

## 중부지역에서 유기조사료 생산을 위한 작부체계 확립\*

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

### Establishment of Cropping System for Organic Forage Production in Middle Region of Korea

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

This experiment was conducted to investigate the selection of regional double cropping system for production of organic forage in middle part of Korea and investigated their productivity, feed values and stock carrying capacity. The test results proved the Sorghum×Sudangrass hybrid was  $10.9 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ , the one of Rye + Red clover and Rye + Hairy vetch were the highest one as  $3.3 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$  and the relative yield about a Rye is higher in the dry matter yield in the field soil. And as for the relative forage values (RFV), Corn is the most excellent ones as 96.6 but there were no the significant difference between the Sorghum×Sudangrass hybrid of 84.4 and it. The total digestible nutrient (TDN) content in Rye + Hairy vetch is higher than others as 59.7%. As for the relative feed value, Rye + Red clover is the highest one as 83.8 but there was no significant differences between them. As for the ability to raise livestock in the field soil, the average values of  $K_{CP}$  and  $K_{TDN}$  are shown as 4.27 head/ha/yr in Sorghum×Sudangrass hybrid. As for the same crops, the average values of  $K_{CP}$  and  $K_{TDN}$  showed the highest ones as 1.74 head/ha/yr, in Rye + Red clover but there were no the significant differences. As for the dry matter yield of the rice field soil, organic rice straw was  $3.3 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$  and Rye + Red clover significantly showed the highest values as  $4.1 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ . In the rice filed soil, the crude protein content of organic rice straw was 3.1% and the TDN content of organic rice straw was 55%. The TDN content in Rye + Red clover was higher than others as 59.7%. As for the relative forage

---

\* 본 논문은 2008년, 2009년 농촌진흥청 현안기술연구사업(과제번호: PJ006928) 지원에 의해 수행된 과제임.

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

\*\*\* 연세대학교 석사

\*\*\*\* 연세대학교 생명과학기술학부

values, Rye + Red clover showed the highest one as 83.8 but there were no significant differences between them. As for the ability to raise livestock in the rice field, the average values of  $K_{CP}$  and  $K_{TDN}$  in the organic rice straw was 1.04 head/ha/yr and the average values of  $K_{CP}$  and  $K_{TDN}$  in Rye + Red clover is the highest one as 1.84 head/ha/yr, but there were no significant differences in all of them.

Key words : *organic forage, cattle manure, cropping system,  $K_{CP}$ ,  $K_{TDN}$*

## I. 서 론

최근 우리나라의 육류 소비량 증가로 인해 육류와 조사료 수입량이 증가하고 있다. 특히 초식가축의 조사료 자급에 대한 인식이 부족한 우리로서는 매년 막대한 양의 외국산 조사료를 수입하고 있어 조사료로써 벗짚 의존도가 높은 실정이다(농림부, 2008년). 정부에서는 조사료 자급률을 높이기 위하여 남부지방을 중심으로 조사료 생산을 위한 재배면적을 확대시키고 있지만 주로 평야지가 많은 남부지방의 조사료에 의존하고 있어 기타 지역으로의 조사료 공급을 위한 물류비 상승에 의한 축산농가의 사료비 부담은 심각한 수준이다. 따라서 지역에 적합한 작물을 중심으로 한 작부체계 확립은 조사료 자급률을 높이고 가축에게 조사료의 안정적 공급을 위한 환경을 만들 수 있다고 판단된다. 특히 구제역과 같은 전염병이 확산 될 경우 조사료의 이동이 불가능하여 지역에 따라서는 심각한 조사료 부족을 야기시킬 위험성이 상존하기 때문이다. 여름철 우리나라 밭에서 많이 재배되고 있는 하계사료작물로는 사료용 옥수수 재배를 하고 있으며 옥수수 재배에 어려움이 있는 농가에서는 고온과 척박한 토양에서도 생육이 가능한 수수 속 작물들의 재배가 가능하다(Heizel, 1974; James와 Obura, 1983; 이와 이, 1989; 박 등, 1988). 우리나라에서는 하계작물 재배 후 월동사료 작물로서 청보리, 이탈리아 라이그라스, 호밀 등을 논과 밭에서 권장하고 있지만 중부 지역에서는 남부지방에 비하여 평균기온이 낮기 때문에 월동성이 높고 토양 적응성이 뛰어난 호밀이 적합하다고 판단된다. 호밀은 답리작이 가능한 추파 사료작물 중 단위면적당 수량이 가장 높고(Briggle, 1959; Hay 등, 1993), 불량한 토양 및 기후조건에 대한 적응성이 비교적 강해서(Martin, 1976) 가장 안정적인 생산이 가능한 사료작물로 알려져 있다. 호밀은 예취시기에 따라 사료가치의 감소 폭이 크기 때문에 기호성이 떨어지는 단점이 있지만 기호성을 보완하기 위해 두과작물과의 혼파를 권장하고 있다. 두과작물과 화본과작물의 혼파는 화본과 단파에 비해 건물수량 뿐만 아니라 단백질 수량도 높았는데 이는 두과로부터 유래된 질소를 이용하였기 때문이며(Ta와 Faris, 1987) 증수되는 양은 13~32% 정도이고(Russelle과 Hargrove, 1989), 도복을 방지하며 단작에 비해 정착율을 향상시킬 수 있다는 이점이 있다(Chapman과 Carter, 1976). 현재 농가에서는 조사료 생산과정에서 수량증대를

