

대전지역 추파 사료작물의 건물수량 및 사료가치 비교 연구

이형석 · 이인덕*

A Comparative Study of Dry Matter Yield and Nutritive Value of Autumn Sown Forage Crops in Daejeon Area

Hyung Suk Lee and In Duk Lee*

ABSTRACT

The object of this experiment was to suggest the optimum autumn sown small forage crops as next forage crops harvested maize in Daejeon area. The field trials was conducted from 2002 to 2004 at Chungnam National University in order to evaluate the dry matter yield and qualities of the autumn sown small forage crops. The experiment was consisted of split plots (main plot : forage crops as rye, barley and wheat, and sub plot : 4 harvest stages as boot, heading, milk and dough) design with three replications. The average DM yield for 2 years of rye was higher than that of other forage crops ($p < 0.01$). As stages proceed, the DM yield tended to increase in all forage crops ($p < 0.01$). In chemical composition, they had a difference on forage crops and stages. The crude protein (CP) was higher in barley ($p < 0.01$), but fibrous contents such as NDF, ADF, cellulose and lignin were lower in wheat than in the other forage crops ($p < 0.01$).

In Daejeon area, although barley and wheat at milk and dough stages were observed with maximum yield and high quality as autumn sown forage crops, due to late harvesting periods, it is difficult to utilize them as previous forage crops seeded in maize. Based on the result mentioned above, it is concluded that rye harvested at boot to heading stages is the most suitable for autumn sown small forage crops in Daejeon area. Meanwhile, in order to have the option of nutritional value in wheat and barley, they need to be supplied early maturing and high-yield variety of wheat and barley.

(Key words : Rye, Wheat, Barley, DM yields, Chemical composition, Growth stages)

I. 서 론

대전지역의 경작지에서 옥수수 후작물로 추파용 사료작물을 재배하여 수량과 품질이 높은 조사료를 얻고자 할 경우, 지금까지 단위면적당 사초의 수량과 품질이 높다고 알려진 호밀

이 대표적인 작물로 재배되어 왔다(김 등, 1992; 박 등, 1999; 성 등, 2004). 그러나 호남 및 영남지역에서는 사초용 보리가 수량과 품질 면에서 우수성이 인정되어 널리 재배 이용되고 있는 것이 사실이나(송 등, 1982; 양 등, 1985; 고 등, 1986; 김 등, 1988), 이에 비하여서는 청

우송정보대학(Woosong Information College, Daejeon 300-715, Korea)

* 충남대학교 농업생명과학대학(College of Agriculture and Life Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea)

Corresponding author : Hyung Suk Lee, Woosong Information College, Daejeon 300-715, Korea.

E-mail ; hs1207@hanmail.net)

예용 밀의 경우는 생육특성이나 특히 논에서 2 모작으로 재배할 경우 숙기가 늦은 관계로 인하여 사초자원으로 재배 이용된 경우는 드물다 (허 등, 2005). 호밀의 경우는 수확시기가 진행됨에 따라 다소의 차이가 있겠지만 품질이 급격히 떨어지고, 사일리지의 경우는 수분과다로 인한 품질저하와 가축에 급여시 기호성과 채식량이 상대적으로 떨어지는 문제점을 안고 있다. 그러나 청예용 보리는 수량과 품질면에서 좋고, 사일리지로 제조하였을 경우에도 상당히 기호성과 채식량이 향상되는 것으로 보고되고 있다(서와 김, 2006). 이에 비하여, 청예용 밀의 경우는 지금까지 숙기가 상대적으로 늦어 사초용이나 사일리지용으로 연구된 결과가 많지 않다. 따라서 본 연구에서는 중부지방인 대전지역에서 옥수수 후작물로 적합한 추파용 사료작물의 재배가능성을 탐색하는 데 목적을 두고 시험하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 2002년 9월부터 2004년 12월까지 충남대학교 생명과학대학내 부속 초지시험포장에서 수행하였다. 시험은 청예용 호밀(Koolgrazer), 보리(Daeyon Bori) 및 밀(Geumgang Mill)을 주구로 배치하였으며, 수잉기, 출수기, 유숙기 및 황숙기를 세구로 한 분할구배치법 3반복으로 시험하였다. 구당면적은 20m²이었다. 파종시기는 2002년은 9월 18일, 2003년은 10월 1일에

