

경남지방에서 조사료 주년생산 작부체계에 관한 연구

강달순 · 김대호 · 신현열 · 손길만 · 노치웅 · 김정곤*

Studies on Cropping System for Year-Round Cultivation of Forage Crops in Gyeongnam Province

Dal-Soon Kang, Dae-Ho Kim, Hyun-Yul Shin, Gil-Man Son, Chi-Woong Rho and Jung-Gon Kim*

ABSTRACT

Present experiment was conducted at the field of Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services in Jinju city for two continuous cropping seasons to develop several adaptable and valuable year-round forage-producing system for elevating self-sufficiency and dollar-saving by reduced importing of crude forage. Twenty cropping systems were tested in experiment using whole crop barley (WCB), oat, rye, Italian ryegrass (IRG), and triticale in winter season and corn, sorghum, sorghum × sudangrass hybrid, and oat in summer time. Sorghum × sudangrass hybrid showed highest fresh forage yield among experimented summer season crops, and followed corn. Corn produced the most dry matter yield, and followed sorghum × sudangrass hybrid, sorghum and oat in order. There was no significant effect of former winter crops on fresh and dry matter production succeeding summer time crops. Among winter season forage crops tested, oat showed the highest fresh and dry matter when clipped on mid-May, and followed triticale, IRG, rye and WCB. Winter-time cultivated crops showed no clear effect on the growth and forage (fresh and dry matter) producing ability of following summer crops. There was the most protein content in oat plant among summer season planted crops, and in sorghum for acid detergent fiber (ADF) and in sorghum × sudangrass hybrid for neutral detergent fiber (NDF), respectively. While, corn showed highest value of relative feed value (RFV) and total digestive nutrients (TDN) among those crops. Among winter crops, the highest crude protein was in oat plant showing no significant differences of ADF and NDF, while, relatively higher value of RFV was recognized with rye and triticale. Also, triticale contained more TDN as compare to other forage crops. The cropping combinations such as corn followed by (fb) rye and maize fb triticale were regarded as promising systems having higher dry matter producing ability among tested combinations. Considering TDN producing potential, the combinations with sorghum × sudangrass hybrid fb triticale and/or rye were would be suitable ones, coincidentally. There was a tendency which elevating pH, electric conductivity (EC) and organic matter (OM) contents in soil after experiment comparing to before planting. More crude protein content in plant was shown at mid-May clipping as compared to the forage at April cut in all winter season grown crops. ADF and NDF contents were increased by delayed clipping showing decreased tendency of RFV and TDN in plant. In conclusion, many cropping systems would be available using above mentioned forage crops according to farmer's conditions and scale, etc.

(Key words : Forage, Cropping system, Year-round cultivation, Whole crop barley, Feed value)

경상남도농업기술원 (Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-360, Korea)

* 농업유전자원센터 (National Agrobiodiversity Center, RDA, Suwon 441-853, Korea)

Corresponding author : Dal-Soon Kang, Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-360, Korea, Tel: +82-55-771-6242, Fax: +82-55-771-6219, E-mail: dsk881004@korea.kr

I. 서 론

우리나라는 가축 사육두수에 비해 조사료 생산면적이 절대 부족하여 안정적인 조사료 생산 기반 구축이 시급한 실정이며, 조사료와 농후사료의 적정 급여를 위한 조사료 국내자급 생산시 30만ha의 사료작물 재배가 필요하다. 초지 및 사료작물 총 재배면적은 1990년도 271천ha에서 2005년도에 141천ha로 점차 감소하고 있으나, 총채보리 재배면적 6천ha를 포함한 사료작물의 재배면적은 증가하고 있다. 조사료와 농후사료(배합사료)의 적정 급여비율은 60:40이나, 현재 45:55 정도로 양질 축산물 생산에 장애가 되고 있으며, 부족한 조사료는 수입에 의존하고 있는 실정이다. 또한 수입 곡류 건물 1kg에 비하여 수입 조사료 1kg당 가격은 약 1.5배 비싸며 사료 가치로 환산할 경우, 수입 조사료는 수입 곡류에 비하여 2배 이상 높은 가격에 거래되고 있기 때문에, 조사료 자원으로서는 맥류재배는 수입대체 효과와 함께 국제 경쟁력이 있을 뿐만 아니라, 축산물의 국제 경쟁력을 높이는데 크게 기여할 수 있다. 겨울철 유휴 농지를 이용하여 맥류를 생산할 경우, 고품질 조사료의 국내 자급생산이 가능하다. 이를 위해서는 사료 맥류를 이용한 조사료 생산 기술 개발 및 지역별 작부체계 확립은 물론, 효율적인 조사료 생산과 유통체계 구축이 필요하다. 사료작물 작부체계에 대한 연구는 국내·외에서 많은 연구자(Heizel, 1974; 井上 등, 1989; James 및 Obura, 1983; 이석순 및 이정모, 1989; 尾形 등, 1986; 박 등, 1988; 吉田 등, 1986)들에 의해 보고되어 왔다. 우리나라에

서는 주로 여름철에 재배되고 있는 사료작물로는 옥수수, 수단그라스, 수수류 등이고, 가을 또는 겨울철에 재배되고 있는 작물은 호밀, 이탈리아 라이그라스, 귀리, 유채 등이며, 작부형태로는 옥수수와 호밀, 이탈리아 라이그라스, 유채, 귀리가 중요한 작부체계이다. 본 연구는 작부조합별 사료작물의 생산성 검토와 주년재배 생산체계를 확립코자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 2003년부터 2005년까지 경남농업기술원 발작물 시험포장(경도 128° 5', 위도 35° 11', 표고 25m)에서 실시하였다. 경남농업기술원 발작물 시험포장 토양의 화학적 특성은 Table 1과 같다. 토양 pH는 6.8(적정수준 6.5~7.0)인 약산성 토양이었고, EC는 0.39(적정범위 0.30~1.00), 유기물 함량은 23.8 g/kg(적정범위 20~30 g/kg), 칼슘 함량은 6.91 cmol/kg(적정범위 6.0~7.0 cmol/kg)으로 적정수준이었다. 그러나 토양 유효인산 함량은 570 mg/kg으로 적정범위인 150~250 mg/kg 보다 2배 이상 높았으며, 칼륨 함량은 0.99 cmol/kg으로 적정범위인 0.45~0.55 cmol/kg 보다 2배 정도 높았고, 마그네슘 함량도 3.05 cmol/kg으로 적정범위인 2.0~2.5 cmol/kg 보다 높았다.

시험작물(품종)로서 하계작물은 옥수수(광안옥), 귀리(다크호스), 수수(P 931), 그리고 수수×수단그라스 교잡종(Jumbo) 등 4종을 공시하였고, 동계작물은 청보리(선우), 귀리(삼한), 이탈리아 라이그라스(화산 101호), 트리티케일(신영)과 호밀(울호밀) 등 5종을 공시하였다.