목적으로 한 화학비료 의존적 생산체계를 유지하고 있어 토양이 산성화 되고, 호 질소성 잡초의 증가 및 식물체에서의 질산 태 질소의 집적과 토양에서의 용탈등 비경제적인 시비 관리가 이루어져 온 것이 현실이다(Jo, 1989). 따라서 관행농법에서 벗어나 유기자원을 이용한 적절한 시비설계로 안전성이 높은 사초를 생산할 수 있는 유기재배가 필요하다고 판단된다. 따라서 본 연구에서는 중부지역의 논과 밭에서 알맞은 유기조사료 생산을 위한 작부체계 확립과 사료가치, 가축사육능력의 평가 및 혼작효과를 평가하여 지속가능한 유기조사료 생산의 기반을 조성하는데 필요한 기초자료를 얻고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

본 실험의 공시초종은 하계 사료작물로 옥수수(P-3394), 수수교잡종(SS-405), 수수×수단그라스교잡종(877F), 벼(추청)를 공시하였고, 월동사료작물로 호밀(Matton), 윈터 피(Ruby), 레드클로버(Single cut), 헤어리베치(Ostsaat)를 공시하였다. 시험 포장 토양의 이화학적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical properties of soil before the experiment

	pH (1:5)	OM (%)	EC (ds · m <sup>-1</sup> )	TN (%)	C/N ratio	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg · kg <sup>-1</sup> )	CEC (cmol(+) · kg <sup>-1</sup> )	Ex. cation(cmol(+)/kg)		
								Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>
Upland field	5.87	5.0	0.010	0.21	13.81	46.87	7.54	1.67	0.15	0.34
Paddy field	5.23	7.0	0.011	0.22	10.15	289.2	10.62	3.62	0.16	0.23

pH; potential of hydrogen, OM; organic matter, EC; electrolytic conductivity, TN; total nitrogen, C/N; carbon-nitrogen ratio, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; available phosphorus, CEC; cation exchange capacity and Ex. cations; exchangeable cations

하계사료작물은 2008년 5월 1일 파종하였고 벼는 5월 30일 식재하였다. 월동 사료작물은 밭에서 2008년 9월 28일, 논에서 10월 17일 파종하였다. 시험 구 배치는 난괴법으로 3반복 실시하였다. 파종량은 하계작물인 옥수수는 70cm×15cm의 재식밀도로 파종하였고 수수교잡종과 수수×수단그라스교잡종은 50kg · ha<sup>-1</sup>로서 산파하였다. 벼는 594cm<sup>2</sup>(33cm×18cm)의 재식밀도로 식재하였다. 월동작물은 호밀 단파와 호밀과 두과작물을 혼파하였는데, 호밀 단파 시에는 120kg · ha<sup>-1</sup>를 파종하였고 혼파 시에는 호밀 84kg · ha<sup>-1</sup>, 윈터 피, 레드클로버, 헤어리베치 모두 7.2kg · ha<sup>-1</sup>씩 산파하였다. 시험 구 면적은 하계작물 17.5m<sup>2</sup>(3.5m×5m)로 하였으며 동계작물 3m<sup>2</sup>(2m×1.5m)로 하였다. 시비는 황성소재 유기낙농농가(범산목장)의 발효

우분을 사용하였고, 발효우분의 이화학적 성분은 Table 2와 같다. 시비량은 질소를 기준으로 하계작물은  $150\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ 이며 동계작물은  $100\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ 를 전량 기비하여 연간 우분의 사용량은 질소성분량으로  $250\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ 으로 하였다.

