

우량품종 선발을 위한 사초용 호밀의 생육특성 및 건물수량 평가

신정남 · 고기환

Evaluation of Agronomic Characteristics and Dry Matter Yield of Forage Rye for High-Yielding

Chung Nam Shin and Ki Hwan Ko

ABSTRACT

This experiment was performed to evaluate the agronomic characteristics and dry matter yields of the early maturing cultivars(c.v. 'Koolgrazer,' '9909,' 'Ol-homil' and 'Jlee select') the medium maturing cultivar(c.v. 'Homil 22') and late maturing cultivars(c.v. 'Danko,' 'Kior,' 'Amilo' and 'Spooner'.) Seeds were sown on October 3, 2002 and October 8, 2003, respectively at the Livestock Experiment Farm of Keimyung College, Seongju, Kyeongbuk Province. Forage rye was harvested on April 22, 2003 and April 23, 2004, respectively. The height of early maturing cultivars were higher than that of late maturing cultivars at the harvest. Fifty percent heading date of the early maturing cultivar was on April 14 and that of late maturing cultivars were on April 24. In the first year, dry matter(DM) yield of 'Jlee select' was significantly the highest in among all cultivars($p < 0.05$). DM yield of early maturing cultivars were higher than that of medium and later maturing cultivars. In the second year, DM yield of '9909' was significantly the highest in among all cultivars($p < 0.05$). The early maturing cultivar of 'Koolgrazer' and 'Ol-homil' were similar and 'Jlee select' was low, late maturing cultivar of 'Danko', 'Kior', 'Amilo' and 'Spooner' were lower than early maturing cultivar. According to the results obtained from the study, it is suggested that the early maturing cultivar would be recommendable for fall sown rye for double cropping forage production.

(Key words : Rye, Early and late maturing cultivars, Yield)

I. 서 론

우리나라의 식량 자급율은 고작 30% 이하 수준에 지나지 않고, 젖소 및 비육우에 급여하는 농후사료의 대부분인 1,100만톤 이상이 매년 수입되고 있으며, 우리나라 연간 조사료 수요량은 4,000천톤 정도이며 이 중 15~18% 수준인 600천톤 정도를 수입에 의존하고 있고 국내산은 대부분 벵짚에 의존하는 현실에서(농림부, 2002) 양질 조사료 증산은 친환경 축우산업의 경쟁력 향상에 기여하게 될 것이다. 이러한 현실에서 식량자급률 제고라는 차원을 고려할

때 조사료 생산에 의한 사료비 절감은 개방화 시대에 있어서 꼭 필요한 일이며, 축우산업의 국제 경쟁력을 강화시키는 첩경이기도 하다. 일본에서는 2000년에 새로이 설정된 '식료, 농업, 농촌기본계획'에서 사료작물은 식량자급률 향상을 위한 전략작물중의 하나로 지정되었다(Shimizu, 2002). 이에 따라 자급사료 증산추진 계획이 설립 추진되고 있다. 사료비용 중에서 비용절감이 가능한 것은 농후사료보다는 조사료 비용인데 다행히 우리나라는 조사료를 생산할 수 있는 논, 밭, 유휴지, 낮은 산지 등 충분한 토지기반 잠재력을 가지고 있어 축우사육

농가의 확고한 의욕과 정부의 정책이 결집될 때 조사료 자급에 의한 비용절감의 효과가 가시적으로 나타날 것으로 기대된다.

호밀은 국내 육성품종 4품종(팔당, 울호밀, 신기, 춘추호밀)과 작물시험장과 캐나다 PLC와 공동으로 육종한 호밀 22호 및 Wintergreen, 외국도입 품종으로 국내 수입적응성시험을 거쳐 장려품종으로 인증된 품종은 22종이다(농협, 2003b). 그러나 이들 품종 중 실제로 종자가 도입되어 농가에 이용되는 품종수는 극히 제한되어 있다. 그 이유는 종자의 품질문제, 수입물량 부족, 가격, 농가의 재배조건에 부합되지 못하여 극히 일부만 수입 재배되고 있는 실정이다.