Table 1. Chemical properties of experimented upland soil

Item	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex.Cat.(cmol/kg)		
					K	Ca	Mg
Measurement value	6.8	0.39	23.8	570	0.99	6.91	3.05
Optimal range	6.5~7.0	0.30~100	20~30	150~250	0.45~0.55	6.0~7.0	2.0~2.5

작부조합으로는 하계작물인 옥수수과 동계작물인 청보리, 귀리, 이탈리아 라이그라스, 트리티케일과 호밀의 5조합, 하계작물인 귀리와 동계작물인 청보리, 귀리, 이탈리아 라이그라스, 트리티케일과 호밀의 5조합, 하계작물인 수수와 동계작물인 청보리, 귀리, 이탈리아 라이그라스, 트리티케일과 호밀의 5조합, 하계작물인 수수×수단그라스 교잡종과 동계작물인 청보리, 귀리, 이탈리아 라이그라스, 트리티케일과 호밀의 5조합 등 하계 4작물×동계 5작물=20조합으로 설계하였다. 각 작물의 파종 및 수확시기는 하계작물은 6월 15일에 파종하여 8월 20일에 예취 수확하였고, 동계작물은 당해년도 10월 15일에 파종하여 이듬해 5월 15일에 수확하였다. 파종량은 하계작물은 옥수수 30, 귀리 160, 수수 40, 수수×수단그라스 교잡종 40, 동계작물은 청보리 150, 귀리 160, 이탈리아 라이그라스 40, 트리티케일 100 그리고 호밀 160 kg/ha를 각각 파종하였다. 시비량 N-P-K (kg/ha)는 옥수수, 수수, 이탈리아 라이그라스는 200-150-150, 그리고 귀리, 청보리, 호밀, 트리티케일은 150-100-100을 각각 사용하였다. 시비방법은 하계작물은 N, P, K를 전량 기비로 사용하였고, 동계작물은 P, K는 전량 기비로, 질소비료는 기비와 추비로 각각 나누어 3회에 걸쳐 분시하였다. 각 사료작물 종류별 생육특성 조사는 농사시험연구조사기준에 의거 초장(월동중 고엽은 제외)은 지면에서 최장엽 선단까지의 길이를 각각 20주씩 측정하였으며, 경수는 얼자의 전엽으로부터 엽신이 1cm 이상인 m²당 줄기수를 조사하였다. 예취시기는 하계작물인 옥수수의 경우 출사 후 약 20일 경과한 8월 20일이었으며, 귀리, 수수, 그리고 수수×수단그라스 교잡종 역시 동일한 날짜에 수확하였다. 동계작물인 청보리, 귀리, 이탈리아 라이그라스, 트리티케일과 호밀의 예취시기는 이듬해 5월 15일이었다. 청예수량은 3.3 m²를 예취하여 전자저울로 칭량한 후 ha당 수량으로 환산하였으며, 건물수량은 시료 일정량을 건조기에 넣

어 105℃에서 24시간 건조한 후 칭량하여 건물량을 ha당 수량으로 환산하였다. 조사료의 성분분석에서 단백질은 켈달분석에 의해 사료중의 질소량을 측정하여, 그 값에 질소계수 6.25를 곱하여 단백질의 양을 산출하였다. 사료가치의 품질은 식량과학원 벼맥류부 맥류사료작물과 사료맥류연구실에 의뢰하여 분석하였는데, 가소화 건물(DDM:digestible dry matter)의 산출 공식은 $88.0 - (0.779 \times \text{ADF})$, 건물 섭취량(DMI: Dry matter intake)은 $120/\text{NDF}$, 상대적 사료가치(RFV: relative feed value)는 $(\text{DDM} \times \text{DMI})/1.29$ 이다. 또한, 가소화 양분총량 TDN(total digestible nutrients)= $88.9 - (0.79 \times \text{ADF})$ 에 의해 산출하였다(농촌진흥청, 2008). 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였으며, SAS 통계 팩케이지를 이용하여 앞작물 재배에 따른 후작물 간 청예 및 건물수량 등에 대한 유의성을 검정하였다. 조사 및 분석은 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준(2003. 11)에 준하였으며, 기타 재배법 및 시험포장 관리는 경남농업기술원 표준 재배법에 준하여 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 조사료 주년생산을 위한 최적 작부모형 개발

작부체계 설정을 위한 작부조합과 작물의 선택은 해당지역의 기상조건, 토양 특성 및 생산물의 이용형태에 따라 연중 가용 노동력을 고려하여 최대 수량을 올리는데 목적을 두어야 한다. 우리나라에서 재배되고 있는 사료작물의 환경, 생태적 분류를 보면 첫째, 여름에 재배되는 옥수수, 수수 및 수단그라스는 28~33℃의 고온에서 잘 자라는 난지형 사료작물, 둘째, 상대적으로 저온인 8~23℃의 저온에서 잘 자라는 한지형 사료작물, 셋째, 이탈리아 라이그라스와 사료용 맥류는 중간형 사료작물로 분류할 수 있다. 최근까지 남부지역에서 행해지고 있

는 작부조합으로는 여름철에 옥수수 또는 수단그라스, 그리고 동계작물로 호밀, 이탈리아 라이그라스와 유채 등이 대표적인 형태라고 볼 수 있다. 청예용 사료작물로서의 기본적인 소질은 다량의 bio-mass를 생산할 수 있어야 하는데, 이를 위해서는 수량 구성요소인 초장이 길고 단위 면적당 경수 또는 개체수가 많아야 한다. Table 2는 동계작물 재배 후 하계작물인 옥수수, 귀리, 수수 및 수수×수단그라스 교잡종 등 4종의 생육 및 수량특성을 나타낸 것이다. 먼저 청예 및 건물 생산에 관여하는 요인인 초장을 살펴보면, 수수×수단그라스 교잡종이 299 cm의 성장량을 보였고, 옥수수가 259 cm, 수수가 205 cm, 귀리가 66 cm의 생육량을 보였으며, 또 다른 구성요인인 단위 면적당 경수는

귀리가 891개로 많은 반면 기타 옥수수, 수수와 수수×수단그라스 교잡종에서는 10~35개의 분포로 나타났다. 이러한 생육에 따른 하계작물의 청예수량은 수수×수단그라스 교잡종에서 84,420 kg/ha로 가장 높았으며, 귀리에서 14,590 kg/ha로 가장 낮았다. 건물수량은 옥수수가 14,130 kg/ha로 가장 높았고, 그 다음이 수수×수단그라스 교잡종, 수수, 귀리 순으로 나타나, 생초와 건초 등 사료 이용 측면을 고려한 하계작물 선정에 이용될 수 있을 것으로 사료되며, 귀리를 하계사료작물로 재배하기 위해서는 하파 적응성 품종을 적기 파종해야 생산성이 가능할 것으로 보였다.

Table 3은 앞작물로서 동계작물인 청보리, 귀리, 이탈리아 라이그라스, 트리티케일과 호밀을

Table 2. Comparison of growing characteristics and yield of each summer seasonal crops after cultivation of winter forage crops

Summer crop	Plant height (cm)	No. of plant (per m ²)	Yield (kg/ha)	
			Fresh	Dry matter
Corn	259 ^{b**}	10 ^b	80,090 ^b	14,130 ^a
Oat	66 ^d	891 ^a	14,590 ^d	3,240 ^d
Sorghum	205 ^c	35 ^b	48,160 ^c	7,080 ^c
Sorghum×SG*	299 ^a	33 ^b	84,420 ^a	10,570 ^b

* sudangrass.

** Duncan's Multiple Range Test (5%).

Table 3. Comparison of growing characteristics and yield of each summer seasonal crops after cultivation according to former winter forage crops

Former winter crop	Plant height (cm)	No. of plant (per m ²)	Yield (kg/ha)	
			Fresh	Dry matter
Barley	205 ^{a**}	222 ^a	53,450 ^a	8,390 ^a
Oat	207 ^a	287 ^a	54,310 ^a	8,440 ^a
IRG*	202 ^a	229 ^a	53,780 ^a	8,400 ^a
Triticale	212 ^a	229 ^a	60,140 ^a	9,700 ^a
Rye	206 ^a	245 ^a	62,420 ^a	8,840 ^a

* Italian ryegrass.