Table 2. Chemical properties of cow manure

	pH (1:10)	OM (%)	EC ( $\text{ds}\cdot\text{m}^{-1}$ )	TN (%)	C/N ratio	Avail. $\text{P}_2\text{O}_5$ ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	CEC ( $\text{cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ )	Ex.cation( $\text{cmol}(+)/\text{kg}$ )		
								$\text{Ca}^{++}$	$\text{Mg}^{++}$	$\text{K}^+$
Summer	8.5	75.6	0.44	1.73	25.35	1290.35	34.78	10.15	3.3	37.6
Winter	9.5	81.3	0.32	2.31	20.43	960	46.46	7.5	2.8	4.6

EC: electrolytic conductivity, OM: organic matter, TN: total nitrogen C/N: carbon/nitrogen ratio,  $\text{P}_2\text{O}_5$ : available phosphorus, CEC: cation exchange capacity and Ex.cation: exchangeable cations, cow manure input yield: 14.5ton

예취시기는 옥수수가 황숙기에, 수수교잡종과과 수수×수단그라교잡종은 1번초가 초장이 100cm 이상 되었을 때 예취하였으며, 수수×수단그라교잡종은 9월 초순에 2회 예취하였다. 동계작물의 수확은 호밀의 출수기에 맞추어 예취하여 70°C 순환식 송풍건조기에서 72시간 건조 후 무게를 측정하여 건물수량을 구하였다. 건조된 시료는 전기믹서로 분쇄 후 2mm 표준체를 통과시켜 식물체 분석을 실시하였다. 조단백질 함량(CP)은 A.O.A.C (1990)에 의거하여 분석하였고 TDN은 공식  $88.9-[ADF(\%)\times 0.79]$ 에 의하여 구하였다(Anon, 1973). Neutral detergent fiber(NDF)와 acid detergent fiber(ADF)는 Goering과 Van soest(1970) 방법으로 분석하였다. 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(축산과학원, 2007)에 의거 한우 암소 육성우 450kg, 일일 증체 0.4kg 목표로 하는 CP요구량(609g/일), TDN요구량(4.97kg/일) 중 조사료로 70% 급여 시 필요로 하는 CP수량, TDN수량을 구하여 계산하였다(이, 2006). 통계처리는 SAS 9.1을 이용하여 유의성 검정을 실시하였으며, 처리구 평균간 비교는 5% 수준의 최소유의차 검정(LSD)으로 하였다. 실험 기간 중 기상조건은 Table 3과 같다. 평균온도는 예년보다 1.5°C 높았고 강수량과 일사량은 예년보다 각각 348mm, 1.01MJ/m<sup>2</sup>로 적었다.

Table 3. Meteorological data at Won-ju area(2008~2009)

Month	Temperature (°C)			Precipitation (mm)			Radiation (MJ/m <sup>2</sup> )	
	Normal <sup>1)</sup>	2008~2009		Normal	2008~2009		Normal	2008~2009
April	11.7	13.1		73.48	42.9		17.57	16.57
May	17.14	17.5		94.08	78.1		19.19	18.13
June	21.68	21.1		149.69	100		18.1	17.37
July	24.45	26		366.14	383.5		14.71	10.90
August	24.65	24.6		288.36	160.5		15.60	15.86
September	19.33	21		154.69	86.6		14.89	13.84
October	12.63	17.5		48.87	0.1		12.85	10.92
November	4.92	6		41.22	15		8.62	8.53
December	-1.65	0.2		25.03	29.3		7.42	7.45
January	-4.2	-3.7		21.58	9.3		8.56	8.87
February	-14.1	2.5		24.37	27.8		11.48	8.53
March	4.64	6.2		50.81	57.5		14.10	14.04
Mean	11.16	12.66	Sum	1,338.64	990.6	Mean	13.59	12.58

<sup>1)</sup> Normal: mean data for 30 years (Korea meteorological administration)

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 밭 토양과 논토양에서 사료작물의 생산성

밭 토양 사료작물과 논토양 사료작물의 생산성은 Table 4, Table 5이다.

밭 토양 하계작물의 초장은 수수교잡종이 194.3cm로 가장 높았고 수수×수단그라교잡종이 116.6cm로 유의하게 작았다(p<0.05). 생초수량은 수수×수단그라교잡종이 55.6 ton·ha<sup>-1</sup>로 유의하게 많았으며 옥수수가 30.2 ton·ha<sup>-1</sup>로 가장 적었다(p<0.05). 건물수량은 수수×수단그라교잡종이 10.9 ton·ha<sup>-1</sup>으로 가장 많았고 초종간 유의한 차이는 없었다(p<0.05). 수수×수단그라교잡종은 옥수수보다 잡초에 의한 피해가 적었고 2회 예취할 수 있어 다른 초종에 비하여 수량이 많은 것으로 판단된다. 또한 윤 등(2007)은 유기재배 옥수수는 잡초로 인하여 수량이 저하 되지만 수수×수단그라교잡종은 잡초에 의한 피해가 적어 유기재배에 적합하다고 하였다.

