

두과 사료작물 초종의 생산성, 사료가치 및 가축사육능력 평가*

윤기용 · 박준혁 · 이주삼**

Evaluating of Productivity, Feed Value and Stock Carrying Capacity of Forage Legumes

Yoon, Ki-Yong · Park, June-Hyuk · Lee, Ju-Sam

In attempt to select the most appropriate forage legume species, this study was conducted on the 10 forage legume crops suitable for the central region of Korea and investigated their productivity, feed values and stock carrying capacity. In the results, red clover showed fresh matter yield 38.6 ton/ha, dry matter yield 7.8 ton/ha, crude protein yield 1.0 ton/ha, total digestible nutrients(TDN) yield 4.6 ton/ha, its fresh matter yield, dry matter yield and nutrient yield were significantly($p<0.05$) higher than other species. The value of neutral detergent fiber(NDF) and acid detergent fiber(ADF) were getting higher by the late harvest time then galega and cicer milkvetch were the highest and yellow suckling clover was the lowest value. Relative feed value(RFV) showed good feed values above 100 except cicer milkvetch and galega. In terms of feed grading, yellow suckling clover, yellow blossom sweet clover, crimson clover, hairy vetch were classified into 1st grade, above 151%. The average stock carrying capacity was yet high Kcp(2.18 head/ha/yr), KTDN(1.25 head/ha/yr) and K(0.04 head/ha/yr). Especially, red clover had the highest stock carrying capacity, Kcp 6.84 head/ha/yr, KTDN 3.64 head/ha/yr and K 0.05 head/ha/yr. According to results, red clover is considered to be the most appropriate crops for the central region, in terms of quality, feed value and stock carrying capacity.

Key words : *forage legume, productivity, feed value, stock carrying capacity*

* 본 논문은 2008년 농촌진흥청 현안기술연구사업 지원에 의해 수행된 과제임.

** 연세대학교 생명과학기술학부

I. 서 론

최근 들어 우리나라의 국민경제 향상으로 인하여 축산물 소비는 지속적으로 증가하고 있으며 이에 따른 조사료의 수요도 증가하고 있다. 그러나 조사료 생산에 대한 인식과 생산기반이 부족하여 자급률이 낮으며 자급하는 조사료 또한 벼짚과 같은 저질 조사료가 대부분이다. 최근 국제곡물가격과 외국산 조사료 가격의 상승 등으로 사료비에 대한 부담이 커짐에 따라서 전라도 지역을 중심으로 한 논농사 지대에서는 답리작으로 청보리 등의 재배면적이 확대되고 있으며, 정부에서도 Green Korea 운동 등을 통하여 2007년 말 전국 논 재배면적 101만 ha 중 34만 ha인 사료작물 재배 면적을 2012년까지 66만 ha로 32만 ha를 증가시킬 계획이지만 대부분이 청보리(10만 ha), 이탈리아 라이그래스+호밀(16만 ha)로 화본과 사료작물 위주이다. 이와 같이 그동안 정부에서는 조사료 생산의 증대를 위하여 화본과 사료작물 위주의 집약적인 작부체계로 토지의 이용효율과 수량을 극대화하기 위한 정책목표에 주력하였고 이는 생산량 증대를 위한 화학비료의 무분별한 사용으로 이어졌다. 그 결과 단위면적당 생산량은 증가 되었지만 토양의 산성화, 유기물 함량의 지속적 감소, 토양 물리성의 악화 및 지표수의 부영양화(Hussian 등, 1999; 김, 2002)를 초래하는 등 생산 환경은 더욱 악화되었다. 또한 축산물 수요의 증가는 전업농과 기업농의 육성으로 적정 사육두수를 초과하여 가축분뇨의 대량 발생과 이의 재활용률이 낮아 심각한 환경오염원으로 작용하고 있는 실정이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 작물생육에 필요한 양분을 균형있게 함유하고 있는 가축분뇨를 토양으로 환원하여(신, 1999) 외부로부터 양분 투입량을 최소화 하고 작부체계에서는 두과 사료작물을 도입하여 토양의 지력회복, 물리성 개선 및 조사료의 질을 향상시킬 필요가 있다(Rochester 등, 2001; Ramesh 등, 2005; Sharma 등, 2004). 두과 사료작물은 유기물의 공급을 통하여 토양비옥도 및 물리성을 개선할 수 있고 공중질소를 고정하여 토양 질소를 공급하는 역할이 커서(Hargrove, 1986) 화학비료의 사용을 대신할 수 있다(Utomo 등, 1990). 조사료 생산을 위한 작부체계에서 두과 사료작물은 탄질율(C/N비)이 낮아 토양에서 분해가 빠르고 뒷작물의 생육에 영향을 주지 않아서(Torbert 등, 1996) 여름 사료작물인 옥수수나 수단그라스의 2모작 작부체계에 이용하여 윤작효과도 얻을 수 있다(Burton, 1976; Utlley 등, 1977; 김 등, 1997). 특히 화본과 사료작물과의 혼파 시에는 화본과 단과 시 보다 건물수량과 단백질 수량도 높일 수 있는 혼파효과를 얻을 수 있고(Ta와 Faris, 1987; 이, 2006) 사료가치를 증가시켜(Burton, 1976; Utlley 등, 1977) 반추가축에 중요한 단백질 공급원으로 이용할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 유기조사료를 생산하기 위하여 중부지방에 적합하다고 판단되는 두과 사료작물의 생산성, 사료가치 및 단위 면적당 유기가축 사육능력을 비교하여 적정 두과 사료작물을 선발하고 토양-작물-가축이 물질 순환으로 연계된 순환농업의 기반을 조성하는데 필요한 기초 자료를 얻고자 하였다.

