 밭에서는 콩과작물의 효과는 토양의 전질소와 치환성 양이온 K를 증가시키는 효과가 있는 것으로 판단되었다.

그리고 논에서 녹비작물로 많이 이용하는 자운영은 질소고정 효과는 있으나 기존의 콩과목 초보다 낮으며, 특히 지상부의 수량이 적을 뿐

Table 5. Chemical properties of three legumes before planting and after harvest

Legumes	pH (1:5)	TN (%)	OM (%)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Ex. Cation (me/100g)			CEC (ds/m)
					K	Ca	Mg	
Before planting	6.7	0.20	3.4	941	1.38	7.4	2.7	0.55
After harvest								
Crimson clover	6.9	0.25	3.5	888	1.73	7.5	2.5	0.58
Red clover	7.1	0.24	3.6	850	1.90	7.1	2.5	0.47
Chinese milk vetch	6.7	0.25	2.4	666	1.20	6.3	1.8	0.56
Mean	6.9	0.25	3.2	801	1.61	7.0	2.3	0.54

TN = total nitrogen, OM = organic matter, CEC = cation exchange capacity, me = milliequivalent.

만 아니라 지하부도 적어 토양의 유기물량도 떨어졌다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 본 시험에서 공시한 콩과작물에서 크립손과 레드 클로버는 지상부의 사초수량이 많아 콩과목초로 적합하였다. 특히 단백질 함량이 높아서 가축의 단백질 공급원으로 높이 평가되었다. 그러나 자운영은 지상부의 수량이 적을 뿐만아니라 다른 콩과작물보다 토양의 전질소, 유효인산 및 유기물도 낮아 토양을 개선시키는 능력도 떨어져 밭에서 사료작물과 녹비작물로는 부적합한 것으로 평가되었다.

#### IV. 요약

본 시험은 월년생 콩과작물의 사초생산성, 품질 및 토양개량효과를 구명하기 위하여 천안 연암대학 실습농장에서 실시하였다. 본 시험은 콩과작물을 크립손 클로버(*Trifolium incarnatum* L.), 레드 클로버(*Trifolium pratense* L.) 및 자운영(*Astragalus sinicus* L.) 'Common'을 공시하였다. 자운영은 4월 20일에 개화하고 크립손 클로버는 4월 30일 개화하였으나, 레드 클로버는 수확시까지 개화를 하지 않았다. 수확시 건물물은 크립손 클로버가 공시초종 중에서 가장 높았다. 건물수량은 크립손 클로버가 가장 많았으나, 조단백질 및 TDN 수량은 레드 클로버가 가장 많았다. 콩과작물의 조단백질 함량은 레드 클로버가 가장 많았으나, NDF와 ADF 함량은 자운영이 가장 적었다. 따라서 레드 클로버와 자운영은 TDN 함량도 가장 많았다. 그리고 자운영은 상대사료가치(RFV)도 높았다. 콩과작물 수확후 토양의 화학적 특성 평가에서 토양의 전질소의 함량은 모든 작물이 파종전보다 증가하였다. 토양 유기물 함량에서는 크립손과 레드 클로버는 파종전 보다 증가하였으나 자운영은 감소하였다. 유효인산은 모든 초종이 감소하였으나 자운영의 감소가 다른 초종보다 많았다. 토양의 K(potassium)는 크립손과 레드

클로버는 파종전 보다 증가하였으나 자운영은 감소하였다. 이상의 시험결과를 종합해 볼 때 자운영은 사초품질은 우수하였으나, 사초품질과 토양개량에서는 크립손과 레드 클로버가 우수하여 밭에서 사료작물과 녹비작물로 적합하다고 할 수 있다.

#### V. 사 사

본 연구는 농림부 농림기술관리센터의 연구비 지원의 일부에 의해 수행된 것으로, 이에 감사를 드립니다.