Table 4. Agronomical characteristics of summer and winter crops in upland field

Treatment		PL (cm)	FW (t·ha <sup>-1</sup> )	DW (t·ha <sup>-1</sup> )	RY
Summer crops	Corn	194.0 <sup>a</sup>	30.2 <sup>b</sup>	9.1	-
	Sorghum hybrid	194.3 <sup>a</sup>	37.4 <sup>b</sup>	9.1	-
	Sorghum × Sudangrass hybrid <sup>1)</sup>	116.6 <sup>b</sup>	55.6 <sup>a</sup>	10.9	-
LSD (p<0.05)		7.15	17.0 <sup>5</sup>	NS	-
Winter crops	Rye	79.3	13.2	2.9	1
	Rye+Winer pea	79.7	13.7	3.2	1.10
	Rye+Red clover	85.7	14.8	3.3	1.14
	Rye+Hairy vetch	83.3	16.1	3.3	1.14
LSD (p<0.05)		NS	NS	NS	

PL: Plant length, FW: Fresh weight, DW: Dry weight, RY: Relative yield, vetch, <sup>ab</sup>Values with different superscript in the same column significantly differ by LSD test. 5% level, RY: Relative yield, NS: Not significant difference, <sup>1)</sup> 2 times cut

Table 5. Agronomical characteristics of summer and winter crops in paddy field

Treatment		PL (cm)	FW (t·ha <sup>-1</sup> )	DW (t·ha <sup>-1</sup> )	HI	RY
Summer crops	Organic rice straw	73.9	6.5	3.3	0.47	-
Winter crops	Rye	97.7	15.6 <sup>ab</sup>	3.9 <sup>ab</sup>	-	1
	Rye+Winer pea	98.3	15.9 <sup>ab</sup>	4.0 <sup>ab</sup>	-	1.03
	Rye+Red clover	98.7	18.1 <sup>a</sup>	4.1 <sup>a</sup>	-	1.05
	Rye+Hairy vetch	94.0	14.9 <sup>b</sup>	3.5 <sup>b</sup>	-	0.90
LSD(0.05)		NS	2.65	0.59		

PL: Plant length, FW: Fresh weight, DM: Dry weight, RY: Relative yield, HI: Harvest index, <sup>ab</sup>Values with different superscript in the same column significantly differ by LSD test. 5% level, NS: not significant difference

동계작물의 생초수량은 호밀+헤어리베치가 16.1 ton·ha<sup>-1</sup>로 가장 높았고 호밀 단파구가 13.2 ton·ha<sup>-1</sup>로 가장 적었으나 유의한 차이는 없었다(p<0.05). 건물수량은 호밀+레드클로버와 호밀+헤어리베치가 3.3 ton·ha<sup>-1</sup>로 가장 많았으며 호밀 단파 구에서 2.9 ton·ha<sup>-1</sup>로 가장 적었고 유의한 차이는 없었다(p<0.05). 상대수량으로 알아본 호밀과 두과목초와의 혼파효과

는 호밀단파에 비해 모든 실험 구에서 >1.0의 값을 나타내어 혼파효과가 인정되었다. 이 (2006)는 밭 토양에서 호밀 단작보다 호밀-헤어리베치 작부조합이 상대수량 1.80을 나타내어 혼파효과가 인정되었다고 하였다. 논토양에서 하계사료작물인 유기벼짚의 건물 수량은 3.3 ton·ha<sup>-1</sup>이었다. 논토양에서 동계작물은 호밀+헤어리베치 혼파 구를 제외한 모든 혼파 구에서 단파에 대한 상대수량이 높아서 혼파 효과가 인정되었고, 특히 호밀+레드클로버 혼파 구에서 4.1 ton·ha<sup>-1</sup>로 유의하게 건물수량이 많았다(p<0.05). 밭 토양과 논토양 작물의 질소 흡수능력이 50% 이하이지만, 일반적으로 밭작물의 시비 질소비료의 회수율을 약 50% 내외로 추정하였을 때 3년간의 우분 사용은 질소의 회수율을 약 64%로 증가시켰다는 보고는 지속적인 우분의 사용은 작물의 생산성을 향상 시킬 수 있다고 시사하고 있다(서 등, 2005). Lund와 Doss(1980), Wolf와 van Keulen(1989) 및 Dilz 등(1980)은 유기재배에 의한 조사료 생산에서 지속적인 우분의 사용은 토양으로의 유기물 축적효과 뿐만 아니라, 분해되기 어려운 유기태 질소의 지속적 무기화에 의한 토양의 양분공급능력의 확대를 초래하므로 우분연용에 따른 사료작물의 생산성의 향상 될 것이라고 보고하였다.

## 2. 사료작물의 사료가치 평가

밭 토양과 논토양에서 사료작물의 사료가치는 Table 6과 7과 같다.