II. 재료 및 방법

본 실험의 두과 사료작물 초종과 품종은 crimson clover('Dixie'), galega('Orientalis'), winter pea('Ruby'), hairy vetch('Ostsaat'), alfalfa('Nitro'), yellow suckling clover, yellow blossom sweet clover, red clover('Single cut'), cicer milkvetch('Oxley'), seradella이며 시험 포장 토양의 이화학적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical properties of soil before the experiment.

| pH | OM (%) | EC (ds/m) | T-N (%) | C/N (%) | P ₂ O ₅ (mg/kg) | CEC cmol(+)/kg | Ex.cations(cmol(+)/kg) | | |
|------|--------|-----------|---------|---------|---------------------------------------|----------------|------------------------|------------------|----------------|
| | | | | | | | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | K ⁺ |
| 5.98 | 5.13 | 0.018 | 0.2 | 14.9 | 265 | 13.77 | 2.22 | 0.69 | 0.63 |

pH; potential of hydrogen, OM; organic matter, EC; electrolytic conductivity, T-N; total nitrogen, C/N; carbon-nitrogen ratio, P₂O₅; available phosphorus, CEC; cation exchange capacity and Ex.cations; exchangeable cations

가을철 파종 시기는 2007년 9월 20일이었고 파종량은 crimson clover 10kg/ha, galega 20 kg/ha, seradella 50kg/ha, hairy vetch 15kg/ha, alfalfa 20kg/ha, yellow suckling clover 4kg/ha, yellow blossom sweet clover 10kg/ha, cicer milkvetch 34kg/ha, red clover 5kg/ha, winter pea 10kg/ha를 산파하였다. 시험구 면적은 각각 3m²로 3반복의 난괴법으로 배치하였다. 유기질 비료는 강원도 용암리 소재의 비료농장에서 생산하여 판매하고 있는 부산물비료퇴비(등록 번호: 제11-나-1-51호)를 사용하였고 구성은 계분 50% 및 톱밥 40%, 왕겨 10%였으며, T-N 1.71%였다. 시비량은 질소 80kgN/ha로 전량 기비로 사용하였다. 수확은 2008년 5월부터 7월까지 작물의 개화시기가 50%가 되는 시기에 각 시험구 별로 0.25m²에서 생초수량을 조사하였고, 70℃ 순환식 송풍 건조기에서 72시간 이상 건조 후 무게를 측정하여 건물수량을 구하였다. 건조된 시료는 전기 믹서기로 분쇄하여 2mm 표준체를 통과시킨 후 사용하였다. 조단백질 함량(CP)은 A.O.A.C(1990)에 의거하여 분석하였고, TDN은 공식 $TDN = 88.9 - [ADF(\%) \times 0.79]$ 에 의하여 구하였다(Anon, 1973). 