이와 같이 호밀종자는 국내 생산은 되지 않고 있으며 주로 외국에서 도입하고 있다. 2003년 도입현황을 보면 축협과 낙농육우협회에서 조사료 생산용으로 1,896톤(Koolgrazer : 1,271톤, Wintergrazer : 203톤, Wintermore : 70톤, Wintergreen : 23톤, Maton : 28톤) 푸른들 가꾸기용으로 4,481톤(Koolgrazer : 255톤, Wintergrazer : 1,073톤, Maton : 671톤, Wintergreen : 2,482톤)이 도입되었다(농협중앙회, 2003a).

추파 호밀은 어떤 사료 작물보다 추위에 강하고, 건조, 척박한 토양 조건에서도 잘 견디는 월년생 맥류로써(Briggle, 1959; 지 등, 1975) 환경에 대한 적응성이 뛰어나며 특히 이른봄에 빨리 자라는 특성을 가지고 있으며 방목, 청예, 건조, 사일리지 등 다방면으로 이용할 수 있는 사료작물이다(김, 1987). 또한 호밀은 사일리지용 옥수수과 함께 축우사육 농가에서 단일사료작물로는 우리나라에서 재배면적이 가장 넓으며(농림부, 2002). 옥수수나 수단그라스 후작으로 혹은 답리작으로도 중요하다. 특히 가을부터 다음 해 벼이앙 전까지 재배되는 겨울작물인 답리작 사료작물은 여름재배 사료작물에 비해 제초 및 병충해 방제 등 노동력이 적게 소요되는 동시에 겨울철 유희노동력을 적절히 이용할 수 있어 보다 적은 비용으로 양질의 조사료생산이 가능한 장점을 지니고 있다. 따라서

호밀과 사일리지용 옥수수를 재배하는 2모작 작부체계에서 만생품종 호밀을 가을에 파종하여 봄에 수확할 경우 호밀의 수확확보를 위해서는 늦게 수확할 수밖에 없다.

그러므로 사일리지용 옥수수 파종적이인 4월 초순에서 중순 보다 늦은 5월 초순 이후에 수확하게 되므로 파종적이 보다 늦게 파종한 사일리지용 옥수수의 수량은 감소 될 수밖에 없다. 김 등(1980)은 외국산 도입 호밀 118종의 청예사초로서의 생산성 평가 시험에서 대다수의 우량 호밀 품종은 조숙성 품종이라고 했다.

이러한 점을 감안하여 옥수수를 적기 파종하여 수량 증수를 가능하게 하는 조생종 호밀의 재배에 관한 연구에 관심이 집중되고 있다(김 등, 1992; 권 및 김, 1992; 김 및 김, 1994; 신, 1999; 신 등, 2001). 또한 경북지역(경산)에서 조생종 호밀은 만생종 호밀에 비하여 출수초기에 수확할 경우 수량이 현저히 증수되었다고 하였다(신 등, 2001; 신 및 고, 2003). 이와 같이 2모작 작부체계에서 조생품종 호밀은 주작물의 수량에 영향을 덜 미치고 단위면적당 수량을 최대화 할 수 있는 사료작물이다. 따라서 본 연구에서는 조·만생 호밀 품종의 건물수량 및 생육특성을 평가, 비교하여 조숙성 및 다수성의 호밀품종을 선발하는데 그 목적이 있다.

II. 재료 및 방법

1년차 시험은 2002년 10월 3일에 조생품종인 Koolgrazer, 9909 및 Jlee select 중생품종인 Homil 22 및 만생품종인 Danko, Kior, Amilo 및 Spooner 8 품종을 성주 계명문화대학 실습목장 사료포에 파종하였으며, 2003년 4월 22일에 수확하였다. 2년차 시험은 2003년 10월 8일에 1년차 시험과 같은 품종을 공시했으며, Homil 22 대신 Ol-homil을 파종하였으며, 2004년 4월 23일에 수확하였다. 파종량은 ha당 150kg 이었고, 파종방법은 손으로 종자를 균일하게 산파한 다음에 레이크로 가로, 세로로 번갈아 굽어

복토를 한 다음 진압을 해주었다.

시험구의 크기는 6m²(1.5 × 4m)로 하였고 시험구 배치는 품종을 처리로 한 난괴법 3반복으로 하였다. 시비량은 ha당 질소 80kg, 인산 100kg, 칼리 100kg을 밑거름으로 주었으며 2002년 2월 20일에 질소 70kg을 웃거름으로 주었다.