** Duncan's Multiple Range Test (5%).

재배한 후 옥수수, 귀리, 수수 및 수수×수단그라스 교잡종 등 4종의 하계작물 재배에 따른 앞작물의 영향을 검토하기 위하여 4개의 하계작물 평균치로서 생육특성을 비교하였다. 표에서 나타난 바와 같이 초장, 단위면적당 식물체수, 생체중, 건물중 모두 통계적 유의적인 차이를 볼 수 없어 앞작물로서 동계작물 종류가 하계작물의 생육에는 크게 영향을 미치지 않았던 것으로 보이며, 이러한 결과는 동·하계작물의 파종 및 수확시기 등을 다르게 할 때는 다른 양상을 나타낼 수 있을 것으로 보이며, 본 시험에서 동계작물들이 모두 벼과 작물이었던 것도 좀 더 검토해야 할 사항이라고 생각되었다.

Table 4는 동계작물인 보리, 귀리, 이탈리아 라이그라스, 트리티케일과 호밀의 생육특성과 수량을 조사한 결과이다. 수량성 확보에 있어서 가장 중요한 요인인 초장은 호밀과 트리티케일이 110~119 cm로 길었던 반면, 이탈리아 라이그라스, 보리와 귀리는 64~79cm로 짧은 것으로 조사되었다. 한편 단위면적당 경수에서는 이탈리아 라이그라스가 3,119개로 가장 많았으며, 귀리가 2,437개, 호밀이 1,699개, 트리티케일과 보리는 각각 1,133개와 1,208개 순이었다. 이러한 생육반응의 결과로 나타난 청예 수량은 비록 초장은 짧지만 단위면적당 경수가 많고, 후기 녹색성이 큰 귀리와 트리티케일이

각각 68,030, 62,810 kg/ha로 높았으며, 보리의 경우 34,210 kg/ha로 생초수량이 낮게 조사되었다. 한편 건물수량은 트리티케일과 호밀이 높은 반면 생초생산이 높았던 귀리는 수분률이 높아 상대적으로 건조생산은 낮은 것으로 나타나 사료생산을 위한 동계작물 선택시 이용성을 고려한 작물 선발이 중요할 것으로 판단되었다.

2. 동·하계작물들의 조사료품질

조사료의 최소 섬유소 함량은 비육우의 경우 조섬유(crude fiber) 9% 이상, ADF(acid detergent fiber) 12% 이상, NDF(neutral detergent fiber) 16% 이상을 제시하고 있다. 또한, 소에서 최대 섭취량을 보이는 섬유소 함량은 일반적으로 NDF 30% 내외이다(김 등, 2003). 그리고 최근 수입되고 있는 수입 조사료와 총채보리의 사료 가치를 비교한 자료에 따르면(이 등, 2001), 반추동물의 섭취율과 소화율에 영향을 미치는 ADF는 28.9~48.7%, NDF는 47.5~78.8%, 상대적 사료가치인 RFV(relative feed value)는 81~118%, 그리고 CP(crude protein) 함량은 4.1~13.6% 수준이라고 보고하고 있다. 한편 TDN(total digestible nutrients) 함량은 47.1~66.2%의 범위로 국내에서 생산된 총채보리 71.6% 보다

Table 4. Comparison of growing characteristics and fresh and dry matter yield of each winter forage crops after cultivation of summer seasonal crops

Winter crop	Plant height (cm)	No. of panicle (/m ²)	Yield (kg/ha)	
			Fresh	Dry matter
Barley	73 ^{b**}	1,208 ^d	34,210 ^c	9,660 ^{cd}
Oat	79 ^b	2,437 ^b	68,030 ^a	12,930 ^b
IRG*	64 ^c	3,119 ^a	58,510 ^c	10,430 ^{bc}
Triticale	110 ^a	1,133 ^d	62,810 ^b	16,290 ^a
Rye	119 ^a	1,699 ^c	54,240 ^d	15,610 ^a

* Italian ryegrass.

** Duncan's Multiple Range Test (5%).

낮게 조사되어 상대적으로 사료가치가 낮은 것으로 나타났다. Table 5는 동계작물 재배 후 동일 포장에 하계작물인 옥수수, 귀리, 수수 그리고 수수×수단그라스 교잡종 등 4종을 재배한 후 동일 포장에 동계작물인 청보리, 귀리, 이탈리아 라이그라스, 트리티케일 그리고 호밀 등 5종을 재배하여 각 작물들의 조단백질 함량, 섬유소, 가소화 건물, 건물 섭취량, 상대적 사료가치 및 가소화 양분총량 등의 사료가치를 검토하였다. 8월 20일에 수확한 각 하계작물의 조단백질 함량은 귀리가 10.0%로 가장 높았고, 그 다음이 옥수수와 수수로 각각 9.7%와 9.6%로 비슷하였으며, 수수×수단그라스 교잡종이 8.0%로 가장 낮았다. ADF는 수수, 수수×수단그라스 교잡종 그리고 귀리가 38.5~40.7%로 비슷하였고, 청보리가 35.5%로 가장 낮았다. NDF는 54.0~60.5% 수준이었으며, 가소화 건물(DDM)은 옥수수에서 60.3%로 가장 높았고, 수수가 56.2%로 가장 낮았다. RFV는 옥수수가 102.8%로 가장 우수하였으며 귀리, 수수 그리고 수수×수단그라스 교잡종 등 3종은 83.8~

89.9%로서 비슷하였다. TDN 역시 옥수수에서 60.8%로 가장 높게 나타나 시험작물로 공시한 하계작물 중에서는 옥수수가 사료가치가 가장 우수한 것으로 나타났다. 또한 5월 15일에 수확한 동계작물의 조단백질 함량은 귀리가 7.7%로 가장 높았고, 호밀이 가장 낮았다. ADF 함량은 33.0~38.4%, NDF 함량은 60.7~66.4% 수준이었으며, DDM은 58.0~62.2% 수준이었다. RFV는 귀리에서 81.0%로 가장 낮았고, 그 다음이 이탈리아 라이그라스, 청보리, 트리티케일, 호밀의 순이었다. 한편 하계작물과 동계작물 간에는 전반적으로 하계작물이 동계작물에 비하여 사료가치가 높았고, ADF 함량은 하계작물에서는 옥수수가 가장 낮았고, 동계작물에서는 트리티케일이 가장 적어 상대적으로 사료가치가 우수하였으며, NDF 함량은 하계작물은 옥수수, 동계작물은 호밀이 대체로 낮게 조사되었다. 가소화 건물(DDM) 함량은 하계작물과 동계작물 간에 큰 차이를 보이지 않았다. 건물 섭취량(DMI)은 하계작물이 동계작물보다 다소 높았으며, 작물별 RFV는 옥수수가 102.8로 공

Table 5. Comparison of CP, ADF, NDF, DDM, DMI, RFV and TDN contents according to different seasons

Cultivation time	Crops	Contents (%)						
		CP	ADF	NDF	DDM	DMI	RFV	TDN
Summer	Corn	9.7	35.5	54.0	60.3	2.2	102.8	60.8
	Oat	10.0	38.5	58.6	58.0	2.0	89.9	58.4
	Sorghum	9.6	40.7	59.5	56.2	2.0	87.1	56.7
	Sorghum × SG ¹	8.0	39.9	60.5	56.9	1.9	83.8	57.3
Winter	Barley	6.1	38.4	62.6	58.0	1.9	85.4	58.5
	Oat	7.7	38.3	66.4	58.1	1.8	81.0	58.6
	IRG ²	6.8	35.2	63.9	60.5	1.8	84.4	61.0
	Triticale	6.3	33.0	63.2	62.2	1.8	86.7	62.8
	Rye	5.1	37.0	60.7	59.1	1.9	87.0	59.6

* sudangrass.