한편 얻어진 조단백질 함량(CP)과 가소화양분총량(TDN)은 건물수량과 곱하여 단위면적당 CP 수량과 TDN 수량을 구하였다. ADF와 NDF는 Goering과 Van soest(1970) 방법에 의하여 분석하였으며, ADF와 NDF 함량으로부터 dry matter digestibility(DMD)는 $DMD = 88.9 - ADF(\%) \times 0.779$, dry matter intake(DMI)는 $DMI = 120 / NDF(\%)$, RFV는 Holland 등(1990)의 $RFV = DMD(\%) \times DMI(\%) / 1.29$ 계산식에 의하여 구하였다. 총에너지(GE)는 봄(bomb)칼로리 측정방법(parr-6200)으로 구하였다. 단위 면적당 가축사육능력 평가에서 K는 Loomis and Connor(1998)의 공식에 의하여 구하였고 KCP, KTDN은 한우사양표준(축산

과학원, 2007)에 의거 한우 암소 육성우 450kg, 일일 증체 0.4kg 목표로 하는 경우 CP요구량(609g/일), TDN요구량(4.97kg/일) 중 조사료로 70% 급여할 시에 필요로 하는 CP수량, TDN 수량을 구하여 계산하였다(조, 2003; 이, 2006).

통계처리는 SAS 9.1을 이용하여 유의성 검정을 실시하였으며, 처리구 평균간 비교는 5% 수준의 최소유의차 검정(LSD)으로 하였다.

실험기간중 원주지방의 평균기온은 Table 2와 같다. 평균온도는 예년보다 1.7°C 높았고 강수량은 37.1mm 많았으며, 일조량은 예년보다 1.3MJ/m² 적었다.

Table 2. Meteorological data at Won-ju area(2007-2008)

| Month | Temperature (°C) | | | Precipitation (mm) | | | Radiation (MJ/m ²) | |
|-----------|----------------------|-----------|-----|--------------------|-----------|------|--------------------------------|-----------|
| | Normal ¹⁾ | 2007~2008 | | Normal | 2007~2008 | | Normal | 2007~2008 |
| September | 19.0 | 20.7 | | 151.2 | 309.1 | | 15.3 | 10.1 |
| October | 12.1 | 13.9 | | 52.1 | 26.7 | | 13.0 | 12.1 |
| November | 4.9 | 4.9 | | 41.9 | 47.9 | | 8.6 | 9.0 |
| December | -1.8 | -0.1 | | 25.5 | 15.3 | | 7.5 | 6.4 |
| January | -4.4 | -2.4 | | 22.2 | 12.7 | | 8.9 | 7.8 |
| February | -1.7 | -2.3 | | 25.2 | 10.5 | | 12.0 | 12.3 |
| March | 4.3 | 6.2 | | 50.6 | 68.4 | | 14.8 | 13.0 |
| April | 11.4 | 13.1 | | 74.1 | 42.9 | | 18.4 | 16.5 |
| May | 16.8 | 17.5 | | 91.8 | 78.1 | | 20.1 | 19.4 |
| June | 21.5 | 21.1 | | 158.1 | 100.0 | | 18.8 | 18.1 |
| July | 24.3 | 26.0 | | 356.3 | 383.5 | | 15.6 | 14.1 |
| Mean | 9.0 | 10.7 | Sum | 1,058.0 | 1,095.1 | Mean | 13.9 | 12.6 |

¹⁾ Normal: mean data for 30 years.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 두과 사료작물 초종의 생산성 비교

두과 사료작물 초종의 생산성은 Table 3과 같다.