각각 5 cm 간격의 세조파로 파종하였다. 파종량은 각각 ha당 150 kg이었으며, 시비기준은 파종당시의 기비로 N 80kg + P₂O₅ 200kg + K₂O 60 kg/ha를 시용하였다. 조성 다음해의 봄 추비는 2003년도에는 3월 18일, 2004년도에는 3월 15일에 N 70kg + K₂O 60kg/ha를 각각 시용하였다. 수확시기는 표 1과 같다.

건물수량은 초종별, 수확시기별로 예취 시마다 조사한 생초수량에 건물물을 곱하여 산출하였다. 화학적 성분은 2004년도에 수확한 시료를 분석하였는데, Crude protein(CP)은 AOAC (1990) 방법으로, neutral detergent fiber(NDF), acid detergent fiber(ADF) 및 lignin은 Goering과 Van Soest(1970) 방법으로, cellulose는 Crampton과 Maynard(1938) 방법으로 분석하였다. Hemicellulose는 NDF와 ADF의 차이로 구하였다. *In vitro* dry matter digestibility (IVDMD)는 Tilley와 Terry(1963)의 방법으로 분석하였다. 조단백질수량과 가소화건물수량은 각 예취 시의 건물수량에 시료의 CP 함량 및 *in vitro* 건물소화율을 곱하여 산출하였다. 파종전의 개략적인 시험포장의 토양상태는 pH 5.6 (1:5 H₂O), 전기전도도(EC) 0.28ds/m, 유기물 함량 16g/kg, 총질소 함량 1.4g/kg, 유효인산 함량 321mg/kg이었고 치환성 Ca, Mg, K, Na는 각각 4.9, 1.3 0.14 및 0.04(cmol⁺/kg)이었다. 시험의 통계처리는 5% 수준 범위 내에서 유의성을 검정하였다(김 등, 1995). 2002년부터 2004년까지의 월별 기온과 강우량은 표 2과 같다.

Table 1. Harvest dates of forage crops in 2003-2004

	2003				2004			
	Boot	Heading	Milk	Dough	Boot	Heading	Milk	Dough
Rye	22 Apr.	2 May	3 Jun.	11 Jun.	14 Apr.	20 Apr.	4 May	28 May
barley	20 Apr.	28 Apr.	21 May	26 May	15 Apr.	21 Apr.	6 May	19 May
Wheat	22 Apr.	30 Apr.	23 May	28 May	16 Apr.	22 Apr.	8 May	24 May

Table 2. Monthly temperature and precipitation at Daejeon in 2002~2004

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
..... 2002												
Mean Temp. (°C)	1.7	2.4	8.6	14.8	18.1	22.5	25.8	24.5	21.0	12.8	4.8	2.4
Precipitation (mm)	92.1	12.0	33.5	155.5	130.5	55.4	149.1	538.8	77.0	67.8	24.0	43.0
..... 2003												
Mean Temp. (°C)	-1.7	2.8	6.8	13.5	19.4	22.0	23.4	24.4	21.5	14.0	10.0	2.3
Precipitation (mm)	11.2	59.2	44.2	217.5	119.5	186.4	576.3	254.9	208.5	21.5	32.6	17.1
..... 2004												
Mean Temp. (°C)	-0.4	3.5	6.9	13.8	18.5	23.5	26.0	25.9	21.4	14.7	9.0	3.0
Precipitation (mm)	10.9	30.6	83.2	73.1	109.0	383.5	391.0	198.3	133.7	5.0	37.1	41.1

