

유기질 퇴비의 시용이 수수×수단그라스 교잡종의 생산성, 사료가치 및 가축사육능력에 미치는 영향*

박상수*** · 노진환*** · 박준혁**** · 윤기용***** · 이주삼**

The Effect of Organic Manure on Dry Matter Yield, Feed Value and Stock Carrying Capacity of Sorghum×Sudangrass Hybrid in Arable Land

Park, Sang-Soo · Noh, Jin-Hwan · Park, Jun-Hyuk · Yoon, Ki-Yong · Lee, Ju-Sam

This experiments was conducted to investigate the influence on the growth of Sorghum × Sudangrass hybrid by use of various organic fertilizer and investigated their productivity, feed value and stock carrying capacity. In the results, the application of fermented poultry manure showed 93.6ton/ha, 19.6ton/ha, 1.12ton/ha, 11.31ton/ha of fresh yield, dry matter yield, crude protein (CP) yield and total digestible nutrients (TDN) yield but there were no significant differences with the application of poultry by-product compost (poultry manure with sawdust) and swine by-product compost (swine manure with sawdust). And the average value of K_{CP} and K_{TDN} showed the highest one as 9.45head/ha/yr in the application of fermented poultry manure. However, organic matter content of fermented poultry manure to the lower portion of 32.1% compared to other organic fertilizers could imagine that mineralization of fermented poultry manure was fairly advanced and plant used most of nitrogen in fermented poultry manure, so productivity of Sorghum × Sudangrass hybrid was shown more than other organic fertilizers. If other organic fertilizers use continuous, this difference can be considered to be reduced further. As a result, fermented poultry manure is better than other organic fertilizers in productivity, feed value and stock carrying capacity due to the higher content of mineralizable matters. In addition, mixing poultry manure with cow and swine manure is better choice because cow and swine manure will meet a low

* 본 논문은 2009년 농촌진흥청 현안기술연구사업(과제번호 : PJ006928) 연구비 지원에 의해 수행된 과제임.

** 교신저자, 연세대학교 생명과학기술학부 교수(vermilee@hanmail.net)

*** 연세대학교 생명과학기술학부

**** 연세대학교 석사

organic matter in poultry manure.

Key words : *Sorghum*×*Sudangrass* hybrid, organic manure, dry matter yield, feed value, stock carrying capacity

I. 서 론

우리나라의 축산물 생산액은 최근 5년 사이에 1.4배 가까이 증가할 정도로 축산물의 소비량은 지속적으로 증가하고 있는 추세이며, 조사료 이용량도 매년 증가하고 있다(농림부, 2010). 그러나 국제곡물가격 및 외국산 조사료 가격의 지속적인 상승으로 인하여 축산농가의 사료비에 대한 부담이 커짐에 따라 정부에서는 조사료 자급률을 증가시키기 위하여 호남지방을 중심으로 한 논농사 지역에서의 답리작으로 청보리의 재배를 권장하고, 대량의 청보리 사일리지를 생산하여 조사료 생산량을 증가시키고 있지만, 중부지방은 아직 확실한 작부체계가 확립되어있지 않은 실정이다. 국내에서 생산된 조사료라도 호남지방에 국한되어 있기 때문에 운송비 등으로 인한 원가의 상승 및 구제역 등 전염병 발병 시 운송이 불가능하다는 점은 중부지방 축산 농가들의 부담으로 작용하고 있다. 따라서 중부지방에 적합한 작물을 선별하여 작부체계를 확립하는 것은 매우 시급한 과제이고, 현재 중부지방의 작부체계 확립을 위하여 많은 연구가 수행되고 있다.

윤 등(2007), 박 등(2011)에 의하면 중부지역의 밭토양에서 유기 재배에 적합한 하계 사료작물은 사료용 옥수수보다는 건물생산성 및 양분생산성에서 우수한 *Sorghum*×*Sudangrass* hybrid이 적합하다고 하였다.

따라서 본 시험에서는 *Sorghum*×*Sudangrass* hybrid를 중부지방에서 재배할 경우 다양한 유기질 퇴비의 시용이 *Sorghum*×*Sudangrass* hybrid의 생산성, 사료가치 및 가축사육능력에 미치는 영향을 검토하여 유기조사료 생산을 위한 작부체계 확립에 필요한 기초적 자료를 얻고자 하였다.

II. 재료 및 방법

본 실험의 공시초종은 *Sorghum*×*Sudangrass* hybrid(G-7)을 사용하였다.

파종 시기는 2009년 5월 12일에 파종하였고, 파종량은 *Sorghum*×*Sudangrass* hybrid 40kg/ha를 산파하였다. 시험구 면적은 10m²(5m×2m)로 3반복의 난괴법으로 배치하였다.