초고의 측정은 품종별로 수확시기에 반복마다 3곳에서 측정하여 평균치를 산출하였고 유식물 활력은 2~3 엽기에 내도복성은 수확시에 각각 육안으로 조사하여 가장 나뭇 경우 1, 가장 좋을 경우 9를 부여하였다.

건물 함량의 측정은 수확시에 시료 2kg을 채취하여 2~3cm 정도로 짧게 썰어서 잘 혼합한 후 약 100g 정도를 3반복으로 85℃로 조절된 송풍 건조기 내에서 48시간 건조한 후 측정하였다. 분석용 시료는 65℃로 조절된 송풍 건조기 내에서 48시간 건조한 후 분쇄(공경 1mm)하여 사용하였다.

시료의 조단백질 함량은 AOAC법(1980)에 따라 분석하였고, NDF와 ADF는 Goering과 Van Soest (1970)의 방법으로 분석하였으며 TDN의 계산은 미국 초지협회의 TDN(%) = 88.9 - (0.779ADF%)의 공식을 이용하였으며, 이때 ADF의 %는 건물기준이다.

III. 결과 및 고찰

1. 호밀의 생육특성

공시한 호밀의 생육특성은 표 1과 같다. 유식물 활력은 1년차 시험에서 조, 만생 품종간에 크게 차이는 없었으나, 중, 만생 품종이 조생 품종보다는 미미하나마 낮은 경향이었으며, 2년차 시험에서도 만생 품종인 Danko, Kior, Amilo 로가 다소 낮았다. 내도복성은 1년차 시험에서 조생 품종인 Koolgrazer, 9909 및 Jlee select는 7, 중생종인 Homil 22호도 7로서 낮았으며 만생 품종인 Danko, Kior, Amilo 및 Spooner는 9로서 모두 높았으며, 2년차 시험에서는 모든 품종이

양호했다. 조, 중생 품종에 있어서 다소 내도복성이 낮았던 것은 수확시 품종에 따라 출수기가 2-6일이 지나 초고가 길어져 출수전인 만생 품종보다 낮아진 것으로 생각된다.

서(1999)는 호밀 재배, 이용특성과 호밀 중심 사료작물 작부체계에 관한 보고에서 호밀은 비교적 초고가 길어 보리에 비해서 도복에 약하다고 보고한 것이나 호밀은 개화 이후에 도복이 쉽게된다고 한 것과 본 시험의 결과는 같은 경향을 보였다.

수확시 8 품종 평균 초고는 1년차 시험에서 105cm였고 대체적으로 조생 품종이 만생 품종에 비하여 길었다. 품종별로 초고를 비교해보면 조생 품종인 9,909가 124cm로 가장 길었고 만생 품종인 Amilo의 84cm에 비하여 무려 40cm나 길었다. 2년차 시험에서 평균 초고는 103cm로 1년차와 유사했으며 조생종이 만생 품종보다 길었다. 권 및 김(1992)은 조기수확시 사초용 호밀의 평균초고는 조생 품종인 Wintermore가 68cm 였는데 비해 만생 품종인 Kodiak은 38cm로 작았다고 하였고, 권 및 김(1994)이 조생 품종인 Wintermore와 만생 품종인 Kodiak의 파종 및 수확기에 따른 초고의 변화를 측정한 결과, 전체 시험 기간중에 걸쳐 조생 품종인 Wintermore의 초고가 만생 품종인 Kodiak 보다 길었다고 보고했으며, 신(1999)도 사초용 호밀 시험에서 수확시 조생 품종인 Wintermore가 만생 품종인 Kodiak 보다 초장이 길었다고 하였으며, 또한 신 등(2001)은 조, 만생종 호밀 시험에서 조생 품종인 Koolgrazer가 만생 품종인 Danko나 Kodiak 비하여 초고가 현저하게 길었다고 한 것과 본 시험의 결과는 거의 일치하였다. 김 등(1980)은 118종의 호밀 품종을 청예사료로 재배했을 때 대부분의 우량 품종은 초고가 길었다고 한 연구 결과와도 유사하였다. 50% 출수일은 1년차 시험에서 9909 Jlee select 및 Koolgrazer는 4월 16일부터 18일 사이였고, Homil 22는 4월 20일 이었으며, 만생 품종은 4월 23일부터 4월 27일 사이에 출수 되었다. 2년차 시험에서도 조생 품종