Table 3. Agronomical characteristics of forage legumes.

| Forage legumes | FD (date) | HD (date) | PL (cm) | FW (kg/ha) | DW (kg/ha) |
|-----------------------------|--------------|--------------|------------|---------------------|----------------------|
| Afalfa | 9 June | 28 June | 65.0 | 5,076 ^{cd} | 2,129 ^c |
| Crimson clover | 3 May | 7 May | 24.6 | 3,626 ^d | 1,563 ^{def} |
| Cicer milkvetch | - | 28 July | 66.0 | 5,203 ^{cd} | 1,414 ^{ef} |
| Galega | - | 28 July | 62.0 | 4,423 ^{cd} | 1,266 ^f |
| Hairy vetch | 9 May | 18 May | 52.9 | 9,955 ^b | 3,054 ^b |
| Red clover | 22 June | 29 June | 87.8 | 38,572 ^a | 7,855 ^a |
| Winter pea | 5 June | 10 June | 67.7 | 6,567 ^c | 1,928 ^{cd} |
| Yellow suckling clover | 9 May | 20 May | 18.2 | 9,212 ^b | 1,896 ^{cd} |
| Yellow blossom sweet clover | 25 May | 31 May | 71.1 | 6,507 ^c | 1,674 ^{de} |
| LSD(p<0.05) | - | - | - | 2,542 | 353 |

a-f Values with different superscripts in the same column significantly differ by LSD test. 5% level
FD: Flowering date, HD: Harvest date, PL: Plant length, FW: Fresh weight and DW: Dry weight

공시초종의 개화 시기는 crimson clover가 5월 3일로 가장 빨랐고 red clover가 6월 22일로 가장 늦었으며 cicer milkvetch, galega는 개화를 하지 않았다. 수확 시기는 개화시기가 가장 빨랐던 crimson clover가 5월 7일이었고 cicer milkvetch, galega는 6월 28일로 가장 늦게 수확하였다. 수확 시 초장은 crimson clover가 24.6cm로 가장 작았으며 red clover가 87.8cm였다. 수량은 초종별로 차이가 컸다. 생초수량은 red clover가 38.6 ton/ha로 유의하게 많았고(p<0.05), crimson clover가 3.6 ton/ha로 가장 적었으며 건물수량은 red clover가 7.9 ton/ha로 유의하게 많았고(p<0.05), galega가 1.3 ton/ha로 가장 적어 중부 지방에서는 red clover가 생산성 면에서 가장 적합할 것으로 판단되었다.

2. 두과 사료작물 초종의 사료가치 비교

두과 사료작물 초종의 사료가치는 Table 4와 같다.

Table 4. Feed value and nutrition yield of forage legumes.(%, DM basis)

| Forage legumes | CP (%) | CP yield (kg/ha) | TDN (%) | TDN yield (kg/ha) | NDF (%) | ADF (%) | DMD (%) | DMI (%) | RFV | GE (MJ/Kg) |
|-----------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------|
| Afalfa | 18.8 ^a | 400 ^{bc} | 59.7 ^e | 1,271 ^{cd} | 51.7 ^c | 37.0 ^c | 60.1 ^e | 2.3 ^{de} | 108 ^d | 108 ^d |
| Crimson clover | 10.4 ^c | 1,638 ^d | 69.7 ^b | 1,089 ^d | 43.0 ^d | 24.3 ^f | 69.9 ^b | 2.8 ^c | 151 ^c | 14.3 |
| Cicer milkvetch | 12.9 ^b | 183 ^d | 54.9 ^g | 778 ^e | 54.7 ^b | 43.0 ^a | 55.4 ^g | 2.2 ^{ef} | 94 ^e | 14.9 |
| Galega | 14.5 ^b | 184 ^d | 57.0 ^{fg} | 721 ^e | 59.0 ^a | 40.3 ^{ab} | 57.5 ^{fg} | 2.0 ^f | 90 ^e | 14.7 |
| Hairy vetch | 13.5 ^b | 411 ^b | 66.0 ^c | 2,014 ^b | 39.3 ^e | 29.0 ^c | 66.3 ^c | 3.1 ^b | 157 ^c | 14.8 |
| Red clover | 13.5 ^b | 1,065 ^a | 58.9 ^{ef} | 4,622 ^a | 49.3 ^c | 38.0 ^{bc} | 59.3 ^{ef} | 2.4 ^d | 112 ^d | 16.3 |
| Winter pea | 8.7 ^d | 169 ^d | 62.8 ^d | 1,210 ^{cd} | 51.0 ^c | 33.0 ^d | 63.2 ^d | 2.4 ^{de} | 115 ^d | 14.7 |
| Yellow suckling clover | 18.2 ^a | 344 ^c | 72.8 ^a | 1,376 ^c | 30.0 ^f | 20.7 ^g | 72.8 ^a | 4.0 ^a | 226 ^a | 15.1 |
| Yellow blossom sweet clover | 8.0 ^d | 133 ^d | 69.4 ^b | 1,162 ^d | 38.0 ^e | 24.7 ^f | 69.7 ^b | 3.2 ^b | 171 ^b | 14.9 |
| LSD(p<0.05) | 1.6 | 65.4 | 2.2 | 187.5 | 2.5 | 2.8 | 2.2 | 0.1 | 11.52 | - |