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 건물수량

년도별로 건물수량을 조사한 결과는 표 3에서 보는 바와 같다. 2003년도의 건물수량은 초종과 수확시기에 따라 차이를 보였다. 초종별(주구) ha당 건물수량은 호밀이 11,542kg으로 가장 높았고, 다음으로 밀(11,449kg)과 보리(11,114kg) 순으로 나타났는데, 호밀과 보리사이에 유의적인 차이가 있었을 뿐($p<0.01$), 밀과 보리사이에 차이는 나타나지 않았다. 수확시기(세구)에 따른 ha당 건물수량은 모든 초종에서 수확시기에 진행될수록 건물수량이 현저히 증가하는 양상이 뚜렷하였다($p<0.01$). 한편, 초종과 수확시기의 상호작용에 따른 건물수량의 증감에 미치는 영향은 고도의 유의성이 인정되었는데, 호밀을 황숙기에 수확할 때가 건물수량이 15,561 kg/ha로 가장 높았고, 다음이 황숙기에 보리(15,385 kg/ha), 밀(14,547 kg/ha)의 순으로 낮아졌다($p<0.01$). 2004년도에도 건물수량은 초종과 수확시기에 따라 차이를 가져와, ha당 건물수량은 호밀이 11,057 kg으로 가장 높았고,

다음으로 밀이 10,069 kg 이었으며, 보리는 9,791 kg으로 가장 낮은 결과를 나타냈다($p<0.01$). 수확시기에 따른 건물수량의 변화 역시 모든 초종에서 수확시기에 진행될수록 건물수량이 뚜렷이 증가하는 결과를 보였다($p<0.01$). 한편, 건물수량은 초종과 수확시기의 상호관계가 유의적으로 작용하여, 호밀(16,219 kg/ha), 밀(13,220 kg/ha), 보리(13,124 kg/ha)의 순으로 황숙기에 수확하는 것이 건물수량이 높은 결과를 가져왔다($p<0.01$). 2년 평균 ha당 건물수량은 호밀이 11,283 kg으로 가장 높았고, 다음이 밀(10,759 kg)과 보리(10,494 kg) 순으로 나타났다($p<0.01$). 수확시기에 따른 건물수량도 역시 모든 초종에서 수확시기에 진행될수록 증가하는 양상이 뚜렷하여($p<0.01$), 송 등(1982), 김 등(1988) 및 양 등(1985)의 보고와 부합되는 결과를 얻었다. 한편, 건물수량의 증감에 미치는 초종과 수확시기의 상호관계는 뚜렷하였다. 이상의 결과로 보아, 대전지역에서는 역시 청예용 호밀의 건물수량이 보리나 밀보다 높게 나타났고, 모든 초종에서 수확시기에 진행됨에 따라 건물수량이 뚜렷이 증가되는 결과를 얻었다. 그러나, 표 1에서 보는바와 같이 호밀의 경

우 2003년은 유숙기와 황숙기가 각각 6월 3일과 6월 11일 이었고, 2004년에는 각각 5월 4일과 5월 28일로 나타나 옥수수 후작물로 파종하기에는 수확시기가 너무 늦어서 건물수량은 낮지만 최소한 출수기에 수확 이용하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 이에 대해서는 김 등(1992)도 수원에서 시험한 결과에서 수량, 기호성 및 건물섭취량을 고려한 호밀의 수확적기를 출수초기인 4월 30일 이라 하였고, 농진청(2006)은 대전과 가까운 익산의 경우 호밀 30호, 울 호밀 및 Koolgrazer의 출수기는 각각 4월 23일, 4월 25일 및 4월 27일이라 하여, 본시험에서 얻어진 대전지역에서의 출수기 4월 20~26일과 비교할 때 수원과 익산보다 출수기가 약간 빠르거나 비슷하다고 볼 수 있다. 한편, 보리는 2003