시험 전 토양의 화학적 성질은 Table 1과 같다. pH는 6.56-6.68의 범위로 약산성이었고, 유기물 함량은 3.90-4.33%의 범위를 나타내었다. 전질소 함량은 0.16-0.22%의 범위였고, 유

효인산 함량은 469.83-605.27mg/kg의 범위로 높은 편이었다. 또한 cation exchange capacity (CEC)는 9.02-9.99cmol(+)/kg의 범위를 나타내었다.

Table 1. Chemical properties of soil before the experiment

| Treatment | pH (1:5) | OM (%) | EC (ds/m) | TN (%) | C/N ratio | Avail. P ₂ O ₅ (mg/kg) | CEC (cmol(+)/kg) | Ex.cation (cmol(+)/kg) | | |
|-----------|----------|--------|-----------|--------|-----------|--|------------------|------------------------|------------------|----------------|
| | | | | | | | | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | K ⁺ |
| HCM | 6.56 | 4.20 | 0.014 | 0.22 | 11.12 | 469.83 | 9.02 | 4.89 | 0.48 | 0.26 |
| CM | 6.68 | 3.90 | 0.013 | 0.16 | 13.37 | 586.63 | 9.25 | 4.38 | 0.48 | 0.37 |
| FSM | 6.61 | 4.10 | 0.014 | 0.22 | 10.77 | 605.27 | 9.99 | 4.74 | 0.47 | 0.42 |
| SBC | 6.81 | 4.33 | 0.013 | 0.21 | 12.29 | 566.57 | 9.83 | 4.87 | 0.54 | 0.43 |
| FPM | 6.68 | 4.18 | 0.013 | 0.17 | 14.43 | 553.43 | 9.70 | 3.99 | 0.48 | 0.37 |
| PBC | 6.81 | 4.12 | 0.012 | 0.16 | 15.22 | 510.87 | 9.53 | 4.38 | 0.49 | 0.33 |

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

HCM : heaped cow manure, CM : raw cow manure, FSM : fermented swine manure with bark, SBC : swine by-product compost (swine manure with sawdust), FPM : fermented poultry (chicken) manure, and PBC : poultry (chicken) by-product compost (poultry manure with sawdust)

공시 유기질 퇴비는 우리나라의 대표적 가축분인 우분, 돈분 계분으로 설정하였는데, 유기 가축분 간의 발효 및 퇴적기간이 상이하였기 때문에 대조군으로 생분 및 시중에 판매되고 있는 부산물 퇴비를 처리군에 포함시켜 실시하였으며, 각각의 내용은 다음과 같다. 유기 우분은 범산목장(횡성군)에서 6개월간 퇴적시킨 우분(heaped cow manure) 및 생우분(raw cow manure) 사용하였다. 돈분(fermented swine manure)은 유기 흑돼지농장(홍천군)에서 Bark와 50:50으로 섞어 3개월간 발효시킨 것을 사용하였고, 돈분부산물퇴비(swine by-product compost)는 한미비료(원주)에서 생산된 제품으로 톱밥과 50:50의 비율로 혼합발효시킨 것을 사용하였다. 계분(fermented poultry manure)은 유기산란계농장(단양군)에서 layer litter에 미생물제를 투여, 6개월 이상 발효시킨 것을 사용하였고, 계분부산물퇴비(poultry by-product compost)는 귀래농장(원주) 제품으로 톱밥과 50:50의 비율로 혼합발효시킨 것을 사용하였다. 사용량은 질소 성분을 기준으로 150kg N/ha를 전량 기비 하였다. 유기질 퇴비의 화학적 특성은 Table 2와 같다. pH는 7.11-8.95의 범위로 알칼리성이었고, 전질소 함량은 FSM이 2.68%로 가장 높았다. 유효인산 함량은 FPM이 1009.23mg/kg으로 다른 유기질 퇴비에 비해 높았다. 또한 FPM, SBC의 유기물 함량은 각각 32.1%, 45.3%로 다른 유기질 퇴비에 비해

낮았다. CEC는 37.53-51.20cmol(+)/kg의 범위로 높은 편이었다.