#### VI. 인용 문헌

1. 김동암. 1986. 사료작물: 그 특성과 재배방법. 선진문화사.
2. 김동암. 2001. 초지학. 선진문화사.
3. 김동암, 김원호. 1993. 추파사료작물이 사일리지용 옥수수의 생장, 수량 및 사료가치에 미치는 영향. 한초지 13(2):122-131.
4. 김동암, 김종덕, 이광녕, 신동은, 정재복, 김원호. 1997. 콩과목초 잔주의 사일리지용 옥수수에 대한 질소공급효과. 한초지 17(3):293-304.
5. 김종덕, 권찬호, 김수곤, 박형수, 고한중, 김동암. 2002. 중부지방에서 일년생 콩과목초의 사초생산성 비교. 동물자원지 44(5):617-624.
6. 김종덕, 김수곤, 권찬호. 2004. 콩과목초의 사초 수량과 품질 비교. 동물자원지 46(3):437-442.
7. 농림부. 2003. 조사료 생산 이용기술 지도.
8. 서종호, 이호진, 허일봉, 김시주, 김충국, 조현숙. 2000. 동계 녹비작물 초종별 화학성분 및 생산성 비교. 한초지 20(3):193-198.
9. 서종호, 이호진. 1998. 헤어리베치 피복을 이용한 옥수수 무경운 재배에 관한 연구. II. 질소시비 및 헤어리베치 피복에 의한 옥수수의 수량 및 질소 흡수량의 변화. 한초지 18(2):123-128.
10. 윤봉기, 김희권, 최영국, 박인진. 2004. 자운영 재배답에서 질소와 석회의 시용이 자운영의 부속과 벼 생육에 미치는 영향. 한국제농지 16(2): 168-173.
11. 이재용. 2003. 조사료(수입조사료)의 정책방안. In 수입조사료의 유통 현황 및 개선방안. 한국초지

- 학회, (사)한국단미사료협회.
12. 정지호, 이상복, 최유희, 소재돈, 이경수. 1992. 자운영이 논토양의 지력개선 및 토양미생물상에 미치는 영향. 호남농업시험장 시험연구보고서 pp. 709-714.
  13. 홍광표, 김장용, 강동주, 강남대, 최진용. 1997. 벼-자운영 연속 무경운 직파재배에서 자운영 이용방법 차이가 초양 및 벼 생육에 미치는 영향. 한작지 42(5):564-570.
  14. AOAC. 1990. Official Method of Analysis (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C.
  15. Baylor, J.E. 1991. Hay management in North America. In Field guide for hay and silage management. Bolsen, K. K., Baylor, J. E. and McCullough, M.E. 1991. National Feed Ingredients Association.
  16. Ebelhar, S.A., W.W. Frye and R.L. Blevins. 1984. Nitrogen from legume cover crops for no-tillage corn. Agron. J. 76:51-55.
  17. Goering, H.L. and Van Soest, P.J. 1970. Forage Fiber Analysis. Agr. Handbook No. 379. USDA.
  18. Holland, C., W. Kezar, W.P. Kautz, E.J. Lazowski, W.C. Mahanna and R. Reinhart. 1990. The Pioneer Forage Manual-A Nutritional Guide. Pioneer Hi-Bred Int. Inc., Des Moines, IA.
  19. Hoveland, C.S. and G.W. Evers. 1995. Arrowleaf, crimson clover, and other annual clovers. In Barnes, R.F. Miller, D.A. and Nelson, C.J. (ed.) Forage (Volume I) : An Introduction to Grassland Agriculture. Iowa State University Press. Ames, Iowa. pp. 249-260.
  20. Lee, Y., H.G. Park, O.D. Kwon, S.W. Kim and Y.J. Kim. 1998. Growth of rice plant and chemical properties of soil affected by nitrogen fertilization rate at milk vetch(*Astragalus sinicus* L.) cultivated in machine-transplanted rice. Korean J. of Crop Sci. 43(1):105-106.
  21. Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney. 1982. Method of soil analysis (2nd ed.). Am. Soc. of Agron., Soil Sci. Soc. of Am., Madison. USA. pp. 699-709.
  22. Reeves, D.W., C.W. Wood and J.T. Touchton. 1993. Timing nitrogen applications for corn in a winter legume conservation-tillage system. Agron. J. 85:98-106.
  23. Walkley, A. and C.A. Black. 1934. Soil Sci. 37: 29-38.
  24. SAS Institute, Inc. 1999. SAS user's guide : Statistics. SAS Inst., Inc., Cary, NC.