** Italian ryegrass.

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

시된 사료작물 중에서 가장 높았고, TDN 함량은 하계와 동계작물 간 큰 차이는 없었다. 따라서 하계작물로는 옥수수의 사료가치가 우수하였으며, 동계작물로는 청보리, 귀리, 이탈리아 라이그라스, 트리티케일 그리고 호밀 등 5종 모두 사료가치가 비슷하였으나, 사료가치만으로 판단할 때 국내 종자생산이 용이한 청보리가 상대적으로 유리할 것으로 판단되었다.

3. 작부조합에 따른 조사료 생산성

Table 6은 옥수수, 귀리, 수수 그리고 수수×수단그라스 교잡종 등 4종의 하계작물과 청보리, 귀리, 이탈리아 라이그라스, 트리티케일 그리고 호밀 등 5종의 동계작물의 각 작부조합별 건물수량을 조사한 결과이다. 하계작물 종류별로는 수수×수단그라스 교잡종이 23,950 kg/ha로 가장 높았으며, 그 다음이 옥수수 22,370 kg/ha였고, 귀리가 17,030 kg/ha로 가장 낮았다. 그리고 동계작물 종류별로는 트리티케일이 25,920 kg/ha로 가장 높았으며, 그 다음이 호밀 25,410 kg/ha였으며, 청보리가 18,050 kg/ha로 가장 낮았다. 동계작물과 하계작물간의 조합에서는 호밀 및 옥수수와 트리티케일+옥수수 조합에서 29,410과 29,390 kg/ha으로 가장 우수한 조합이

였으며, 그 다음이 호밀과 수수×수단그라스 교잡종과 트리티케일과 수수×수단그라스 교잡종 조합에서 각각 28,810 및 28,420 kg/ha로 우수한 조합이었다. 한 등(1995)이 고랭지에서 적합한 사료작물 2모작 작부체계에서 옥수수 후작으로 호밀 재배시 건물수량이 20% 증가했다고 한 보고와 본 시험의 결과와 비슷하였다.

Table 7은 Table 6의 하계작물인 옥수수, 귀리, 수수 그리고 수수×수단그라스 교잡종 등 4종과 동계작물인 청보리, 귀리, 이탈리아 라이그라스, 트리티케일 그리고 호밀 등 5종을 조합한 총 20개의 작부조합별 건물수량에 대한 통계분석 결과, 작부조합별 유의차를 도식화한 것으로 사료작물 생산을 위하여 하계작물과 동계작물 작부조합 설정시 농가여건 및 이용시기 등을 고려하여 유망한 조합을 만들고자 할 때 사용할 수 있을 것으로 생각되었다. 유망시 되는 작부조합으로는 옥수수와 호밀, 옥수수와 트리티케일, 수수×수단그라스 교잡종과 호밀, 수수×수단그라스 교잡종과 트리티케일, 옥수수와 귀리, 수수와 트리티케일 그리고 옥수수와 총체보리의 작부조합이 건물수량 생산량에서 유의적인 차이가 인정되어 우수한 조합으로 나타났다. 반면에 귀리와 청보리, 귀리와 이탈리아 라이그라스는 낮은 건물 생산량을 보인

Table 6. Comparison of the dry matter yield as affected by different cropping combination between winter and summer seasonal crops

Winter crop	Dry matter yield (kg/ha)				
	Corn	Oat	Sorghum	Sorghum × SG*	Mean
Barley	25,080 ^{bc*}	14,150 ^b	14,560 ^b	18,400 ^{ef}	18,050
Oat	26,060 ^{ac}	16,920 ^{fg}	19,130 ^{ef}	23,380 ^{cd}	21,372
IRG**	24,160 ^c	13,980 ^b	16,250 ^{fg}	20,730 ^{de}	18,780
Triticale	29,390 ^a	20,580 ^{de}	25,290 ^{bc}	28,420 ^{ab}	25,920
Rye	29,410 ^a	19,560 ^{ef}	23,870 ^{cd}	28,810 ^a	25,412
Mean	26,820	17,038	19,820	23,950	21,910

* sudangrass.

** Italian ryegrass.

*** Duncan's Multiple Range Test (5%).

Table 7. Promising cropping systems based on the year-round dry matter production among 20 experimented combinations by Duncan's Multiple Range Test (5%)

	C	C	S.S	S.S	C	S	C	C	S	S.S	S.S	O	O	S	S.S	O	S	S	O	O
CS*	fb*	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb
	R	T	R	T	O	T	B	I	R	O	I	T	R	O	B	O	I	B	B	I

* C.S.=cropping system, * fb=followed by.

C=Corn, S.S=sorghum×sudangrass, S=sorghum, O=oat, R=rye, T=triticale, B=barley, I=Italian ryegrass.

작부체계로서 검토가 필요할 것으로 생각되었다. Table 8은 청보리, 귀리, 이탈리아 라이그라스, 트리티케일 그리고 호밀 등 5종의 동계작물 재배 후 동일한 포장에 옥수수, 귀리, 수수 그리고 수수×수단그라스 교잡종 등 4종의 하계작물을 재배하여 각 작부조합별 TDN을 조사한 결과이다. TDN 수량은 사료작물의 생산량을 판단하는 주요한 요인으로서 하계작물별로는 옥수수가 10,420 kg/ha로 가장 높았으며, 그

다음이 수수×수단그라스 교잡종, 수수, 귀리의 순이었다. 그러나 동계작물의 후작물인 하계작물의 TDN 생산량은 호밀과 트리티케일 후작구에서 각각 6,680 및 6,650 kg/ha로 다소 높게 나타났다. 통계적 유의성은 인정되지 않았다. 본 시험 결과 동계작물이 하계작물 TDN 생산에 크게 영향을 미친다고는 볼 수 없었으며, TDN과 건물수량을 고려한 하계작물 선택이 보다 중요할 것으로 사료되었다.

Table 8. Comparison of total digestible nutrients(TDN) yield by introduction of summer crops after winter forage production

Former crop	TDN yield (kg/ha)				Mean
	Corn	Oat	Sorghum	Sorghum × SG**	
Barley	11,060	2,180	3,180	6,230	5,662 ^a
Oat	10,520	2,460	4,240	6,730	5,987 ^a
IRG*	9,950	1,850	4,140	6,720	5,313.33 ^a
Triticale	10,680	2,380	5,510	8,040	6,190.00 ^a
Rye	9,880	2,300	5,270	9,270	5,816.67 ^a
Mean	10,420 ^{a b} ***	2,230 ^d	4,470 ^c	7,400 ^b	-

* sudangrass. ** Italian ryegrass.