Table 2. Chemical properties of organic fertilizers

| Treatment | pH (1:5) | OM (%) | EC (ds/m) | TN (%) | C/N ratio | Avail. P ₂ O ₅ (mg/kg) | CEC (cmol(+) /kg) | Ex.cation (cmol(+)/kg) | | |
|-----------|-------------|-----------|--------------|-----------|--------------|--|-------------------------|------------------------|------------------|----------------|
| | | | | | | | | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | K ⁺ |
| HCM | 8.88 | 75.5 | 0.72 | 1.12 | 39.27 | 320.40 | 45.37 | 5.87 | 2.83 | 2.85 |
| CM | 8.95 | 81.7 | 0.83 | 1.04 | 45.56 | 321.73 | 42.40 | 4.23 | 2.33 | 3.02 |
| FSM | 7.11 | 63.4 | 0.75 | 2.68 | 13.72 | 572.73 | 42.87 | 15.53 | 1.30 | 1.36 |
| SBC | 7.53 | 45.3 | 0.56 | 1.92 | 13.66 | 272.80 | 37.53 | 8.07 | 2.00 | 1.60 |
| FPM | 7.85 | 32.1 | 1.74 | 1.92 | 9.70 | 1009.23 | 50.07 | 18.57 | 10.97 | 2.09 |
| PBC | 7.76 | 68.3 | 0.96 | 1.97 | 20.15 | 649.93 | 51.20 | 16.03 | 3.67 | 2.43 |

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

HCM : heaped cow manure, CM : raw cow manure, FSM : fermented swine manure with bark, SBC : swine by-product compost (swine manure with sawdust), FPM : fermented poultry (chicken) manure, and PBC : poultry (chicken) by-product compost (poultry manure with sawdust)

유기질 퇴비의 가급태와 불가급태의 비율을 추정하기 위하여 acid detergent fiber(ADF), acid detergent soluble(ADS), plant available nitrogen(PAN) 값을 구하였다(Table 3). 유기질 퇴비의 ADF는 Goering과 Van soest(1970) 방법에 의하여 분석하였다. 유기질 퇴비의 ADF는 lignin과 같이 분해되기 어려워 식물체가 바로 흡수, 이용할 수 없는 난분해성으로 볼 수 있는데, FSM이 68.73%로 가장 높았으며, FPM이 25.93%로 가장 낮았다. 또한 ADS는 『100-ADF』를 이용하여 계산하였다. 이는 1년 이내에 분해되어 식물체가 바로 이용할 수 있는 분해성 유기물 함량이라고 할 수 있는데, FPM이 74.07%로 가장 높았으며, FSM이 31.27%로 가장 낮았다. 또한 ADF, ADS를 이용하여 연간 시용량 150kg N/ha 중 식물체가 1년 내에 흡수, 이용할 수 있는 질소량(PAN(supply of ADS))과 흡수, 이용하지 못하는 질소량(supply of ADF)을 계산하였는데, PAN은 FPM이 111.10kg N/ha로 가장 높았고, FSM이 46.90kg N/ha로 가장 낮았으며, supply of ADF는 FSM이 103.10kg N/ha로 가장 높았고, FPM이 38.90kg N/ha로 가장 낮았다.

Table 3. Rate of ADF, ADS and PAN in various organic fertilizers

| Treatment | ADF (%) | supply of ADF (kg N/ha) | ADS (%) | PAN (supply of ADS) (kg N/ha) |
|--------------|--------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------------|
| HCM | 60.58 ^b | 90.87 ^b | 39.42 ^c | 59.13 ^c |
| CM | 54.67 ^c | 82.01 ^c | 45.33 ^b | 68.00 ^b |
| FSM | 68.73 ^a | 103.10 ^a | 31.27 ^d | 46.90 ^d |
| SBC | 58.90 ^b | 88.35 ^b | 41.10 ^c | 61.65 ^c |
| FPM | 25.93 ^d | 38.90 ^d | 74.07 ^a | 111.10 ^a |
| PBC | 52.47 ^c | 78.70 ^c | 47.53 ^b | 71.30 ^b |
| LSD (p<0.05) | 2.79 | 4.18 | 2.79 | 4.18 |

ADF : acid detergent fiber, ADS : acid detergent soluble (100-ADF), and PAN : plant available nitrogen (150 kg N/ha×ADS%)

HCM : heaped cow manure, CM : raw cow manure, FSM : fermented swine manure with bark, SBC : swine by-product compost (swine manure with sawdust), FPM : fermented poultry (chicken) manure, and PBC : poultry (chicken) by-product compost (poultry manure with sawdust)

a-d Values with different superscripts in the same column significantly differ by LSD test. 5% level

예취 시기는 Sorghum×Sudangrass hybrid의 1번초는 모든 시험구의 초장이 100cm 이상이 되었을 때 실시하였고(2009년 7월 30일), 2번초는 9월 18일에 예취하였다. 각 시험구 별로 0.25m²(0.5m×0.5m)에서 생초수량을 조사하였고, 70°C 순환식 송풍건조기에서 72시간 이상 건조 후 무게를 측정하여 건물수량을 구하였다. 건조된 시료는 전기 믹서기로 분쇄한 후 2mm 표준체를 통과한 것으로 식물체 분석을 실시하였다.