Table 6. Feed values and nutrient yields of summer and winter crops in upland field

Treatment		CP (%)	CP yield t·ha <sup>-1</sup>	TDN (%)	TDN yield t·ha <sup>-1</sup>	NDF (%)	ADF (%)	DMD (%)	DMI (%)	RFV	GE (MJ·kg <sup>-1</sup> )
Summer crops	Corn	6.2	0.56 <sup>a</sup>	69.8 <sup>a</sup>	6.30 <sup>a</sup>	67.7	24.2 <sup>b</sup>	70.0 <sup>a</sup>	1.78	96.6 <sup>a</sup>	16.06
	Sorghum hybrid	4.4	0.41 <sup>b</sup>	50.1 <sup>b</sup>	4.57 <sup>b</sup>	76.2	49.1 <sup>a</sup>	50.6 <sup>b</sup>	1.58	61.9 <sup>b</sup>	16.06
	Sorghum×Sudangrass hybrid <sup>1)</sup>	6.2	0.60 <sup>a</sup>	53.9 <sup>b</sup>	5.99 <sup>ab</sup>	63.4	43.1 <sup>a</sup>	55.3 <sup>b</sup>	1.97	84.4 <sup>a</sup>	15.78
LSD (0.05)		NS	0.15	4.91	1.68	NS	7.77	6.10	NS	14.64	
Winter crops	Rye	8.2	0.24	58.3	1.71	65.9 <sup>b</sup>	38.7	58.7	1.82 <sup>a</sup>	82.9	16.7
	Rye+Winer pea	9.5	0.30	59.2	1.89	69.7 <sup>a</sup>	37.6	59.6	1.72 <sup>b</sup>	79.6	16.2
	Rye+Red clover	8.0	0.26	59.7	1.99	66.8 <sup>ab</sup>	37.0	60.1	1.80 <sup>ab</sup>	83.8	16.6
	Rye+Hairy vetch	8.4	0.28	56.0	1.87	66.4 <sup>b</sup>	41.7	56.5	1.81 <sup>a</sup>	79.1	16.4
LSD (0.05)		NS	NS	NS	NS	3.17	NS	NS	0.08	NS	

CP: crude protein, TDN: total digestible nutrients, NDF: neutral detergent fiber, ADF: acid detergent fiber, RFV: relative feed value and GE: gross energy, <sup>a,b</sup> Values with different superscript in the same column significantly differ by LSD test. 5% level, NS: Not significant difference, <sup>1)</sup> 2 times cut

밭 토양 하계작물의 수수×수단그라교잡종은 조단백질 함량이 6.2%이며 조단백질 수량 0.60ton/ha로서 옥수수과 수수교잡종에 비하여 높은 값을 나타내었다. 다른 초종에 비하여 옥수수는 TDN 함량 69.8% 및 TDN 수량 6.30 ton·ha<sup>-1</sup> 그리고 상대사료가치(RFV) 96.6로 옥수수가 가장 높은 값을 나타내었다. 동계작물의 조단백질 함량은 호밀+윈터 피가 0.30 ton·ha<sup>-1</sup>으로 가장 많았지만 처리 간에 유의한 차이는 발생하지 않았다(p<0.05). 호밀 단파구에 비해 모든 혼파 구에서 조단백질 수량이 높아 단파에 비해 조단백질 함량이 높은 건물생산량을 얻을 수 있고 혼파효과가 인정되었다(Osman and Osman, 1982). 호밀+레드클로버에서 TDN 함량 59.7% 및 TDN 수량 1.99 ton·ha<sup>-1</sup>로 가장 높았으나 처리 간에 유의한 차이가 없었고 상대사료가치 또한 83.8로서 가장 높은 값을 나타내었다(p<0.05).

Table 7. Feed values and nutrient yields of summer and winter crops in paddy field

Treatment		CP (%)	CP yield t·ha <sup>-1</sup>	TDN (%)	TDN yield t·ha <sup>-1</sup>	NDF (%)	ADF (%)	DMD (%)	DMI (%)	RFV	GE (MJ·kg <sup>-1</sup> )
Summer crop	Organic rice straw	3.1	0.1	55	1.82	74.8	48.9	30.6	2.47	54.6	14.9
Winter crops	Rye	6.7	0.25	54.2 <sup>c</sup>	2.09	66.7	43.9 <sup>a</sup>	54.7 <sup>c</sup>	1.80	76.4	15.81
	Rye+Winer pea	6.7	0.27	56.8 <sup>b</sup>	2.27	66.9	40.6 <sup>b</sup>	57.3 <sup>b</sup>	1.79	79.7	15.77
	Rye+Red clover	6.7	0.28	58.8 <sup>ab</sup>	2.43	68.2	38.1 <sup>bc</sup>	59.3 <sup>a</sup>	1.76	80.8	15.86
	Rye+Hairy vetch	6.9	0.24	59.1 <sup>a</sup>	2.05	68.1	37.7 <sup>c</sup>	59.5 <sup>a</sup>	1.76	81.4	16.33
LSD (0.05)		NS	NS	1.99	NS	NS	2.52	1.93	NS	NS	