*** Duncan's Multiple Range Test (5%).

Table 9는 옥수수, 귀리, 수수 그리고 수수 × 수단그라스 교잡종 등 4종의 하계작물을 재배 후 동일한 포장에 청보리, 귀리, 이탈리아인 라이그라스, 트리티케일 그리고 호밀 등 5종의 동계작물을 재배하여 각 작부조합별 TDN 수량을 조사한 결과이다. 하계작물의 후작에서 TDN 수량은 귀리가 8,370 kg/ha로 가장 높았고, 그 외 작물에서는 통계적인 유의차가 없었다. 동계작물 중에서는 트리티케일과 호밀이 각각 9,290 및 8,900 kg/ha로 TDN 수량이 높았으며, 귀리, 이탈리아인 라이그라스, 청보리는 통계적 유의성이 없었다. 따라서 하계작물 TDN 수량

과 동계작물 TDN 수량은 하계작물에도 영향을 받음과 동시에 동계작물 선택에도 차이가 있으므로 이용성을 고려한 작부체계 선발이 이루어져야 할 것으로 사료되었다. Table 10은 청보리, 귀리, 이탈리아인 라이그라스, 트리티케일 그리고 호밀 등 5종의 동계작물과 옥수수, 귀리, 수수 그리고 수수 × 수단그라스 교잡종 등 4종의 하계작물의 주년재배 작부양식별 총 TDN 수량을 조사한 결과이다. 동계작물 트리티케일과 하계작물 옥수수 조합, 동계작물 호밀과 하계작물 옥수수 조합이 각각 19,310 및 18,690 kg/ha로 우수한 조합이었고, 동계작물 트리티케

Table 9. Comparison of the total digestible nutrients (TDN) yield of winter forage crops cultivated after production of summer forage

Former crop	TDN yield (kg/ha)					Mean
	Barley	Oat	IRG**	Triticale	Rye	
Corn	6,540	7,360	7,250	8,630	8,810	7,178 ^b
Oat	7,240	7,970	7,590	9,710	9,330	8,368 ^a
Sorghum	6,180	7,350	6,420	9,250	9,270	7,694 ^{bc}
Sorghum × SG*	5,520	8,340	6,710	9,550	8,180	7,660 ^{bc}
Mean	6,370 ^{de*}	7,555 ^c	6,992 ^{cd}	9,285 ^a	8,900 ^{ab}	—

* sudangrass.

** Italian ryegrass.

*** Duncan's Multiple Range Test (5%).

Table 10. Comparison of the total digestible nutrients (TDN) yield of summer and winter forage crops as affected by the different year-round cropping systems

Winter crop	Summer crop (kg/ha)				Mean
	Corn	Oat	Sorghum	Sorghum×SG**	
Barley	17,600 ^{d***}	9,420 ^p	9,360 ^p	11,750 ^l	9,388
Oat	17,880 ^c	10,430 ^o	11,590 ^m	15,070 ^g	13,742
IRG*	17,200 ^f	9,440 ^p	10,560 ⁿ	13,430 ^j	12,657
Triticale	19,310 ^a	12,090 ^k	14,760 ^h	17,590 ^d	15,937
Rye	18,690 ^b	11,630 ^{lm}	14,540 ⁱ	17,450 ^e	15,577
Mean	18,136	10,602	12,162	12,943	—

* sudangrass.

** Italian ryegrass.

*** Duncan's Multiple Range Test (5%).

일과 하계작물 수수×수단그라스 교잡종 조합, 동계작물 호밀과 하계작물 수수×수단그라스 교잡종 조합이 각각 17,590 및 17,450 kg/ha로 우수한 조합이었다. 또한 옥수수와 청보리, 옥수수와 귀리, 옥수수와 이탈리아 라이그라스의 작부조합도 유망한 것으로 생각되었다.

Table 11은 Table 10의 옥수수, 귀리, 수수 그리고 수수×수단그라스 교잡종 등 4종의 하계작물과 청보리, 귀리, 이탈리아 라이그라스, 트리티케일 그리고 호밀 등 5종의 동계작물의 주년재배 작부양식별 TDN 생산량을 바탕으로 Duncan의 다중검정으로 작부조합별 유의차를 표현한 것이다. 이 결과는 건물 생산량에 의한 결과(Table 9)와는 다소 다른 양상을 보였는데, 하계작물로 옥수수+트리티케일이 유의하게 가장 많은 TDN 생산능력을 나타내었고, 옥수수는 다른 동계작물들과 조합하여도 높은 TDN 수량을 보였다.

Fig. 1은 작부조합별 하계작물과 동계작물의 TDN 수량을 비교한 것이다. 하계작물에서는 옥수수가 가장 높았고 동계작물은 트리티케일이 가장 높았으며, 다음이 호밀, 귀리 순이었다. 하계작물로는 귀리를 재배한 구에서 전체 TDN 수량이 가장 낮았는데, 이는 하파 귀리의 TDN 수량이 매우 낮았던데 기인하며, 하파 귀리를 조기에 파종하는 것이 중요할 것으로 생각 되었다. 옥수수 다음으로는 수수×수단그라스 교잡종에서 전체 TDN 수량이 높았다. 채(1992)는 호남평야지에서 적합한 청예사료작물 작부체계 시험에서 TDN 수량은 이탈리아 라이그라스+수수의 작부양식이 가장 높았고, 그 다음이 호밀+수수+귀리가 높다고 하여, 본시험 결과와 다소 다른 결과를 보였는데, 이는 작부체계와 토양 차이 등에 따른 것으로 판단되었다.

Table 11. Promising cropping systems for the year-round forage production regarding total digestible nutrients (TDN) yield by Duncan's multiple range test (5%)

	C	C	C	C	S.S	S.S	C	S.S	S	S	S.S	O	S.S	O	S	S	O	O	O	S
C.S*	fb**	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb	fb
T	R	O	B	T	R	I	O	T	R	I	T	B	R	O	I	O	I	B	B	B

* C.S.=cropping system, ** fb=followed by.

C = Corn, S.S = sorghum×sudangrass, S = sorghum, O = oat, R = rye, T = triticale, B = barley, I = Italian ryegrass.

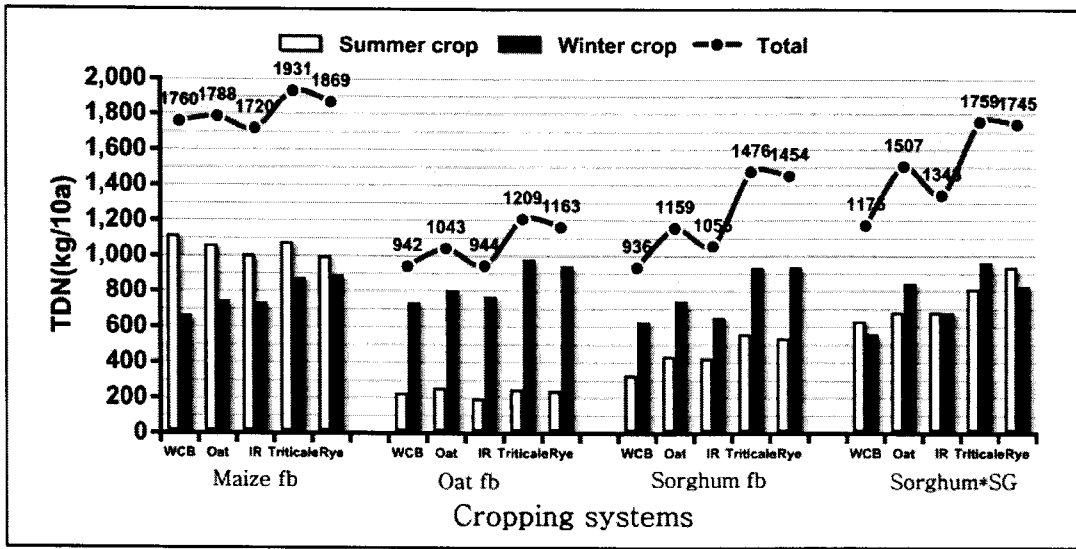


Fig. 1. Comparison of the total digestible nutrients (TDN) yield as affected by different year-round cropping systems.
* fb =followed by.