년 유숙기와 황숙기가 각각 5월 21일과 5월 26일 이었고, 2004년에는 각각 5월 6일과 5월 19일이었다. 밀은 2003년은 유숙기와 황숙기가 각각 5월 23일과 5월 28일 이었고, 2004년에는 각각 5월 8일과 5월 24일로 조사되었다. 한편, 2003년도는 2004년도에 비해 각 초종별로 숙기 도달 일령이 낮았는데 이는 평균기온이 낮았고, 파종 후 겨울철 강수량이 높아 숙기가 전반적으로 늦게 진행되었다고 볼 수 있다. 그러나 보리나 밀은 대전지역에서는 옥수수의 후작물로 고려할 때 유숙기나 황숙기는 건물수량은 높지만 수확시기가 너무 늦은 감이 있고, 특히 밀의 경우는 보리보다 시기적으로 2~5일이 더 늦어서 황숙기에 수확하여 이용하기에는 어려움이 클 것으로 본다. 따라서, 대전지역 적합한

Table 3. A comparison of dry matter yield(kg/ha) of herbage from the different forage crops and growth stages

	2003					2004		
	Boot	Heading	Milk	Dough	Mean	Boot	Heading	Milk
Rye	6,708	11,734	12,163	15,561	11,542	6,596	7,884	13,528
Barley	7,523	10,152	11,394	15,385	11,114	6,169	6,747	13,123
Wheat	7,328	11,228	12,692	14,547	11,449	6,404	7,836	12,815
Mean	7,186	11,038	12,083	15,164	11,368	6,390	7,489	13,155
LSD (0.01)	Main plot				351			
	Sub plot				384			
	Interaction				665			

	2004		Mean					
	Dough	Mean	Boot	Heading	Milk	Dough	Mean	
Rye	16,219	11,057	6,653	9,743	12,845	15,890	11,283	
Barley	13,124	9,791	6,846	8,450	12,425	14,255	10,494	
Wheat	13,220	10,069	6,866	9,532	12,754	13,884	10,759	
Mean	14,188	10,306	6,788	9,242	12,675	14,676	10,845	
LSD (0.01)			59					167
			194					243
			336					421

추파용 사료작물은 기존과 같이 옥수수의 후작물로 청예용 호밀을 수잉기~출수기에 수확하여 이용하는 것이 좋을 것으로 판단되고 있다. 대전지역에서는 아직은 영호남지역과 같이 청예용 보리나 밀을 황숙기에 수확하여 이용하려면 새로운 조숙 다수확품종이 육성되어 보급되기 전까지는 실용적인 측면에서 어려움이 크다고 하겠다. 더욱이 청예용 밀의 경우는 숙기가 보리보다 더 늦어 어려움이 더 클 것으로 예상된다.

2. 화학적 성분 및 건물소화율

화학적 성분과 건물소화율을 조사한 결과는 표 4에서 보는 바와 같다. CP 함량은 초종(주구)에 따라 차이를 보여, 청예용 밀이 13.9%로 보리(13.7%)나 호밀(12.2%)에 비하여 높은 결과를 보였다($p<0.01$). 그러나 NDF, ADF, cellulose 및 lignin과 같은 섬유소 물질의 함량은 호밀이 높았던 반면에 보리가 가장 낮았으며, 밀은 중간으로 나타났다($p<0.01$). hemicellulose

Table 4. A comparison of chemical composition(DM, %) of herbage from the different forage crops and growth stages in 2004