Crude protein(CP)은 A.O.A.C(1990)에 의거하여 분석하였고, total digestible nutrients(TDN)은 공식 『88.9-[ADF(%)×0.79]』에 의하여 구하였다(Anon, 1973). 한편 얻어진 CP와 TDN을 건물수량과 곱하여 단위면적당 CP 수량과 TDN 수량을 구하였다. ADF와 neutral detergent fiber(NDF)는 Goering과 Van Soest(1970) 방법에 의하여 분석하였으며, ADF와 NDF 함량으로부터 dry matter digestibility(DMD)는 『88.9-[ADF(%)×0.779]』, dry matter intake(DMI)는 『120/NDF(%)』 (Linn과 Martin, 1989), RFV는 『DMD(%)×DMI(%)1.29』 (Holland 등, 1990) 계산식에 의하여 구하였다. 총에너지(GE)는 봄(bomb)칼로리 측정방법(parr-6200)으로 구하였다. 단위 면적당 가축사육능력 평가에서 K_{CP}, K_{TDN}은 가축사양표준(한우)(축산과학원, 2007)에 의거 한우 암소 육성우 350kg, 일일 증체 0.4kg 목표로 하는 경우 CP요구량(540g/일), TDN요구량(4.12kg/일) 중 조사료로 70% 급여할 시에 필요로 하는 CP수량, TDN수량을 구하여 계산하였다(조, 2003; 이, 2006).

통계처리는 SAS 9.2를 이용하여 유의성 검정을 실시하였으며, 처리구 평균간 비교는 5%

수준의 최소유의차 검정(LSD)으로 하였다.

실험기간 중 원주지방의 평균기온은 Table 4와 같다. 평균온도는 예년보다 0.5℃ 높았고 강수량은 125.4mm 많았으며, 일조시간은 31.6시간 적었다.

Table 4. Meteorological data at Won-ju area(2009-2010)

| Month | Temperature (°C) | | Precipitation (Snow depth) (mm (cm)) | | Duration of sunshine (Hour) | |
|-----------|----------------------|-----------|--------------------------------------|---------------|-----------------------------|-----------|
| | Normal ¹⁾ | 2009~2010 | Normal | 2009~2010 | Normal | 2009~2010 |
| May | 17.2 | 18.4 | 93.8(0) | 111.1(0) | 225.1 | 211.4 |
| June | 21.7 | 22.4 | 149.7(0) | 95.0(0) | 198.6 | 166.0 |
| July | 24.5 | 24 | 366.1(0) | 602.8(0) | 156.0 | 102.0 |
| August | 24.6 | 25.1 | 288.4(0) | 208.8(0) | 178.0 | 160.9 |
| September | 19.3 | 20.6 | 154.7(0) | 50(0) | 181.5 | 186.4 |
| October | 12.6 | 14.2 | 50.0(0) | 62.5(0) | 193.0 | 189.0 |
| November | 5.1 | 6.2 | 43.3(0.8) | 69.9(0.4) | 153.1 | 112.7 |
| December | -1.5 | -1.5 | 24.9(7.7) | 26.6(2.3) | 157.9 | 126.5 |
| January | -4.3 | -5 | 22.2(14.2) | 40.8(18.1) | 164.1 | 150.6 |
| February | -1.3 | 1.2 | 25.6(9.3) | 62.1(16.5) | 169.2 | 127.8 |
| March | 4.7 | 4.6 | 50.9(5.2) | 78.2(23.3) | 194.5 | 120.5 |
| April | 11.7 | 10.0 | 71.3(0.1) | 58.5(0) | 216.7 | 155.1 |
| Mean | 11.2 | 11.7 | Sum 1,340.9(37.4) | 1,466.3(60.6) | Mean 182.3 | 150.7 |

¹⁾ Normal : mean data for 30 years. (Korea meteorological administration)

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 생육결과

Sorghum×Sudangrass hybrid의 생육결과는 Table 5와 같다.

초장은 FPM에서 137.83cm로 유의하게 높았고, 나머지 시험구에서는 유의한 차이가 없었다. 생초수량은 FPM에서 93.60ton/ha로 가장 많았으나, PBC, SBC와 유의한 차이는 없었고,

건물수량도 FPM에서 19.60ton/ha로 가장 많았으나, PBC와 유의한 차이는 없었다. 이는 속효성인 FPM의 대부분의 무기질소를 식물체가 이용하였기 때문에 이와 같은 결과가 나온 것으로 판단되며, FPM의 경우 유기물 함량 및 supply of ADF 값이 다른 유기질 퇴비들에 비해 낮기 때문에 각각의 유기질 퇴비를 연용하였을 경우 이 차이는 더욱 줄어들 것으로 생각할 수 있다.