a-g Values with different superscripts in the same column significantly differ by LSD test. 5% level
 CP: crude protein, TDN: total digestible nutrients, NDF: neutral detergent fiber, ADF: acid detergent fiber, RFV: relative feed value and GE: gross energy

조단백질 함량은 alfalfa와 yellow suckling clover 18.8%, 18.2%로 유의하게 높았지만(p<0.05) 조단백질 수량은 건물수량이 가장 많은 red clover가 1.1 ton/ha로 유의하게 많았다(p<0.05). TDN 함량은 yellow suckling clover가 72.6%로 유의하게 많았고(p<0.05) red clover는 60% 이하로 낮았지만 건물수량이 월등히 높아 TDN 수량은 4.6 ton/ha로 유의하게 많았다(p<0.05).

건물 섭취량과 관계가 높은 NDF 함량은 galega와 cicer milkvetch가 59.0%, 54.7%로 가장 높았으며 yellow suckling clover가 30.0%로 가장 낮았다. 소화율과 관계가 높은 ADF 함량은 cicer milkvetch와 galega가 43.0%, 40.3%로 가장 높았으며 crimson clover가 24.3%로 가장 낮았다. 작물의 수확시기로 미루어 볼 때 작물의 수확시기가 늦을수록 NDF와 ADF의 함량이 높아지는 경향을 보였다.

사초에 있어서 RFV는 ADF와 NDF가 소화율 및 섭취량과 높은 상관관계를 가진 사실에 근거한 추정 계산으로, NDF와 ADF 함량이 가장 낮은 yellow suckling clover가 226으로 가장 높았고 cicer milkvetch와 galega가 각각 94, 91로 가장 낮았다. 공시 작물을 사초등급 (Richard W. Taylor, 1995)에 의하여 구분하면 cicer milkvetch(94)와 galega(91)가 3등급에 속하고 나머지 두과 사료작물은 2등급 이상으로 우수하였으며 yellow suckling clover는 최고 등급에 속하였다. 특히 yellow blossom sweet clover, crimson clover, hairy vetch는 151 이상이 었다. Holland 등(1990)의 고능력우의 젖소군에 대하여 124 이상의 RFV 값을 가진 사초를 공급해야한다는 연구 결과로 볼 때 고능력우에 공급도 가능할 것으로 판단되며 또한 RFV 값 100은 성숙한 알팔파에 해당된다고 하여 공시한 대부분의 초종이 100 이상으로서 사료 가치가 우수한 것으로 판단된다. 총에너지(GE)는 red clover가 16.3 MJ/Kg으로 14.3-15.1MJ/Kg의 범위를 나타낸 다른 초종보다 높았다.

3. 두과 사료작물 초종의 가축사육능력 비교

두과 사료작물 초종의 가축사육능력은 Table 5와 같다.