CP: crude protein, TDN: total digestible nutrients, NDF: neutral detergent fiber, ADF: acid detergent fiber, RFV: relative feed value and GE: gross energy, <sup>abc</sup> Values with different superscript in the same column significantly differ by LSD test. 5% level, NS: not significant difference

논토양 작물의 전작으로 벧짚은 세포벽 구성물질인 섬유질과 리그닌 성분이 높아 다른 사료작물에 비해 기호성 및 소화율이 떨어지기 때문에 조단백질 함량 및 수량이 낮고 TDN 수량 또한 낮게 나타났다고 판단된다. 하지만 암모니아 처리 등의 첨가제로 인한 벧짚의 사료가치를 증대시켜 가축에 급여 시 소화율을 높일 수 있는 방법의 연구가 필요하다고 판단된다(배 등, 1985). 동계작물은 호밀+레드클로버 혼파 구에서 조단백질 수량 및 TDN 수량이 유의한 차이는 없었지만 가장 높았다. 호밀은 동계작물 중 단위 면적당 건물수량을 많이 얻을 수 있지만 수확시기에 따라 사료가치의 변화가 심하다는 것이 단점 있다. 본 시험 중 출수기에 잦은 강우로 인한 수확시기의 지연으로 세포벽 구성물질의 증가와 함께 알곡 탈락율이 높아져 사료가치가 낮았다고 판단된다(김 등, 1992). 양질의 조사료 생산을 위한 이모작 재배 시 가을 철 호밀 파종 시기를 앞당기고 옥수수 등 하계작물 파종시기가 지



연되지 않도록 출수초기에 수확하는 것이 높은 수량과 품질 좋은 호밀을 얻어낼 수 있다고 사료된다(권 등, 1994).

### 3. 사료작물의 가축사육능력

밭 토양과 논토양에서 사료작물의 가축사육능력은 Table 8과 Table 9와 같다.

Table 8. The values of stock carrying capacity of organic roughages in upland field

Treatment		K <sup>1)</sup> (head/ha/yr)	K <sub>CP</sub> <sup>2)</sup> (head/ha/yr)	K <sub>TDN</sub> <sup>3)</sup> (head/ha/yr)	Mean (K <sub>CP</sub> +K <sub>TDN</sub> )
Summer crops	Corn	0.74 <sup>a</sup>	3.59 <sup>ab</sup>	4.96 <sup>a</sup>	4.28
	Sorghum hybrid	0.53 <sup>b</sup>	2.62 <sup>b</sup>	3.60 <sup>b</sup>	3.11
	Sorghum×Sudangrass hybrid	0.80 <sup>a</sup>	3.84 <sup>a</sup>	4.71 <sup>ab</sup>	4.27
LSD (0.05)		0.36	0.98	1.32	
Winter crops	Rye	0.02	1.55	1.35	1.45
	Rye+Winer pea	0.02	1.96	1.49	1.73
	Rye+Red clover	0.02	1.90	1.58	1.74
	Rye+Hairy vetch	0.02	1.80	1.47	1.64
LSD (0.05)		NS	NS	NS	

<sup>ab</sup> Values with different superscript in the same column significantly differ by LSD test. 5% level, NS: not significant difference

$$1) K(\text{head/ha/yr}) = \frac{Kc \cdot Kd \cdot GE \cdot P}{DE \text{ or } DEy} \quad (\text{Loomis and connor, 1998})$$

<sup>2)3)</sup> Korean cattle 450kg, daily gain 0.4kg CP, TDN demand yield roughage feed intake 70%, CP 609g/day, TDN 4.97kg/day(National Insititue of Animal science, 2007)

밭 토양에서 하계작물의 가축사육능력은 수수×수단그라프잡종이 K값 0.65 head/ha/yr, K<sub>CP</sub>값 3.84 head/ha/yr로 가장 유의하게 높았고 K<sub>TDN</sub>값은 4.96 head/ha/yr로 옥수수가 가장 높았는데 이와 같은 결과는 TDN 함량과 TDN 수량이 높은 결과에 의해 높다고 판단된다. 동계작물의 가축사육능력은 모든 처리 구에서 K 값 0.02 head/ha/yr로 같았고 K<sub>CP</sub> 값은 호밀+윈터 피에서 1.96 head/ha/yr로 가장 높았는데, 이는 조단백질 수량과 함량이 높은 것에 의한 결과라 판단된다. K<sub>TDN</sub> 값은 1.58 head/ha/yr로서 호밀+레드클로버에서 가장 높았는데 K<sub>CP</sub>+K<sub>TDN</sub> 값의 평균으로 가축사육능력을 평가 하였을 때 호밀+레드클로버 혼파 구가 가장 높은 값을 나타내었다.