Table 5. Agronomical characteristics of Sorghum×Sudangrass hybrid grown in various organic fertilizers

| Treatment | PL ¹⁾ (cm) | FW ²⁾ (ton/ha) | DM ³⁾ (ton/ha) |
|--------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|
| HCM | 110.17 ^b | 64.67 ^b | 12.53 ^{bc} |
| CM | 110.33 ^b | 67.60 ^b | 14.00 ^b |
| FSM | 105.17 ^b | 52.53 ^b | 9.60 ^c |
| SBC | 113.17 ^b | 73.20 ^{ab} | 15.20 ^b |
| FPM | 137.83 ^a | 93.60 ^a | 19.60 ^a |
| PBC | 119.50 ^b | 73.60 ^{ab} | 16.40 ^{ab} |
| LSD (p<0.05) | 15.25 | 21.90 | 4.07 |

¹⁾ Mean of 1st and 2nd cut

^{2), 3)} Sum of 1st and 2nd cut

PL : plant length, FW : fresh weight, and DM : dry matter yield

HCM : heaped cow manure, CM : raw cow manure, FSM : fermented swine manure with bark, SBC : swine by-product compost (swine manure with sawdust), FPM : fermented poultry (chicken) manure, and PBC : poultry (chicken) by-product compost (poultry manure with sawdust)

a-c Values with different superscripts in the same column significantly differ by LSD test. 5% level

또한 Sorghum×Sudangrass hybrid의 생산성은 유기질 퇴비간의 supply of ADF 및 PAN 값의 차이와 특별한 상관관계를 보이고 있는데, PAN 값이 높을수록 수량은 증가하고, supply of ADF 값이 높을수록 수량은 감소하였다. 또한 PAN 값과 건물수량의 상관관계는 0.912로 5% 수준에서 유의성이 인정되어 강한 양의 상관관계를 보였으며, supply of ADF 값과 건물수량은 -0.912로 5% 수준에서 유의성이 인정되어 강한 음의 상관관계를 보였다. 즉, PAN 값이 높으면 작물의 수량도 높은 것으로 볼 수 있으며, supply of ADF 값이 높으면 작물의 수량은 낮다고 볼 수 있다.

Joop(1989)은 poultry slurry는 무기질소 및 빠르게 무기화 될 수 있는 질소, 쉽게 무기화 될 수 있는 질소의 함량이 90%로 cattle manure(55%), cattle slurry(75%) 및 pig slurry(72%)에 비해 높다고 하였는데, 이는 계분을 이용한 유기질 퇴비들이 기타 우분 및 돈분을 이용한

유기질 퇴비들에 비해 식물체가 흡수 이용할 수 있는 무기질소의 함량이 높은 속효성의 비료라는 것을 입증하고 있다. Wolf 등(1989), Dilz 등(1980), Lund 등(1980)은 조사료의 유기재배에 있어 지속적인 우분의 시용은 토양의 유기물 축적뿐만 아니라, 분해되기 어려운 유기태 질소의 지속적인 무기화에 의한 토양의 양분공급능력의 확대가 가능하다고 밝혔다. 따라서 가축분의 연용에 따른 사료작물의 생산성의 향상이 가능할 것으로 판단된다.

또한, FPM의 유기물 함량이 32.1%, supply of ADF 값이 38.90kg N/ha로 낮은 점은 다른 유기질 퇴비에 비해 무기화가 상당히 진행된 상태이고, FPM을 연용하였을 경우 토양 유기물 증가 등의 지력증진에는 다른 유기질 퇴비들에 비해 비교적 효과적이지 않을 것으로 판단된다. 따라서 다른 가축분과의 혼용을 통하여 계분의 부족한 유기물을 충족시켜 준다면 지력 증진에 있어서 더욱 좋을 것으로 판단된다.

2. 사료가치 평가

Sorghum×Sudangrass hybrid의 사료가치는 Table 6과 같다.

Sorghum×Sudangrass hybrid의 CP 함량은 1회 예취에서 CM이 6.43%로 가장 많았으나 PBC를 제외한 다른 시험구들과 유의한 차이는 없었고, 2회 예취에서는 FSM이 7.91%로 가장 많았으나 CM, HCM, SBC와 유의한 차이는 없었다. TDN 함량은 1회 예취에서 PBC가 57.29%로 가장 많았으나 FSM을 제외한 다른 시험구들과 유의한 차이는 없었고, 2회 예취에서는 FPM이 59.96%로 가장 많았으나, SBC, FSM, PBC와 유의한 차이는 없었다. CP 수량은 1회 예취에서 FPM이 0.69ton/ha로 가장 많았으나 SBC, PBC, CM과 유의한 차이는 없었