Table 1. Agronomic characteristics and forage yield of rye, 2002~2004

Culrivar	Seedling vigor	LOG RST	Heading	Plant height	DM	DM yield	RDM yield
2002~2003	1~9			cm	%	kg/ha	%
Koolgrazer	9	7	18 Apr.	122	16.5	10,089	100
Homil 22	8	7	20 Apr.	107	15.6	9,005	89
9909	9	7	16 Apr.	124	16.7	10,333	102
Jlee select	9	7	17 Apr.	118	17.2	11,261	112
Danko	8	9	24 Apr.	93	14.7	8,400	83
Kior	8	9	26 Apr.	86	14.8	8,017	80
Amilo	8	9	27 Apr.	84	13.6	7,844	78
Spooner	8	9	23 Apr.	105	15.1	9,083	90
Mean	8	8	21 Apr.	105	15.5	9,254	92
LSD(0.05)						505	
2003~2004							
Koolgrazer	8	9	15 Apr.	127	29.6	10,228	100
Ol-homil	9	9	4 Apr.	145	32.7	10,178	100
9909	9	9	12 Apr.	136	29.8	10,722	105
Jlee select	8	9	15 Apr.	129	28.7	9,533	93
Danko	7	9	22 Apr.	74	23.6	7,500	73
Kior	7	9	23 Apr.	62	24.1	7,489	73
Amilo	7	9	-	62	21.4	6,794	66
Spooner	8	9	21 Apr.	89	24.0	8,372	82
Mean	8	9	16 Apr.	103	26.7	8,852	87
LSD(0.05)						381	

DM : dry matter, ROGRST : lodging resistance, RDM : relative dry matter, Rating : 9 = outstanding, 1 = poor.

이 만생품종보다 평균 12일이 빨리 출수 되었으며 Ol-homil이 가장 빠르게 출수 되었다. 이러한 시험결과는 권 및 김(1994)이 조생품종 호밀이 만생품종 호밀에 비하여 출수기가 7~10일 빨랐다고 보고한 것이나, 신(1999)이 조생호밀인 Wintermore는 만생품종인 Danko나 Kodiak에 비해 첫 출수일이 각각 10일 혹은 20일이 빨랐다고 보고한 것과 신 등(2001)의 호밀 시험에서 조생품종 Koolgrazer가 만생품종인 Danko 보다 첫 출수일이 10일이 더 빨랐고 50% 출수일도 Koolgrazer 품종이 Danko에 비하여 더 빨랐다고 보고한 것과 거의 일치하거나 유사하다고 할 수 있다.

이러한 관점에서 조생품종 호밀의 후작으로 사일리지용 옥수수를 재배할 경우 호밀의 수확 적기와 사일리지용 옥수수의 파종적기의 중복으로 발생하는 문제를 최소화하여, 호밀의 증수와 사일리지용 옥수수의 사료가치를 높이고 건물수량을 증수시킬 수 있다.

2. 호밀의 건물함량 및 건물수량

조, 만생 호밀의 품종별 건물 함량과 건물수량은 표 1에서 보는 바와 같다. 1년차 시험에서 2003년 4월 22일 수확시의 8품종 평균건물 함량은 15.5%였으며, 조생종은 만생품종에 비하여 건물 함량이 큰 차이는 없었으나 약간 높았다. 2년차 시험에서 2004년 4월 23일에 수확한 8 품종 평균 건물 함량은 26.7%로 1년차 시험에서 보다 높았는데 1년차는 수확전에 강수량이 많았고, 2년차는 반대로 가뭄이 계속되어 토양수분이 낮은 것도 일부의 원인이되었을 것으로 생각되며 조생품종은 만생품종에 비해 훨씬 높았다. 품종별 건물수량은 조생품종 Jlee select는 1,1261kg/ha으로 8 품종중 가장 높았고 ($p < 0.05$), Koolgrazer와 9909간에는 차이가 없었던 반면에 중생품종 Homil 22호와 만생품종 4품종 모두 조생품종보다 수량이 낮았다($p <$

0.05). 만생품종 중에서는 Spooner가 다른 3 품종보다 수량이 높았다($p < 0.05$). 2년차 시험에서 조생품종에서는 9909가 10,722kg/ha로 가장 높았고($p < 0.05$), Koolgrazer와 Ol-homil간에는 차이가 없었으며, Jlee select 는 조생품종 중에서는 가장 낮았다. 만생품종 4품종은 조생품종에 비해 수량이 낮았으며($p < 0.05$), Spooner가 가장 많았고($p < 0.05$), Amilo가 가장 낮았다. 이와 같은 시험결과는 김 등(1980)이 도입 호밀의 청예사초로서의 생산성 비교연구에서 대다수의 우량품종은 조숙성 품종이었다는 연구 결과와 일치한다.