논토양에서 하계작물 볏짚의 가축사육능력은  $K$ 값 0.05 head/ha/yr,  $K_{CP}$  값 0.64 head/ha/yr,  $K_{TDN}$  값 1.43 head/ha/yr이었다. 동계작물의 가축사육능력은  $K_{CP}$  값에서 호밀 단파 구보다 호밀과 두과작물 혼파 처리 구에서 높은 결과를 나타내어 두과작물과의 혼파효과가 인정되었다고 판단된다. 호밀+레드클로버 혼파 구에서 가장 높은 가축사육능력을 나타낸 것은 건물수량 및 사료가치가 다른 처리 구에 비해 높았기 때문으로 판단된다. 조(2003)와 이(2006)는 가축사육능력을 평가 할 때는  $K$ 값과 같이 방목위주의 축산경영에 알맞은 기준보다는 조사료 생산을 목적으로 하는 작부체계에서는 가축에 대한 양분 요구도에 의한 가축사육능력 평가가 필요하다고 하였다.

Table 9. Stock-carrying capacity of organic roughage in paddy field

Treatment		$K^{1)}$ (head/ha/yr)	$K_{CP}^{2)}$ (head/ha/yr)	$K_{TDN}^{3)}$ (head/ha/yr)	Mean ( $K_{CP}+K_{TDN}$ )
Summer crop	Organic rice straw	0.05	0.64	1.43	1.04
Winter crops	Rye	0.02	1.62	1.64	1.63
	Rye+Winer pea	0.02	1.72	1.79	1.76
	Rye+Red clover	0.02	1.77	1.91	1.84
	Rye+Hairy vetch	0.02	1.72	1.66	1.69
LSD(0.05)		NS	NS	NS	

NS: not significant difference

#### IV. 적 요

본 실험은 중부지역 작부체계 확립을 위한 유기조사료 생산하여 중부 지방에 적합한 초종을 선별하고 생산성 및 사료가치를 조사하여 가축사육능력을 추정하고자 수행되었고 그 결과를 요약하면 다음과 같다. 실험 결과 밭 토양에서는 밭 토양에서의 건물수량은 수수×수단그라스 교잡종이  $10.9 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ 이었고 호밀+레드클로버와 호밀+헤어리베치에서  $3.3 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ 로 가장 높았으며 호밀 단파구에 대한 상대수량이 높아 혼파효과가 입증되었다. 수수×수단그라스 교잡종이 조단백질(CP) 함량은 6.2%, 상대사료가치(RFV)는 옥수수가 가장 뛰어난 96.6이지만 수수×수단그라스 교잡종의 84.4와는 유의한 차이는 없었다. 호밀+레드클로버에서 TDN(total digestible nutrient) 함량 59.7%로 다른 처리 구보다 높았다. 상대사료가치는 호밀+레드클로버가 83.8로 가장 높았지만 처리 간 유의한 차이는 발생하지 않았다. 밭 토양에서 가축사육능력은  $K_{CP}$  값과  $K_{TDN}$  값의 평균이 수수×수단그라스교잡종이 4.27 head/

ha/yr로 나타났다. 동계작물에서는  $K_{CP}$  값과  $K_{TDN}$  값의 평균이 호밀+레드클로버가 1.74 head/ha/yr로 가장 높았으나 유의한 차이는 없었다. 논토양에서 건물수량은 유기벼짚이  $3.3 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ 이었고 호밀+레드클로버가  $4.1 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ 로 유의하게 가장 높았다. 논토양에서 유기벼짚의 조단백질함량은 3.1%였고, 유기벼짚의 TDN 함량은 55%이었다. 호밀+레드클로버에서 TDN 함량은 59.7%로 다른 처리 구보다 높았다. 상대사료가치는 호밀+레드클로버가 83.8로 가장 높았지만 처리 간 유의한 차이는 발생하지 않았다. 논토양에서 가축사육능력은 유기벼짚이  $K_{CP}$  값과  $K_{TDN}$  값의 평균 1.04 head/ha/yr. 호밀+레드클로버의  $K_{CP}$  값과  $K_{TDN}$  값의 평균이 1.84 head/ha/yr로 가장 높았으나 전 처리 구에서 유의한 차이는 없었다. 유기조사료 생산을 위한 중부지역의 최적 작부조합은 밭 토양에서 수수×수단그라스교잡종+(호밀+레드클로버)와 논토양에서는 유기벼짚+(호밀+레드클로버)을 최적의 작부체계라고 판단된다.