Crops	Growth stage	CP	NDF	ADF	Hemi-cellulose	Cellulose	Lignin	IVDMD
Rye	Boot	19.7	64.0	20.8	37.2	22.6	3.2	85.1
	Heading	19.7	68.4	35.7	32.7	27.1	5.0	72.8
	Milk	8.6	72.2	41.4	30.8	30.6	5.7	67.1
	Dough	6.3	71.6	42.6	29.0	31.7	6.5	55.8
barley	Boot	16.4	59.9	36.7	33.2	21.4	2.6	87.8
	Heading	15.8	64.6	30.8	33.8	24.6	3.5	76.6
	Milk	12.2	66.3	32.7	33.6	25.0	3.5	71.9
	Dough	10.5	70.9	34.7	36.2	22.7	4.0	71.7
Wheat	Boot	19.5	64.2	26.6	37.6	21.5	2.6	86.3
	Heading	15.5	67.8	32.4	35.4	24.6	3.2	80.1
	Milk	11.0	67.2	36.3	30.9	27.0	4.2	73.8
	Dough	9.5	68.8	36.8	32.0	27.0	4.9	64.2
Main plot	Rye	12.2	69.1	36.7	32.4	28.0	5.2	70.2
	barley	13.7	65.5	31.2	34.3	23.4	3.4	77.0
	Wheat	13.9	66.9	33.0	34.0	25.0	3.8	76.1
Sub plot	Boot	18.5	62.7	26.7	36.0	21.8	2.8	86.4
	Heading	14.8	66.2	33.0	33.7	25.4	3.9	76.4
	Milk	10.9	68.6	36.8	31.8	27.5	4.5	70.9
	Dough	8.8	70.4	38.0	32.4	27.1	5.2	63.9
LSD	Main plot	0.10	1.44	0.31	0.72	0.15	0.12	0.62
	Sub plot	0.07	1.10	0.28	0.39	0.21	0.11	0.39
	Interaction	0.13	1.91	0.48	0.67	0.37	0.19	0.68

CP; crude protein, NDF; neutral detergent fiber, ADF; acid detergent fiber, IVDMD; *in vitro* dry matter digestibility.

함량은 보리와 밀이 호밀보다 높은 결과를 보였다($p < 0.01$). *In vitro* 건물소화율(*in vitro* dry matter digestibility, IVDMD)은 보리가 77.0%으로 밀(76.1%)이나 호밀(70.2%) 보다 높은 결과를 보였다($p < 0.01$). 수확시기에 따른 CP 함량은 모든 초종에서 수확시기가 진행됨에 따라 낮아졌던 반면에, NDF, ADF, cellulose와 같은 섬유소 물질의 함량과 lignin 함량은 상당히 높아지는 결과를 나타내었다($p < 0.01$). *In vitro* 건물소화율(IVDMD)는 역시 모든 초종에서 수확시기가 진행됨에 따라 낮아지는 결과를 보이고 있어($p < 0.01$) 수확시기가 사초의 화학적 성분변화에 미치는 영향이 크다고 하겠다(김 등, 1992).

대체적으로 호밀은 수확시기가 경과함에 따라 CP 함량과 IVDMD는 감소되는 반면에, 보리는 오히려 건물수량, 양분축적량 및 사료가치가 향상되는 것으로 보고되고 있으나(송 등, 1982; 김 등, 1988), 본 시험결과에서는 호밀에 비하여 보리나 밀의 경우는 절대수치는 높았으나 역시 감소되는 결과를 보였다(허 등, 2005).

한편, 본 시험결과에서 CP 함량, 섬유소물질의 함량 및 IVDMD의 증감에 미치는 초종과 수확시기의 상호관계는 상당히 연관성이 있음이 확인되었다($p < 0.01$). 이상의 결과를 검토할 때, 화학적 성분은 초종과 수확시기에 따라 차이를

나타내어, CP 함량은 밀에서, IVDMD는 보리에서 높은 결과를 보였고, 수확시기가 진행됨에 따라 이들 성분은 감소되는 결과를 보였다.