이러한 결과는 2모작 작부체계에서 조기 수확시 조생품종 호밀이 만생품종의 호밀보다 건물수량이 높다고 했던 보고와 일치했다(권 및 김, 1992, 1994, 1995; 김 등, 1998; 신, 1999). 이와 같이 조생품종은 만생품종 호밀보다 수량이 많았는데 이는 조생품종 호밀이 만생품종 호밀보다 생육단계의 진행이 빨라서 조기에 많은 수량을 얻을 수 있었으며, 이러한 결과로

미루어 보아 호밀과 사일리지용 옥수수의 작부 체계에서는 조생품종 호밀이 만생품종 호밀보다 수량증수 측면과 옥수수의 적기파종으로 인한 수량 증가라는 점에서 유리할 것으로 판단된다.

3. 사료가치

2002년부터 2004년까지 실시했던 각 품종별 호밀의 수확시 CP, ADF, NDF 및 계산된 TDN 함량은 표 2와 같다. 조단백질의 함량은 조생품종 보다는 만생품종이 약간 높은 경향을 보였으며, ADF와 NDF의 함량은 조생품종이 만생품종 보다 높은 경향이였다. 사초의 ADF 함량에 근거해서 계산된 TDN 함량은 조생품종이 만생품종에 비해 다소 낮았다. 이러한 분석치는 수확시 생육단계가 조생품종이 만생품종에 비해 더 진행되어 CP 함량은 낮고, ADF와 NDF 함량은 높았으며 계산된 TDN은 감소되었는데 이러한 경향은 다른 연구 결과와도 대체로 일치하였다(신 및 윤, 1983; 김 등, 1988).

Table 2. Forage quality of the rye, 2002~2004

Cultivar	CP	ADF	NDF	TDN*
2002~2003				
..... % , DM basis				
Koolgrazer	13.0	39.2	67.5	58.4
Homil 22	14.2	36.0	63.9	60.9
9909	13.4	39.6	68.2	58.1
Jlee select	13.2	39.0	67.3	58.5
Danko	15.6	33.8	61.7	62.6
Kior	15.5	33.0	59.8	63.2
Amilo	16.5	33.2	61.3	63.0
Spooner	14.1	34.6	62.6	61.9
Mean	14.4	36.1	64.0	60.8
2003~2004				
Koolgrazer	10.5	37.6	65.4	59.6
Ol-homil	8.6	41.8	70.4	56.3
9909	9.8	38.9	67.0	58.6
Jlee select	10.4	38.0	66.3	59.3
Danko	12.7	31.9	59.5	64.0
Kior	13.7	29.1	56.5	66.2
Amilo	13.4	30.2	57.6	65.4
Spooner	12.7	30.8	59.0	64.9
Mean	11.5	34.8	62.7	61.8

* TDN : calculated.

IV. 적 요

본 시험은 가을에 파종한 조, 만생품종 사초용 호밀의 생육특성 및 건물수량을 알기 위하여 실시하였다. 2002년 10월 3일과 2003년 10월 8일에 조생품종인 Koolgrazer를 대조품종으로 조생품종 9909, Ol-homil 및 Jlee select와 중생품종인 Homil 22 그리고 만생품종인 Danko, Kior, Amilo 및 Spooner을 각각 파종하였으며, 2003년 4월 22일과 2004년 4월 23일에 각각 수확하였다. 내도 복성은 조중생품종이 만생품종보다 다소 낮았다. 초고는 조중생품종이 만생품종 보다 길었다. 50% 출수일은 조생품종이 2년 평균 4월 14일이었던 반면에 만생품종이 4월 24일로서 조생품종이 10 일이나 더 빨랐다. CP 함량은 만생품종이 조생품종보다 높았으며, ADF와 NDF 함량은 조생품종이 높았다. 건물수량은 1년차 시험에서 조생품종 Jlee select가 가장 높았으며($p < 0.05$), 9909와 Koolgrazer는 유사하였고, 중만생품종 Homil 22, Danko, Kior, Amilo 및 Spooner는 조생품종 보다 낮았다. 2년차 시험에서는 조생품종인 9909가 가장 높았으며($p < 0.05$), Koolgrazer와 Ol-homil은 비슷하였고 Jlee select는 낮았고, 만생품종 Danko, Kior, Amilo 및 Spooner는 조생품종 보다 낮았다. 본 연구의 결과로 보아 2모작 작부체계에서 추파용 호밀은 조생품종이 적합하다고 생각된다.