Table 6. Feed values and nutrient yields of Sorghum×Sudangrass hybrid grown in various organic fertilizers

| Treatment | CP (%) | CP yield (ton/ha) | TDN (%) | TDN yield (ton/ha) | NDF (%) | ADF (%) | DMD (%) | DMI (%) | RFV | GE (MJ/kg) | |
|--------------|--------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| 1st Cut | HCM | 6.28 ^a | 0.43 ^{bc} | 56.96 ^{ab} | 3.87 ^{cd} | 69.34 ^{ab} | 40.43 ^{ab} | 57.41 ^{ab} | 1.73 ^{bc} | 77.34 ^b | 15.30 ^e |
| | CM | 6.43 ^a | 0.55 ^{ab} | 55.80 ^{ab} | 4.76 ^{bc} | 68.17 ^{bc} | 41.90 ^{ab} | 56.26 ^{ab} | 1.76 ^{ab} | 76.80 ^{bc} | 15.41 ^d |
| | FSM | 6.05 ^{ab} | 0.31 ^c | 55.52 ^b | 2.81 ^d | 70.19 ^a | 42.25 ^a | 55.99 ^b | 1.71 ^c | 74.38 ^c | 15.59 ^c |
| | SBC | 6.16 ^{ab} | 0.56 ^{ab} | 56.13 ^{ab} | 5.09 ^{abc} | 70.84 ^a | 41.49 ^{ab} | 56.58 ^{ab} | 1.70 ^c | 74.58 ^{bc} | 16.08 ^b |
| | FPM | 5.99 ^{ab} | 0.69 ^a | 56.08 ^{ab} | 6.51 ^a | 70.87 ^a | 41.54 ^{ab} | 56.54 ^{ab} | 1.69 ^c | 74.27 ^c | 16.27 ^a |
| | PBC | 5.45 ^b | 0.55 ^{ab} | 57.29 ^a | 5.81 ^{ab} | 66.68 ^c | 40.01 ^b | 57.73 ^a | 1.80 ^a | 80.66 ^a | 16.23 ^a |
| LSD (p<0.05) | 0.77 | 0.18 | 1.70 | 1.48 | 1.75 | 2.15 | 1.68 | 0.05 | 2.92 | 0.08 | |

| Treatment | | CP (%) | CP yield (ton/ha) | TDN (%) | TDN yield (ton/ha) | NDF (%) | ADF (%) | DMD (%) | DMI (%) | RFV | GE (MJ/kg) |
|--------------|-----|---------------------|-------------------|---------------------|--------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------------|
| 2nd Cut | HCM | 7.41 ^{ab} | 0.42 | 57.48 ^c | 3.30 ^b | 67.14 ^{ab} | 39.78 ^a | 57.91 ^c | 1.79 ^{bc} | 80.43 ^b | 16.18 |
| | CM | 7.50 ^{ab} | 0.41 | 58.81 ^b | 3.22 ^b | 66.57 ^{abc} | 38.09 ^b | 59.23 ^b | 1.81 ^{abc} | 83.02 ^a | 16.16 |
| | FSM | 7.91 ^a | 0.36 | 59.16 ^{ab} | 2.68 ^b | 65.95 ^{bc} | 37.64 ^{bc} | 59.58 ^{ab} | 1.82 ^{ab} | 84.11 ^a | 16.30 |
| | SBC | 7.14 ^{abc} | 0.44 | 59.64 ^{ab} | 3.66 ^b | 65.92 ^{bc} | 37.04 ^{bc} | 60.05 ^{ab} | 1.83 ^a | 85.15 ^a | 16.13 |
| | FPM | 5.54 ^c | 0.43 | 59.96 ^a | 4.80 ^a | 67.52 ^a | 36.64 ^c | 60.36 ^a | 1.78 ^c | 83.20 ^a | 16.07 |
| | PBC | 6.08 ^{bc} | 0.38 | 59.14 ^{ab} | 3.71 ^{ab} | 65.35 ^c | 37.68 ^{bc} | 59.55 ^{ab} | 1.84 ^a | 84.78 ^a | 16.09 |
| LSD (p<0.05) | | 1.62 | NS | 1.03 | 1.12 | 1.38 | 1.30 | 1.01 | 0.04 | 2.44 | NS |

CP : crude protein, TDN : total digestible nutrients, NDF : neutral detergent fiber, ADF : acid detergent fiber, DMD : dry matter digestibility, DMI : dry matter intake, RFV : relative feed value, and GE : gross energy

HCM : heaped cow manure, CM : raw cow manure, FSM : fermented swine manure with bark, SBC : swine by-product compost (swine manure with sawdust), FPM : fermented poultry (chicken) manure, and PBC : poultry (chicken) by-product compost (poultry manure with sawdust)

a-e Values with different superscripts in the same column significantly differ by LSD test. 5% level, NS : not significant difference