4. 작부조합에 따른 토양의 변화

사료작물은 곡실을 필요로 하는 식량작물과는 달리 잎과 줄기가 포함되는 식물체 전체를 이용하기 때문에 토양 환경에 대한 적응범위가 넓은 편이다. 화분과 사료작물 중에서 많은 종류의 목초류는 산성토양에서도 비교적 잘 자라는데 비해, 콩과 목초는 pH 6.0~7.0 내외의 중성토양에서 잘 성장한다. Table 12는 동계작물 파종 전과 수확 후의 토양 특성 분석 결과를 나타낸 것이다. 토양 pH는 모든 작물에서 파종 전에 비해 수확 후에 높아지는 경향을 보였다. 일반적으로 토양의 pH는 6.0~6.5가 적정 수준인데, 본 시험의 결과 모든 처리구에서 적정수준을 유지하고 있었다. 분해가 느린 이탈리아 라이그라스와 호밀 처리구에서 시험 전에 비해 수확 후 토양의 pH 변화율이 큰 것으로 나타나 알칼리성 식물로서 산성토양을 교정하는 효과가 있는 것으로 판단되었다. 토양의 EC도 수확 후 모든 작물에서 다소 높아지는 결과를 보였는데, 이는 전국 밭 토양 평균값인 0.64 dS/m 수준 (2006년 농촌진흥청, 2005년도 농업환경변

동 조사사업 보고서)에 비하면 다소 낮았으나 점차 개선되는 경향을 보였다. 특히, 이탈리아 라이그라스, 트리티케일 및 호밀 처리구의 수확기 EC가 다소 높은 것은 이들 작물의 특성상 분해가 느려 수확기에 양분이 용출된 것으로 판단되었다. 유기물 함량도 수확기에 높아졌으며 특히, 이탈리아 라이그라스와 호밀 처리구에서 높은 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 지상부와 지하부의 유기물 공급량 및 분해효율에 따른 차이인 것으로 판단되었다. 일반적인 토양의 적정 유기물 함량을 25~30g/kg으로 볼 때 전반적으로 유기물 함량이 증가함에 따라 토양이 개선되는 경향을 보였다. 청예 사료작물을 재배하는 경우, 토양 중 가용성 질소함량의 변화가 후작물의 생육에 미치는 영향이 크며, 재배지의 잔존비옥도는 자운영이 높고, 이탈리아 라이그라스, 귀리는 낮다고 甲谷과 足立 (1986)은 보고하였다. 또한 채 (1992)는 토양의 pH, EC 및 유기물 함량은 시험 전에 비해 시험 후에 높아지는 경향으로 특히, 유기물 함량은 귀리+수수+귀리의 작부양식에서 높았다고 하였는데, 본 시험에서도 이와 같은 경

Table 12. Changes in soil chemical properties according to cultivation of winter forage crops before seeding and after harvest

Winter crop	pH(1:5)			EC(dS/m)			OM(g/kg)		
	BS**	AH***	Difference	BS	AH	Difference	BS	AH	Difference
Barley	6.5	6.6	0.1	0.245	0.31	0.07	24.1	24.9	0.8
Oat	6.4	6.5	0.1	0.225	0.29	0.07	23.0	24.3	1.3
IRG*	6.3	6.5	0.2	0.24	0.35	0.11	23.3	25.1	1.8
Triticale	6.5	6.7	0.15	0.21	0.36	0.15	22.5	23.3	0.8
Rye	6.5	6.7	0.2	0.215	0.36	0.15	23.0	25.2	2.2
Mean	6.45	6.6	0.15	0.227	0.334	0.11	23.2	24.5	1.4

* Italian ryegrass.

** before seeding.

*** after harvest.

향을 볼 수 있었다.

5. 동계작물 수확시기에 따른 수량 및 품질 변화

Table 13은 앞작물 재배에 따른 동계작물의 예취시기별 건물물을 나타낸 것이다. 생육초기인 3월 하순의 건물물을 보면 트리티케일이 높았으며, 다른 작물에서는 비슷한 경향을 보였고, 4월 중순 예취에서는 호밀과 트리티케일이 높은 편이었으며, 귀리와 이탈리아 라이그라스가 낮았다. 5월 초순과 중순 예취시 모든 작물에서 건물물이 높아지는 경향을 보였는데, 이것은 모든 작물들이 생육후기에 이르러 하고현상에 의한 목질화 또는 노화로 인한 식물체내 수분 감소 때문인 것으로 판단되었으며, 청예수량과 같이 앞작물 차이에 통계적 유의차를 볼 수 있었다. 사료작물의 건물물은 귀리가 18.4%, 호밀이 18.9%, 그리고 이탈리아 라이그라스가 16.3% 정도라고 보고(김 등, 1994; 이, 1988; 이, 1990) 하였는데, 본 시험에서는 대체로 이보다 높은 건물물을 보였는데, 이는 예취시기 및 품종차이 등에 기인하는 것으로 보였다.

Table 14는 앞작물 재배에 따른 동계작물의

예취시기별 건물수량을 나타낸 것이다. 3월 하순 예취시 건물수량은 청예수량과 비슷한 경향이었으나, 앞작물로 귀리, 수수 및 수수×수단그라스 교잡종일 때는 청보리도 귀리나 이탈리아 라이그라스보다 높았으나, 앞작물에 따른 통계적 유의차는 볼 수 없었다. 4월 중순 예취시 건물수량은 3월 하순 예취시 청예수량과 같은 경향을 보였고, 5월 상순 예취시 건물수량은 트리티케일이 가장 높았고, 다음으로 호밀이 높은 편이었으며, 이탈리아 라이그라스가 가장 낮았다. 생육 후기인 5월 중순 예취시 건물수량 역시 모든 작물에서 대체로 가장 높은 수량을 나타내었고, 특히 트리티케일과 호밀에서 높았다. 호밀의 생육기간중 건물축적은 생육이 진행됨에 따라 계속 증가하여 황숙기에 가장 높다고 하였으며(황 등, 1985; 송 등, 1988), 답리작 호밀재배 시험에서 건물수량은 등숙 후기까지 계속 증가하고 조단백질, 조지방 함량과 소화율은 낮아진다고 하였다. 이와 같은 원인으로 호밀을 청예로 이용할 때 개화기 이후에 늦게 수확하면 총 건물수량은 증가하나 소화율 및 이에 따른 에너지 함량의 감소로 사료가치는 저하 된다는 단점이 있다고 하였다. 본 시험에서도 호밀의 건물수량은 5월 중순에 가장 많아서 같은 결과를 보였다. 양(1989)은 건물

Table 13. Effect of clipping times on dry matter percentage of winter forage crops cultivated after summer crops

Summer crop	Winter crop	Dry matter (%)			
		Mar. L.***	Apr. M.	May E.	May M.
Corn	Barley	19.1 ^{a-c***}	18.7 ^{c-g}	22.2 ^{cd}	28.3 ^a
	Oat	18.4 ^{b-e}	15.9 ^{hi}	15.2 ^e	18.0 ^{cd}
	IRG**	18.2 ^{b-c}	16.5 ^{hi}	13.4 ^e	19.5 ^{cd}
	Triticale	21.2 ^a	18.8 ^{e-g}	23.0 ^{cd}	25.4 ^b
	Rye	18.6 ^{a-c}	22.1 ^{a-c}	27.8 ^{ab}	29.6 ^a
	Mean	19.1	18.4	20.3	24.2
Oat	Barley	18.7 ^{a-c}	19.5 ^{de}	20.7 ^d	29.2 ^a
	Oat	19.1 ^{a-c}	15.9 ^{hi}	14.6 ^c	19.2 ^{cd}
	IRG	17.4 ^{de}	16.1 ^{hi}	13.9 ^e	18.0 ^{cd}
	Triticale	20.3 ^{a-c}	21.2 ^{b-d}	23.2 ^{cd}	25.2 ^b
	Rye	16.9 ^e	23.4 ^a	23.1 ^{cd}	28.5 ^a
	Mean	18.2	19.2	19.1	24.0
Sorghum	Barley	19.1 ^{a-e}	19.2 ^{d-f}	24.4 ^{b-d}	27.6 ^{ab}
	Oat	20.0 ^{a-d}	16.9 ^{g-i}	13.7 ^e	18.4 ^{cd}
	IRG	17.7 ^{c-e}	15.5 ^{hi}	13.9 ^e	17.4 ^d
	Triticale	19.9 ^{a-d}	20.3 ^{c-e}	22.2 ^{cd}	25.3 ^b
	Rye	17.3 ^{de}	22.2 ^{a-c}	28.3 ^a	29.6 ^a
	Mean	18.9	18.8	20.5	23.7
Sorghum×SG*	Barley	19.8 ^{a-d}	19.2 ^{d-f}	25.0 ^{a-c}	27.6 ^{ab}
	Oat	19.5 ^{a-e}	17.2 ^{f-h}	15.0 ^c	20.3 ^c
	IRG	18.4 ^{b-e}	14.9 ⁱ	14.1 ^e	16.5 ^d
	Triticale	20.5 ^{ab}	22.6 ^{ab}	22.8 ^{cd}	27.9 ^{ab}
	Rye	17.7 ^{c-e}	21.7 ^{a-c}	24.3 ^{b-d}	27.5 ^{ab}
	Mean	19.4	19.1	19.4	24.0