3. 조단백질수량 및 가소화건물수량

조단백질(crude protein dry matter, CPDM)수량과 가소화건물(digestible dry matter, DDM)수량을 조사한 결과는 표 5에서 보는 바와 같다. ha당 CPDM 수량은 초종에 따라 차이를 보여, 밀이 1,283kg으로 보리(1,264kg)이나 호밀(1,259kg)에 비하여 높은 결과를 보였다($p < 0.01$). 그러나, 수확시기에 따른 CPDM 수량은 호밀에서는 출수기(1,553kg)가, 보리(1,601kg)와 밀(1,410kg)은 유숙기가 높은 결과를 보이고 있었으나($p < 0.01$), 전체적으로는 유숙기(1,391kg), 출수기(1,278kg), 황숙기(1,219kg), 수잉기(1,187kg)의 순으로 낮아지는 결과를 나타내었다($p < 0.01$). 가소화건물(digestible dry matter, DDM) 수량은 상대적으로 건물수량과 IVDMD가 높았던 밀이 7,687kg으로 호밀(7,370kg)과 보리(7,360 kg) 보다 높은 결과를 보였다($p < 0.01$).

수확시기에 따른 DDM 수량은 호밀(9,077kg)과 보리(9,435kg)는 유숙기에, 밀(7,487kg)은 황숙기가 높은 결과를 보였으나($p < 0.01$), 전체적

Table 5. A comparison of crude protein dry matter(CPDM) and digestible dry matter(DDM) yields(kg/ha) of herbage from the different forage crops and growth stages in 2004

	CPDM					DDM					
	Boot	Heading	Milk	Dough	Mean	Boot	Heading	Milk	Dough	Mean	
Rye	1,299	1,553	1,163	1,022	1,259	5,614	5,740	9,077	9,050	7,370	
barley	1,012	1,066	1,601	1,378	1,264	5,427	5,168	9,435	9,410	7,360	
Wheat	1,249	1,215	1,410	1,256	1,283	5,527	6,276	9,457	9,487	7,687	
Mean	1,187	1,278	1,391	1,219	1,269	5,523	5,718	9,323	9,316	7,472	
LSD (0.01)	Main plot					8					29
	Sub plot					25					139
	Interaction					43					241

으로는 유숙기(9,323kg), 황숙기(9,316kg), 출수기(5,718kg), 수잉기(5,523kg)의 순으로 낮아지는 결과를 가져왔다($p<0.01$).

호밀은 숙기가 진행됨에 따라 양분과 에너지의 축적량이 급격히 감소하는 반면에, 보리의 경우는 종자성숙기까지 향상되는 것으로 보고된 바 있는데(송 등, 1982; 김 등, 1988), 본 시험결과에서도 호밀에 비하여 보리나 밀은 수잉기나 출수기에 비하여 유숙기~황숙기까지 CPDM과 DDM 수량이 높아지는 결과를 보였다. 한편, CPDM과 DDM 수량의 증감에 미치는 초종과 수확시기의 상호관계는 상당히 연관성이 있음이 밝혀졌다($p<0.01$). 이상의 결과로 보아, 호밀에 비하여 밀과 보리는 CPDM과 DDM 수량이 높아서 조숙 다수확 신품종이 육성 보급된다면 대전지역에서도 재배가능성은 매우 클 것으로 예상되고 있다.

IV. 요약

본 시험은 2002년 9월부터 2004년 12월까지 충남대학교 농업생명과학대학 내 부속 초지시험포장에서 옥수수 후작물로 적합한 추파용 사료작물의 재배 가능성을 탐색하고자 시험하였다. 공시초종으로 청예용 호밀(Koolgrazer), 보리(Daeyon Bori) 및 밀(Geumgang Mill)을 주구로 배치하였으며, 수잉기, 출수기, 유숙기 및 황숙기를 세구로 하여 분할구배치법 3반복으로 수행하였다. 얻어진 결과는 다음과 같다.