고, 2회 예취에서는 각 시험구 간 유의한 차이가 없었다. TDN 수량은 1회 예취에서 FPM이 6.51ton/ha로 가장 많았으나 SBC, PBC와의 유의한 차이는 없었으며, 2회 예취에서도 FPM이 4.80ton/ha로 가장 많았으나 PBC와 유의한 차이는 없었다. NDF 함량은 1회 예취에서 FPM이 70.87%로 가장 많았으나 SBC, FSM, HCM과 유의한 차이는 없었고, 2회 예취에서는 FPM이 67.52%로 가장 많았으나 HCM, CM과 유의한 차이는 없었다. ADF 함량은 1회 예취에서 FSM이 42.25%로 가장 많았으나 PBC를 제외한 다른 시험구들과 유의한 차이는 없었고, 2회 예취에서는 HCM이 39.78%로 다른 시험구들과 유의한 차이를 보였다. DMD는 1회 예취에서 PBC가 57.73%로 가장 많았으나 FSM을 제외한 모든 시험구들과 유의한 차이는 없었고, 2회 예취에서는 FPM이 60.36%로 가장 많았으나 SBC, FSM, PBC와 유의한 차이는 없었다. DMI는 1회 예취에서 PBC가 1.80%로 가장 많았으나 CM과 유의한 차이는 없었고, 2회 예취에서는 PBC가 1.84%로 가장 많았으나 SBC, FSM, CM과 유의한 차이는 보이지 않았다. 상대사료가치는 1회 예취에서는 PBC가 80.66으로 다른 시험구들과 유의한 차이를 보였으나, 2회 예취에서는 FCM을 제외한 모든 시험구에서 유의한 차이가 없었다. GE는 1회 예취에서는 FPM이 16.27MJ/kg로 가장 많았지만 FBC와 유의한 차이는 없었고, 2회 예취에서는 모든 시험구에서 유의한 차이를 보이지 않았다.

Sorghum×Sudangrass hybrid의 조단백질, TDN 및 상대사료가치에 있어서 사용한 유기질

되비 별로 특별한 차이는 인정되지 않았다. 임 등(2006)도 Sorghum×Sudangrass hybrid의 조단백질 함량 및 상대사료가치는 여러 가지 가축분뇨의 시용방법 간에는 일정한 경향이 없었다고 하였다.

3. 가축사육능력 비교

Sorghum×Sudangrass hybrid의 가축사육능력은 Table 7과 같다.

Table 7. Stock carrying capacity of Sorghum×Sudangrass hybrid grown in various organic fertilizers

| Treatment | K _{CP} ¹⁾ (head/ha/yr) | K _{TDN} ²⁾ (head/ha/yr) | Mean (K _{CP} + K _{TDN}) |
|-------------|--|---|--|
| HCM | 6.19 ^{bc} | 6.82 ^{cd} | 6.51 |
| CM | 6.94 ^{ab} | 7.57 ^{bc} | 7.26 |
| FSM | 4.83 ^c | 5.23 ^d | 5.03 |
| SBC | 7.23 ^{ab} | 8.30 ^{bc} | 7.77 |
| FPM | 8.15 ^a | 10.74 ^a | 9.45 |
| PBC | 6.73 ^{ab} | 9.03 ^{ab} | 7.88 |
| LSD(p<0.05) | 1.87 | 2.12 | |

^{1), 2)} Korean cattle (Female) 350kg, ADG 0.4kg, Requirement of TDN (4.12kg) and CP (540g) per day, supplied to 70% by forage crops

CP : crude protein, and TDN : total digestible nutrients

HCM : heaped cow manure, CM : raw cow manure, FSM : fermented swine manure with bark, SBC : swine by-product compost (swine manure with sawdust), FPM : fermented poultry (chicken) manure, and PBC : poultry (chicken) by-product compost (poultry manure with sawdust)

a-d Values with different superscripts in the same column significantly differ by LSD test. 5% level

Sorghum×Sudangrass hybrid의 K_{CP}는 FPM이 8.15두/ha/yr로 가장 높았으나, SBC, PBC, CM과 유의한 차이는 없었고, K_{TDN} 역시 FPM이 10.74두/ha/yr로 가장 높았으나, PBC와의 유의한 차이는 없었다. K_{CP}와 K_{TDN}값의 평균으로 본 가축사육능력은 FPM이 9.45두/ha/yr로 가장 높았다.

우리나라처럼 경지에서 조사료 생산을 목적으로 하는 작부체계 형태에서는 방목 위주의 조방적인 축산경영에 알맞은 평가기준인 총에너지(K)를 기준으로 한 가축사육능력(Loomis and connor, 1998)보다는 단위면적당 양분수량에 의한 가축사육능력의 평가가 적절하다고 생각된다(조, 2006; 이, 2006; 이, 2009).