Table 5. Stock carrying capacity of forage legumes.

| Forage legumes | K (head/ha/yr) | KCP (head/ha/yr) | KTDN (head/ha/yr) |
|-----------------------------|----------------|------------------|-------------------|
| Afalfa | 0.01 | 2.57 | 1.00 |
| Crimson clover | 0.17 | 1.05 | 0.85 |
| Cicer milkvetch | 0.008 | 1.17 | 0.61 |
| Galega | 0.007 | 1.18 | 0.57 |
| Hairy vetch | 0.03 | 2.64 | 1.59 |
| Red clover | 0.05 | 6.84 | 3.64 |
| Winter pea | 0.01 | 1.08 | 0.95 |
| Yellow suckling clover | 0.03 | 2.21 | 1.08 |
| Yellow blossom sweet clover | 0.02 | 0.86 | 0.92 |
| Mean | 0.04 | 2.18 | 1.25 |

단위 면적당 생산되는 사료작물의 에너지 함량과 영양 가치를 기준으로 한 가축사육능력의 평가는 단위면적당 적정가축사육두수를 추정하는데 매우 유용하다. 총에너지(K), 조단백질함량(KCP) 및 가소화양분총량(KTDN)을 이용하여 계산한 가축사육능력에서 K는 red

clover가 0.05 head/ha/yr로 공시작물 중 가장 우수하였지만, 두과 사료작물 전체적으로 상당히 낮은 수준이었다. 즉, K값은 방목위주의 조방적 축산경영에 알맞은 가축사육능력의 평가기준이 되며(Loomis and Connor, 1998) 조사료 생산을 목적으로 하는 작부체계에서는 가축에 대한 양분요구도(animal demand)에 의거한 가축사육능력 평가가 필요하다고 판단된다(조, 2003; 이, 2006). 앞으로 총에너지(GE)를 기준으로 한 가축사육능력의 평가에 대한 종합적인 연구가 더욱 수행되어야 할 것으로 판단된다. 또한 KCP가 평균 2.18 head/ha/yr로 가장 많았고 KTDN 1.25 head/ha/yr, K 0.04 head/ha/yr 순으로 가축사육능력이 높았다. 조단백질 수량에 의한 가축사육능력이 가장 높게 나타난 것은 두과 사료작물이 단백질 함량이 우수한 조사료라는 기존의 연구결과와 일치한다. 특히 red clover는 KCP 6.84 head/ha/yr, KTDN 3.64 head/ha/yr로 가장 우수하였다. 하지만 red clover를 제외한 나머지 두과 사료작물은 약 1.0 head/ha/yr - 2.5 head/ha/yr로 낮았는데 이는 건물수량이 적었기 때문으로 판단된다.

IV. 적 요

본 실험은 중부 지방에서 유기질 비료를 사용하여 두과 사료작물 초종의 생산성, 사료가치 및 가축사육능력을 조사하였고 그 결과를 요약하면 다음과 같다. 두과 사료작물의 생초수량과 건물수량은 초종 간 차이가 인정되었으며 공시 초종 중에서 red clover가 생초수량 38.6 ton/ha, 건물수량 7.8 ton/ha, CP수량 1.0 ton/ha, TDN수량 4.6 ton/ha로 다른 초종보다 유의하게 많았다($p < 0.05$). NDF와 ADF는 수확시기가 늦을수록 높은 경향을 나타내서 galega와 cicer milkvetch가 가장 높았고 yellow suckling clover가 가장 낮았다. 상대사료가치(RFV)는 galega와 cicer milkvetch를 제외한 나머지 품종이 100 이상의 값을 나타내어 우수하였으며 특히, yellow suckling clover, yellow blossom sweet clover, crimson clover, hairy vetch 등은 151 이상으로 1등급에 속하였다. 가축사육능력은 초종 평균으로 Kcp(2.18 head/ha/yr) > KTDN(1.25 head/ha/yr) > K(0.04 head/ha/yr) 순으로 높았고, 초종별로는 red clover가 K 0.05 head/ha/yr, Kcp 6.84 head/ha/yr, KTDN 3.64 head/ha/yr로 공시작물 중 가장 높은 가축사육능력을 나타내었다. 이상의 결과로 볼 때 두과 사료작물 중에서 red clover가 생산성, 사료가치 및 가축사육능력이 가장 우수하여 중부지방에서 두과 사료작물 생산에 있어서 적절한 초종으로 판단되었다.