* sudangrass, ** Italian ryegrass, *** Duncan's Multiple Range Test(5%), **** L=late, M=middle, E=early.

축적은 보리와 호밀 모두 6월 10일까지 계속 증가되나 보리가 호밀보다 단위면적당 건물수량이 높았고, 한 등(1995)은 고랭지에서 적합한 사료작물 2모작 작부체계에서 옥수수 후작으로 호밀 재배시 건물수량이 20% 증가했다고 하였다. 본 시험에서 총체보리, 귀리, 이탈리아 라이그라스와 호밀 모두 5월 중순 예취시 건물수량이 가장 높아서 다른 연구결과들과 비슷한 결과를 보였으며, 앞작물로 귀리를 재배하였을 때 대체로 건물수량이 다른 작물에 비해 높았는데, 이는 귀리의 잡초 억제 효과와 지력유지

효과에 기인하는 것으로 보였다. Table 15는 작부체계별 예취시기에 따른 동계작물의 사료가치를 나타낸 것이다. 청예 사료작물에서 ADF와 NDF는 시기가 경과할수록 증가되고 조단백질 및 조지방 함량은 낮아진다고 하였는데(황 등, 1985; 신과 윤, 1983), 본 시험에서도 4월 중순에 예취했을 때보다 5월 중순 예취했을 때 높아지는 경향이었으며, 가소화 건물함량(DDM)은 다소 감소되는 양상을 나타내었다. 상대적 사료가치(RFV)도 모두 4월 중순에 비해 5월 중순에 낮아지는 결과를 보여, 사료 가치가 전

Table 14. Effect of clipping times on dry matter yield of winter forage crops cultivated after summer crops

Summer crop	Winter crop	Dry matter yield (kg/10a)			
		Mar. L. ^b	Apr. M. ^j	May E. ^b	May M.
Corn	Barley	266.5 ^{e,fj}	658.7 ^{d-f}	777.5 ^{f-i}	991.3 ^{g-i}
	Oat	146.5 ^{f-i}	614.0 ^{d-f}	849.0 ^{e-i}	1,227.3 ^{ef}
	IRG **	114.2 ⁱ	401.3 ^{gh}	556.6 ⁱ	1,081.8 ^{fh}
	Triticale	488.5 ^c	1,071.8 ^c	1,374.9 ^{ab}	1,513.7 ^{bc}
	Rye	684.7 ^{ab}	1,331.0 ^b	1,135.5 ^{b-c}	1,545.5 ^{a-c}
	Mean	340.1	815.4	938.7	1,271.9
Oat	Barley	224.5 ^{ef}	670.7 ^{d-f}	862.1 ^{f-i}	1,097.3 ^{fh}
	Oat	197.5 ^{e-g}	691.7 ^{de}	963.8 ^{d-g}	1,328.8 ^{de}
	IRG	118.2 ^{hi}	437.7 ^{gh}	631.4 ^{hi}	1,132.5 ^{fg}
	Triticale	495.8 ^c	1,350.8 ^b	1,466.3 ^a	1,702.8 ^a
	Rye	717.5 ^a	1,608.2 ^a	1,268.1 ^{a-c}	1,637.0 ^{ab}
	Mean	350.7	951.8	1,038.3	1,379.7
Sorghum	Barley	193.2 ^{e-h}	540.8 ^{fg}	701.6 ^{g-i}	937.0 ^{hi}
	Oat	180.5 ^{f-i}	740.7 ^d	892.9 ^{e-h}	1,224.5 ^{ef}
	IRG	123.2 ^{g-i}	406.3 ^{gh}	588.9 ^{hi}	957.8 ^{g-i}
	Triticale	429.7 ^{cd}	1,242.5 ^b	1,198.4 ^{a-d}	1,622.5 ^{ab}
	Rye	640.0 ^b	1,385.5 ^b	1,143.0 ^{b-e}	1,625.8 ^{ab}
	Mean	313.3	863.2	905.0	1,273.5
Sorghum×SG*	Barley	212.0 ^{ef}	579.7 ^{ef}	721.0 ^{f-i}	836.7 ⁱ
	Oat	171.8 ^{f-i}	703.5 ^{de}	853.0 ^{f-i}	1,390.0 ^{c-e}
	IRG	106.0 ⁱ	383.8 ^h	605.2 ^{hi}	1,000.8 ^{g-i}
	Triticale	362.7 ^d	1,252.8 ^b	1,215.4 ^{a-d}	1,675.0 ^{ab}
	Rye	693.3 ^{ab}	1,347.0 ^b	1,024.1 ^{c-f}	1,435.0 ^{cd}
	Mean	309.2	853.4	883.7	1,267.5

* sudangrass, ** Italian ryegrass, *** Duncan's Multiple Range Test(5%), **** L=late, M=middle, E=early.

반적으로 나빠지는 것으로 나타났다. 본 시험에서 4월 중순 예취시 호밀의 ADF와 NDF가 가장 높게 나타났으며, 이탈리아 라이그라스가 다소 낮게 나타났다. 이는 작물들의 생육 차이에 기인한 것으로 보였으며, 해당 작물의 사일리지 조제시 감안해야 할 사항으로 생각되었다. 작물별 상대적 사료가치(RFV)는 4월 중순

예취시 이탈리아 라이그라스가 가장 높았으며, 대체로 호밀이 가장 낮아 사료의 품질이 상대적으로 떨어지는 것을 알 수 있었다. 한편 TDN 함량은 예취시기가 늦어질수록 줄어드는 경향을 보였으며, 호밀이 상대적으로 타 작물에 비해 떨어지는 경향을 보였다. 축산능가에서는 본 시험에서의 결과와 같이 조사료의 예

Table 15. Comparison of the CP, ADF, NDF, DDM, DMI, RFV and TDN contents of winter forage crops as affected by clipping times

Clipping time	Winter crop	Contents (%)						
		CP ^y	ADF	NDF	DDM	DMI	RFV	TDN
Middle of April	Barley	15.8	25.0	52.8	68.5	2.2	116.8	69.1
	Oat	16.1	22.9	51.5	70.1	2.3	124.9	70.8
	IRG *	15.5	20.4	43.5	72.1	2.7	150.9	72.7
	Triticale	16.4	21.3	47.0	71.4	2.5	138.3	72.0
	Rye	9.8	37.9	64.5	58.4	1.8	81.4	58.9
Middle of May	Barley	6.1	38.4	62.6	58.0	1.9	85.4	58.5
	Oat	7.7	38.3	66.4	58.1	1.8	81.0	58.6
	IRG	6.8	35.2	63.9	60.5	1.8	84.4	61.0
	Triticale	6.3	33.0	63.2	62.2	1.8	86.7	62.8
	Rye	5.1	37.0	60.7	59.1	1.9	87.0	59.6

* Italian ryegrass

** CP=crude protein, ADF=acid detergent fiber, NDF=neutral detergent fiber, DDM=digestible dry matte, DMI=dry matter intake, RFV=relative feed value, TDN=total digestible nutrients.