[논문접수일 : 2010. 12. 7. 논문수정일 : 2011. 2. 1. 최종논문접수일 : 2011. 8. 22]

## 참 고 문 헌

1. 김동암·권찬호·한건준. 1992. 청예용 호밀의 수확시기가 사초의 수량과 사료가치에 미치는 영향. 한국초지조사료학회지. 12(3): 173-177.
2. 권찬호·김동암. 1994. 조·만생 사초용 호밀의 파종 및 수확시기에 관한 연구 II. 파종 및 수확시기별 수량 및 사료가치. 한국초지조사료학회지. 14(4): 316-323.
3. 농림부. 2008. 농림업 주요 통계집.
4. 박호기·김영두·신만균·서석기·채재석·고재현·장영선. 1988. 남부지방에 적합한 사료작물과 수도 작부체계에 관한 연구. 농시논문집(축산편). 30(1): 33-46.
5. 배동호·정근기. 1985. 벼짚 암모니아 처리 시 암모니아원으로써 요소의 이용에 관한 연구. 영남대학교 농축산대학 핵심전문연구 최종보고서.
6. 서종호·김석동. 2005. 논미발전환 연차간 우분시용에 의한 질소공급 및 발사료작물의 생산력 변화. 한국작물학회지. 50(6): 387-393.
7. 이석순·이정모. 1989. 흑조위축병이 심한 남부지방에서 옥수수를 중심으로 한 사료작물 작부체계. 한작지. 34(1): 30-39.
8. 이주삼. 2006. 자원 순환형 농업을 위한 유기경종(자원순환형 유기농업 표준 모델 개발). 농림부.
9. 윤세형·김종근·정의수·성시흥. 2007. 중부지역에서 유기조사료 생산에 적합한 작부체계에 관한 연구. 한국초지학회지. 27(4): 275-280.
10. 조익환. 2003. 지역별 순환농업에서 가축분뇨의 시용이 Tall fescue의 잠재생산성에 미치는 영향. 한국초지학회지. 23(4): 311-318.

- 는 영향. 한국유기농업학회지. 1문(1): 69-83.
11. 축산과학원. 2007. 한국가축사양표준(한우).
  12. Anon. 1973. Rondup (R) herbicides formulation of isopropylamine salt of glyphosate (N-phosphonomethglycine). Postmergence herbicide. Monsanto Agric. Div., St, Louis. Missouri. Tech. Bull. Mon 0573-2-73.
  13. A.O.A.C. 1990. Official Methods of analysis (15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C.
  14. Briggles, L. W. 1959. GroWing Rye. U.S.D.A. Farmers' Bull. No. 2146.
  15. 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.
  16. Goering, H. K. and P. J. Van soest. 1970. Forage fiber analysis. USDA Agric. handbook No. 379. Washington, D.C.
  17. Hay, R. K. M. and M. K. Abbas al-ani. 1983. The physiology of forage Rye. J. Agric. Sci., Camb. 101: 63-70.
  18. Heizel, K. A. 1974. The agronomic significance of mixed cropping. I. Maize interplanted with cowpea. Ghana J. Agric. Sci. 7: 169-178.
  19. James, R. A. and R. K. Obura. 1983. Yield of Corn, cowpea and soybean under different intercropping systems. Agron. J. 75: 1005-1009.
  20. Jo, I. H. 1989. wirksamkeit der mineralischen Stickstoffduengung auf Ertrag und Pflanzbestand des Gruenlandes im osterreichischen Alpenraum. Diss. Univ. Bpdenkultur. Wien.
  21. Loomis, R. S. and D. J. Connor. 1998. Crop Ecology. p. 28.
  22. 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.
  23. Martin, J. H., W. H. Leonard, and D. L. Stamp. 1976. Principle of field crop production. Collier MacMillan Pub. London. Third ed.
  24. Osman, A. E. and A. M. Osman. 1982. Performance of mixture of cereal and legume forage under irrigation in the Sudan. T. Agric. Sci. Camb. 98: 72-71.
  25. Russelle, M. P. and W. L. Hargrove. 1989. Cropping system: Ecology and management. pp. 277-317. In R. F. Follett (ed) Nitrogen management and groundwater protection. Elsevier Science Publ. Co. New York.
  26. 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.
  27. Wolf, J. and H. Van Keulen. 1989. Modelling long-term crop response to fertilizer and soil nitrogen. II. Comparison with field result. Plant and soil 120: 23-38.