참 고 문 헌

1. 김동암·김종덕·이광녕·신동은·정재록·김원호. 1997. 콩과목초 잔주의 사일리지용 옥수수에 대한 질소 공급효과. 한초지 17(3): 293-304.
2. 김은석. 2002. 친환경 풋찰옥수수 생산을 위한 경운방법 및 두과 피복작물재배에 관한 연구. 경상대학교 박사학위 논문.
3. 신동은. 1999. 축종별 액상분뇨와 질소(N) 시용량이 양질 조사료의 수량, 사료가치 및 토양 특성에 미치는 영향. 서울대 박사학위 논문
4. 이주삼. 2006. 자원 순환형 농업을 위한 유기경종(자원 순환형 유기농업 표준 모델 개발). 농림부.
5. 조익환. 2003. 지역별 순환농업에서 가축분뇨의 시용이 Tall fescue의 잠재생산성에 미치는 영향. 한국유기농업학회지 1문(1): 69-83.
6. 축산과학원. 2007. 한국가축사양표준(한우)
7. Anon. 1973. Rondup(R) herbicides formulation of isopropylamine salt of glyphosate (N-phosphonomethglycine). Postmergence herbicide. Monsanto Agric. Div.
8. A.O.A.C 1990. Official Methods of analysis(15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C.
9. Burton, G. W. 1976. Legume nitrogen versus fertilizer nitrogen for warm-season grasses. In C. S. Hovelans (ed.) Biological N Fixations in forage-livestock system. Sepc. Publ. 28. ASA, Madison, Wi. P. 55-81.
10. Goering, H. K., and P. J. Van soest., 1970. Forage fiber analysis. USDA Agric. handbook No. 379, Washington, D.C.
11. Hargrove, W. L. 1986. Winter legumes as a nitrogen source for no-till grain sorghum. Agron. J. 78: 70-74
12. Holland. C., Kezar. W., W. P. Lazowski, E. J., Mahanna, W. C. and Reinhart. R. 1990. Pioneer Forage Manual: A Nutritional Guide, Pioneer Hi-Bred International Inc.
13. Hussain, I., K. R. Olson, and S. A. Eblhar. 1999. Long-term tillage effects on soil chemical properties and organic matter fraction. Soil Sci. Soc. Am. J. 63: 1335-1341.
14. Loomis, R. S. and D. J. Connor. 1998. Crop ecology. Cambridge University.
15. Ramesh, P., P. K. Ghosh, K. S. Reddy, Ajay, S. Ramana and R. S. Choudhary. 2005. Assessment of biomass, productivity and sustainability of soybean based cropping systems at three levels of nitrogen in deep vertisols of semi-arid tropical India. Journal of sustainable agriculture. 26(2): 43-59.
16. Richard W. Taylor. 1995. Hay sampling and grading. Delaware Cooperative Extention.

17. Rochester, I. J., M. B. Peoples, N. R. hulugalle, R. R. Gault, and G. A. Coontable. 2001. Using legumes to enhance nitrogen fertility and improve soil condition in cotton cropping systems. *Field Crops Research* 70: 27-41.
18. SAS. 2002. *Statistical Analysis System ver., 9.1*. SAS Institute INC., Cary, NC.
19. Sharma, R. P., S. K. Pathak, M. Haque, and K. R. Raman. 2004. Diversification of traditional rice(*Oryza sativa*)-based cropping system for sustainable productions in South Bihar alluvial plains. *Indian journal of agronomy*. 49(4): 218-222.
20. 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.
21. Ta, T. C. and M. A. Faris. 1987. Species variation in the fixation and transfer of N from legumes to associated grasses. *Plant Soil*. 98: 265-274.
22. Utley, P. R., Marchant, W. H. and McCormick, W. C. 1977. Dixie crimson and Amclo arrowleaf clovers as pastures for growing steers. *Georgia Agri. Res.* 18(4): 21-23
23. 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.