IV. 적 요

본 실험은 다양한 유기질 퇴비의 시용이 Sorghum×Sudangrass hybrid의 생산성, 사료가치 및 가축사육능력에 미치는 영향을 검토하였고, 그 결과를 요약하면 다음과 같다. Sorghum×Sudangrass hybrid의 건물수량은 FPM이 19.60ton/ha로 가장 많았으나, PBC와의 유의한 차이는 없었다. 상대사료가치는 1회 예취에서 PBC가 80.66으로 유의하게 높았으나, 2회 예취에서는 FCM을 제외한 모든 시험구에서 유의차를 보이지 않았다. 가축사육능력은 K_{CP} 와 K_{TDN} 의 평균값으로 비교해 보았을 때, FPM이 9.45두/ha/yr로서 가장 높은 값을 보였다. 따라서 Sorghum×Sudangrass hybrid의 유기 재배 시 FPM이 생산성, 사료가치 및 가축사육능력에 있어서 다른 유기질 퇴비에 비해 좋으며, 유기질 퇴비의 연용 시에는 다른 가축분과의 혼용을 통하여 계분의 부족한 유기물을 충족시켜 준다면 작물 및 토양에 있어서 더욱 좋을 것으로 판단된다. 또한 적절한 혼합 비율에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

[논문접수일 : 2011. 11. 7. 논문수정일 : 2012. 2. 29. 최종논문접수일 : 2012. 3. 22.]

참 고 문 헌

1. 농림수산식품부. 2010. 농림수산식품 주요통계.
2. 농업과학기술원. 2000. 토양 및 식물체 분석법.
3. 박준혁·박상수·노진환·윤기용·이주삼. 2011. 중부지역에서 유기조사료 생산을 위한 작부체계 확립. 한국유기농업학회지 19(3): 373-384.
4. 윤세형·김종근·정의수·성시홍. 2007. 중부지역에서 유기조사료 생산에 적합한 작부체계에 관한 연구. 한초지 27(4): 275-280.
5. 이주삼. 2006. 자원 순환형 농업을 위한 유기경종(자원순환형 유기농업 표준 모델 개발). 농림부.
6. 이주삼. 2009. 조사료 생산 및 이용확대를 위한 연구. 한국축산경영연구원.
7. 임영철·윤세형·김원호·김종근·신재순·정민웅·서성·육완방. 2006. 논에서 수수×수단그라스 교잡종 재배시 가축분뇨 이용이 생육특성, 수량, 사료가치 및 NO_3-N 의 용탈에 미치는 영향. 한초지 26(4): 233-238.
8. 조익환. 2003. 지역별 순환농업에서 가축분뇨의 시용이 Tall fescue의 잠재생산성에 미치는 영향. 한국유기농업학회지 1문(1): 69-83.
9. 조익환. 2006. 유희 논토양에서 가축분뇨의 시용이 Tall fescue의 잠재생산성에 미치는

- 영향. 한국유기농업학회지 14(1): 69-83.
10. 축산과학원. 2007. 한국가축사양표준(한우).
 11. Anon. 1973. Roundup(R) herbicides formulation of isopropylamine salt of glyphosate (N-phosphonomethglycine). Postmergence herbicide. Monsanto Agric. Div., St, Louis. Missouri. Tech. Bull. Mon 0573-2-73.
 12. A.O.A.C 1990. Official Methods of analysis(15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C.
 13. Briggie, L. W. 1959. Growing Rye. U.S.D.A. Farmers' Bull. No. 2146.
 14. Dilz, K., K. J. Postmus, and W. H. Prins. 1990. Residual effect of long term applications of farmyard manure to silage maize. Fertilizer Research 26: 249-252.
 15. Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. USDA Agric. handbook No. 379, Washington, D.C.
 16. Holland. C., Kezar. W., W. P., Lazowski. E. J., Mahanna, W. C., and R. Reinhart. 1990. Pioneer Forage Manual : A Nutritional Guide, Pioneer Hi-Bred International, Inc. : pp. 1-55.
 17. Joop H. A. M. Steenvoorden. 1989. Dairy manure management. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Ithaca, New York 14853. NRAES-31.
 18. Linn, J. and N. Martin. 1989. Forage quality tests and interpretation. Univ. of Minnesota Ext. Serv. AG-FO-2637.
 19. Loomis R. S. and D. J. Connor 1998. Crop ecology. p. 28.
 20. Lund Z. F. and B. D. Doss. 1980. Residual effect of Dairy cattle manure on plant growth and soil properties. Agronomy Journal 72: 123-130.
 21. Martin, J. H., W. H. Leonard, and D. L. Stamp. 1976. Principle of field crop production. Collier MacMillan Pub. London. Third ed.
 22. SAS. 2002. Statistical Analysis System ver. 9.2. SAS Institute INC., Cary, NC. USA.
 23. Wolf, J. and Van Keulen, H. 1989. Modelling long-term crop response to fertilizer and soil nitrogen. II. Comparison with field result. Plant and soil 120: 23-38.