취 및 이용 시기, 이용 형태, 그리고 예취시기에 따른 조사료의 사료가치 등을 감안하여 주년 조사료 작부체계 및 작물선정 등을 한다면 경제적인 측면뿐만 아니라 농가 여건에 알맞은 우수한 축산물 생산에 기여할 것으로 판단되었다.

IV. 요약

주년 조사료 생산을 위한 작부체계에서 하계작물에서는 수수×수단그라스 교잡종이 청예수량이 가장 많았고, 다음이 옥수수이었으며, 건물수량은 옥수수>수수×수단그라스 교잡종>수수>귀리의 순이었다. 작부체계에서 동계작물의 종류가 하계작물의 청예 및 건물생산에 미치는 영향을 검토한 결과 통계적 유의성을 볼 수 있었다. 동계작물들의 청예 및 건물생산량은 5월 중순 예취시 귀리가 가장 많았으며, 트리티케일>이탈리안 라이그라스>호밀>청보리의 순이었다. 앞작물로 재배된 하계작물의 종류가 동계작물의 청예 및 건물수량에 미

치는 영향은 적은 것으로 보였다. 하계작물의 사료가치는 귀리가 조단백질 함량이 가장 높았으며, ADF는 수수, 그리고 NDF는 수수×수단그라스 교잡종이 다소 높았다. 또한 옥수수가 RFV와 TDN이 가장 많았다. 동계작물의 사료가치는 조단백질 함량은 귀리가 가장 높았으나, ADF와 NDF 등의 섬유소 함량은 작물간 큰 차이를 보이지 않았다. RFV는 호밀과 트리티케일에서 높았으며, 귀리가 다소 낮은 경향을 보였다. 한편 TDN 함량은 트리티케일에서 가장 높게 나타났다. 주년 조사료 생산을 위한 작부조합별 건물 생산량은 옥수수와 호밀, 옥수수와 트리티케일에서 가장 높아 유망한 작부체계로 보였다. 한편 옥수수와 트리티케일, 옥수수와 호밀, 그리고 수수×수단그라스 교잡종과 트리티케일/호밀의 작부체계가 TDN 생산량을 고려할 때 유망한 작부조합으로 나타났다. 토양 pH, EC 및 유기물 함량은 시험전에 비해 시험후에 높아지는 경향이였다. 예취시기별 동계작물의 사료가치를 검토한 결과 조단백질 함량은 4월 중순보다 5월 중순 예취시 많았으며,

ADF와 NDF 함량은 수확시기가 늦어질수록 증가 하였다. 또한 RFV와 TDN 함량은 생육후기로 갈수록 낮아졌다.

V. 인 용 문 헌

1. 김유용, 이효원, 하종규, 한인규. 2003. 사료학. 한국방송통신대학 출판부.
 2. 김정갑, 한만수, 김전열. 1994. 답리작 대맥의 사료화 이용에 관한 연구. I. 생육단계별 건물축적형태와 생산성. 농업논문집 36(2):536-541.
 3. 농촌진흥청. 2008. 사료용 맥류 최대생산 이용기술 개발.
 4. 박호기, 김영두, 신만균, 서석기, 채재석, 고재현, 장영선. 1988. 남부지방에 적합한 사료작물과 수도 작부체계에 관한 연구. 농시논문집 (축산편). 30(1):33-46.
 5. 송진달, 임근발, 양종성. 1988. 호맥 (*Secale cereale* L.)의 청에이용을 위한 재배모형에 관한 연구. I. 답리작호맥의 수확시기별 청에사료생산 및 Silage 품질. 한초지. 8(3):165-168.
 6. 신정남, 윤익석. 1983. 생육시기가 Silage 조제 및 소화시험. 축시연보: 848-852.
 7. 양종성. 1989. 청에대맥 및 호맥의 건물 축적 형태에 대한 생리적 분석과 사료가치에 관한 연구. 원광대 박사학위 논문.
 8. 이석순, 이정모. 1989. 흑조위축병이 심한 남부지방에서 옥수수를 중심으로 한 사료작물 작부체계. 한작지 34(1):30-39.
 9. 이성규. 1988. Silage용 옥수수과 두과작물의 간작에 관한 연구. I. Silage용 옥수수 (*Zea mays* L.)와 동부 (*Vigna sinensis* King)의 간작이 성장특성과 건물 및 유기물 수량에 미치는 영향. 한초지. 81:47-54.
 10. 이성규. 1990. Silage용 옥수수과 두과작물의 간작에 관한 연구. V. Silage용 옥수수와 두과작물의 간작이 건물수량, silage의 영양성분 함량에 미치는 영향. 한초지. 10(2):110-114.
 11. 이형석, 이인덕, 박덕섭, 박연진, 김선균, 금중수. 2001. 국내 유통 조사료의 사료가치에 관한 연구. 한초지. 21(3):109-114.
 12. 채규인. 1992. 호남평야지에 알맞은 청에사료작물의 작부체계에 관한 연구. 전북대 대학원 박사학위논문.
 13. 한인규, 김동암, 조무환, 한진준. 1995. 최대 청에사료 생산을 위한 수단그라스계 잡종 및 호밀 2모작 작부체계에서의 적정 파종량 및 질소시비 수준. 한축지. 37(6):661-668.
 14. 황종진, 성병렬, 연규복, 안환식, 이종호, 정규용, 이영상. 1985. 사료용 맥류품종의 예취시기별 청에 및 건물수량과 영양가 비교. 한작지. 30(3):301-309.
 15. Haizel, K.A. 1974. The agronomic significance of mixed cropping. I. Maize interplanted with cowpea. Ghana J. Agric. Sci. 7:169-178.
 16. James, R.A. and R.K. Obura. 1983. Yield of corn, cowpea and soybean under different intercropping systems. Agron. J. 75:1005-1009.
 17. 出井嘉光, 小川和夫. 1964. 作付様式に關する研究. 第I報. 青刈冬作物地方の變化について. 東海近畿農試報告 11:53-65.
 18. 井上吉雄, 阿部林, 桃木德博, 田邊忍, 石井忠雄, 宮田保彦. 1989. トウモロゴシ, ソルガム 混播方式を主體として飼料作物作付體系の技術的檢討. 農業センター報告 15:31-45.
 19. 甲谷潤, 足立健夫. 1986. 圃場整備田における早期熟畑化に關する研究. 京都農研報 13:1-11.
 20. 尾形昭逸, 藤田耕之輔, 松本勝上, 實岡寛文. 1986. マメ科・イネ科の混作に關する研究. 第I報. ソルガムと青刈ダイス, セイラトロの混作に乾物生産および窒素の動態. 日作誌. 32(1):36-43.
 21. 吉田幸正, 光井武, 早瀬文繁, 野上興志朗, 天野省吾, 古市充利, 古川陽一, 岸川良吉. 1986. 轉換畑における飼料作物の周年多收栽培技術體系の檢討. 岡山懸酪試報告 23:52-62.
- (접수일: 2009년 4월 29일, 수정일 1차: 2009년 5월 15일, 수정일 2차: 2009년 5월 30일, 게재확정일: 2009년 6월 5일)