2년 평균 ha당 건물수량은 호밀이 11,283kg으로 가장 높았고, 다음이 밀(10,759kg)과 보리(10,494kg) 순으로 나타났다($p<0.01$). 건물수량은 모든 초종에서 수확시기가 진행될수록 증가하는 양상이 뚜렷하였다($p<0.01$). CP 함량은 초종간에 차이를 보여 청예용 밀이 13.9%으로 보리(13.7%)나 호밀(12.2%)에 비하여 높은 결과를 보였다($p<0.01$). NDF, ADF, cellulose 및 lignin과 같은 섬유소 물질의 함량은 호밀이 높은 반면에 보리가 가장 낮았으며, 밀은 중간으로 나

타내었다($p<0.01$). CPDM 수량은 밀이 호밀이나 보리보다 높았다($p<0.01$). 건물소화율(*in vitro* dry matter digestibility, IVDMD)은 보리가 77.0%으로 밀(76.1%)이나 호밀(70.2%) 보다 높은 결과를 보였으나($p<0.01$), DDM 수량은 밀이 호밀이나 보리보다 높은 결과를 보였다($p<0.01$). 그러나, 대전지역에서 추파용 보리나 밀은 유숙기나 황숙기 때의 건물수량과 품질은 높은 편이었지만 수확시기가 상당히 늦어 옥수수의 후작물로 재배하기에는 어려움이 크다고 하겠다. 따라서, 대전지역 적합한 추파용 사료작물은 지금과 같이 청예용 호밀을 수잉기~출수기에 수확하여 이용하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 그러나, 대전지역에서 추파용 보리나 밀의 이용은 조숙 다수확신품종의 보급이 선행되어야 할 것으로 사료된다.

V. 인용 문헌

1. 고영두, 문영식, 박중형. 1986. 호맥의 생육단계별 수량과 whole crop silage 품질에 미치는 영향. 한초지. 6(1):19-23.
2. 김내수, 김정우, 박홍양, 상병찬, 여정수, 전광주, 최광수, 홍기창. 1995. 응용통계학. 유한문화사. 서울.
3. 김동암, 권찬호, 한건준. 1992. 청예용 호밀의 수확시기가 사초의 수량과 사료가치에 미치는 영향. 한초지. 12(3):173-177.
4. 김정갑, 양종성, 함민수, 이상범. 1988. 대맥 및 호맥의 건물생산성과 사료가치에 관한 연구. II. 생육단계별 화학성분, 소화율 및 에너지 함량변화. 한축지. 30(3):193-198.
5. 농촌진흥청. 2006. 2006년도 동계작물 신품종개발 공동연구사업 결과평가 및 설계심의자료. 농진청. 수원 p 125-131.
6. 박형수, 김동암, 김종덕. 1999. 호밀의 사초특성, 수량 및 품질에 미치는 파종량 및 파종시기의 영향. 한초지. 19(2):105-114.
7. 성병렬, 임용우, 김맹중, 김기용, 최기준, 임영철, 임근발, 박근제. 2004. 사료용 호밀 보급품종의 주요 생육특성과 수량성. 한초지. 24(4):301-308.

8. 송진달, 양종성, 김강식. 1982. 청예맥류의 생육 단계별 silage 제조 및 소화시험. 축시연보. p 848-852.
9. 양종성, 김정갑, 송영섭, 박창선. 1985. 답리작 청예맥류 수확시기가 수량 및 영양가에 미치는 영향. 축시연보. p 895-898.
10. 서 성, 김원호. 2006. 사료용 맥류의 사료적 가치와 급여 효과. 총체보리의 한우 급여효과 연찬회 및 개발 보급 확대를 위한 심포지움. 작물과학원 호남농업연구소. 선진출판기획. 익산. p 53-83.
11. 허정민, 이수기, 이인덕, 이봉덕, 배형철. 2005. 맥류의 수확시기가 사일리지의 재료적 특성 및 품질에 미치는 영향. 동물자원지. 47(5):877-890.
12. AOAC. 1990. Official methods of analysis(15th ed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
13. Crampton, F.W. and L.A. Maynard. 1938. The relation of cellulose and lignin content to the nutritive value of animal feeds. J. Nut. 15:383-395.
14. Goring, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agr. Handbook. No. 379. ARS. USDA. Washington, DC.
15. Tilley, J.A.M. and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for *in vitro* digestibility of forage crops. J. Brit. Grassl. Sci. 18:104-111.