V. 인용 문헌

- 권찬호, 김동암. 1992. 조·만생 사초용 호밀의 파종 및 수확시기에 관한 연구. I. 파종 시기별 수량 및 사료가치. 한초지. 12(4):246-252.
- 권찬호, 김동암. 1994. 조·만생 사초용 호밀의 파종 및 수확시기에 관한 연구. II. 파종 및 수확시기별 수량 및 사료가치. 한초지. 14(4):316-323.
- 권찬호, 김동암. 1995. 조·만생 사초용 호밀의 파종 및 수확시기에 관한 연구. III. 파종 및 수확시기별 생장 분석. 한초지. 15(1):37-42.
- 김동암, 이효원, 서성, 허삼남. 1980. 외국산 도입 호밀의 청에 사초로서의 생산성 비교연구. II. 최종평가시험. 동물자원지. 22(6):461-469.
- 김동암. 1987. 사료작물. 선진문화사. 서울. pp. 219-233.
- 김동암, 권찬호, 한건준. 1992. 청에용 호밀의 수확시기가 사초의 수량과 사료가치에 미치는 영향. 한초지. 14(3):238-246.
- 김동암, 신정남, 고서봉, 김종덕, 박형수, 김수근, 한철희. 1998. 다수성 목초 및 조숙성 사료작물 품종선발을 위한 생산 능력 검정. 농림부. pp. 58-72.
- 김정갑, 양종성, 한민수, 이상범. 1988. 대맥 및 호맥의 건물생산과 사료가치에 관한 연구. II. 생육단계별 화학성분, 소화율 및 에너지 함량 변화. 동물자원지. 30(3):193-198.
- 김종덕, 김동암. 1994. 파종시기 및 가을 수확방법이 추파 호밀의 생육특성, 사초수량 및 사료가치에 미치는 영향. 한초지. 14(3):238-246.
- 농림부. 2002. 사료수입량. 21세기 조사료 생산과 환경 심포지움 별책, 한국초지학회.
- 농협중앙회. 2003a. 푸른들 가꾸기용 호밀, 자운영 및 헤어리베치 종자 도입량. 농협무역.
- 농협중앙회. 2003b. 2003년도 제1차 목초 및 사료작물품종 수입 적응성 심의위원회 자료. 한우낙농부.
- 서성. 1999. 호밀의 재배 이용특성과 호밀중심 사료작물 작부체계. 양질 조사료의 생산과 북한의 옥수수 생산기술. 한국초지학회. pp. 39-64
- 신정남, 윤익석. 1983. 생육시기가 silage의 사료가치에 미치는 영향. 한초지. 4(1):41-60.
- 신정남. 1999. 조·만생 사초용 추파호밀의 수확시기별 건물 수량 및 사료적 가치. 계명문화대학. 계명연구논총. 17:523-529.
- 신정남, 고기환, 서국성. 2001. 조·만생 추파호밀의 생육특성 및 건물수량 비교. 계명문화대학. 계명연구논총. 19:305-310.
- 신정남, 고기환. 2003. 도입 사초용 호밀의 생육특성 및 건물수량. 계명문화대학. 계명연구논총. 21:289-295.
- 지영린, 최범열, 김희태, 최현욱, 조재영, 이정행, 박찬호, 이은웅. 1975. 사료녹비작물학. 향문사. 서울. pp. 225-226.
- A.O.A.C. 1980. Official method of analysis(13th ed), Association of Official Analytical Chemist. Washington, D.C.
- Briggle. L.W. 1959. Growing rye. U.S.D.A. Farmer's Bull. NO. 2146.
- Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses. Agr. Handbook 379. ARS, USDA. Beltsville.
- Shimizu, N. 2002. Strategies on increasing the production of self-supplying forage crops in paddy field in Japan. In Forage production and environment in 21C. JKGS. pp. 57-100.