

대전지역에서 호밀과 보리의 파종비율이 건물수량 및 사료가치에 미치는 영향

이인덕 · 이형석* · 신연호**

Effect of Seed Blending Rates Between Rye and Barley on Forage Production and Quality in Daejeon Area

In Duk Lee, Hyung Suk Lee* and Yeun Ho Shin**

ABSTRACT

This experiment was conducted at college of Agriculture and Life Science in Chungnam National University from September, 2004 to June, 2007 in order to evaluate the mixture possibility between barley and rye in the area of Daejeon. Rye (cultivar; Koolgrazer) and barley (cultivar; Daeyeon Bori) were set for the experiment. The experiment was arranged in four treatments: R100 (rye 100%), R60 + B40 (rye 60% + barley 40%), R50% + B50% (rye 50% + barley 50%), and R40% + B60% (rye 40% + barley 60%). The experiment was repeated three times in the randomized complete block. The average dry matter (DM) yield for three years of R100 weighed 9,282 kg and its DM yield was higher than any other DM yield. The higher the barley seed rates are, the lower the DM yield is ($p < 0.05$). As the barley seed rates increased 40%, 50%, and 60% respectively, its vegetative percentage tended to increase 30%, 41%, and 47%, but the barley vegetative percentage against its seed rates did not bring forth somewhat low results. Compared with R100, the contents of crude protein (CP) and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) got higher as the barley seed rates became higher, while the contents of NDF, ADF, cellulose, and lignin were lower ($p < 0.05$). Compared with R100, the yields of crude protein dry matter (CPDM) and digestible dry matter (DDM) showed lower in the any mixed barley ($p < 0.05$). Thus, in case of using barley mixed with rye in the area of Daejeon, it seems to be quite difficult, unless the supply of high-productive barley variety is followed, to enhance the yields of DM, CPDM, and DDM.

(Key words : Rye, Barley, Seeding rate, DM yields, Quality)

I. 서 론

대전지역에서 옥수수 후작으로 추파용 사료 작물을 재배하여 수량과 품질이 높은 조사료를 얻고자 할 경우, 지금까지 단위면적당 사초의 수량과 품질이 높다고 알려진 호밀이 대표적인

작물로 재배되고 있다(김 등, 1992; 박 등, 1999; 성 등, 2004). 그러나 중부지방 및 영호남지역에서는 옥수수 후작이나 특히 답리작으로 청보리가 수량과 품질 면에서 우수성이 인정되어 재배 이용되고 있는 실정이다(송 등, 1982; 양 등, 1985; 고 등, 1986; 김 등, 1988;

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

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

** 혜전대학 (Hyejeon College, Hongsung 350-702, Korea)

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

E-mail : hs1207@hanmail.net

서 등, 2004ab; 임 등, 2007). 호밀의 경우는 건물수량은 높으나 생육시기가 진행됨에 따라 품질이 급격히 떨어지고, 사일리지를 제조하여 가축에 급여할 때도 기호성과 채식량이 상대적으로 떨어지는 문제점을 안고 있다. 이와는 달리 청보리는 청예호밀에 비하여 품질이 높고, 사일리지를 제조하였을 경우에도 기호성이 높아 채식량도 향상될 뿐만 아니라(서와 김, 2006) 한우 비육우에 급여하였을 경우 배합사료 절감과 육질 향상 효과가 있다고 보고되었다(김 등, 2003ab). 따라서 본 연구에서는 대전지역에서 지금까지 사초용으로 많이 재배되고 있는 호밀에 보리를 혼파하여 상호 보완적인 측면에서의 활용가능성을 탐색하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 2004년 9월부터 2007년 6월까지 충남대학교 농업생명과학대학 내 부속 초지시험포장에서 수행하였다. 시험재료는 청예용 호밀(Koolgrazer)과 보리(Daeyeon Bori)였으며, 호밀과 보리의 파종비율은 호밀 100%, 호밀 60%+보리 40%, 호밀 50%+보리 50% 및 호밀 40%+보리 60% 등 4처리, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 시험하였고 구당면적은 20 m²이었다. 파종시기는 각각 2004년 9월 31일, 2005년 9월 24일, 2006년 9월 25일 이었으며, 파종은 산파로 하였다. 수확시기는 호밀의 출수기(70%)에 도달한 일자를 기준으로 2005년 4월 27일, 2006년 4월 25일, 2007년 4월 19일 이었다. 파종량은 각각 ha당 150 kg이었으며, 시비기준은 파종당시의 기비로 N 80 kg + P₂O₅ 200 kg + K₂O 60 kg/ha를 사용하였다. 조성 다음해의 봄 추비는 2005년 3월 22일, 2006년 3월 8일, 2007년 3월 14일에 N 70 kg + K₂O 60 kg/ha를 각각 사용하였다. 건물수량은 처리별로 예취 시 마다 조사한 생초수량에 건물물을 곱하여 산출하였다. 조단백질(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. 건물소화율(*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) 0.28 ds/m, 유기물 함량 16 g/kg, 총질소 함량 1.4 g/kg, 유효인산 함량 321 mg/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). 2005년부터 2007년까지의 월별 기온과 강수량은 Table 1과 같다.

III. 결과 및 고찰

1. 건물수량

연도 별로 건물수량을 조사한 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다. ha당 건물수량은 호밀 100%구가 2005년, 2006년 및 2007년에 각각 9,430 kg, 8,683 kg 및 9,733 kg으로 가장 높았고, 모든 연도에서 보리의 파종비율이 높아질수록 건물수량은 반대로 감소하는 경향이 뚜렷하게 나타나 호밀 40%+보리 60%구의 건물수량이 2005년, 2006년 및 2007년도에 각각 7,640 kg, 7,282 kg 및 8,299 kg으로 가장 낮은 결과를 나타냈다(p<0.05). 3년 평균 ha당 건물수량은 호밀 100%구가 9,282 kg으로 가장 높았으나 보리의 파종비율이 높아짐에 따라 건물수량이 감소되는 결과를 나타내 호밀 60%+보리 40%구, 호밀 50%+보리 50%구 및 호밀 40%+보리 60%구는 건물수량이 각각 8,359 kg, 8,192 kg 및 7,740 kg으로 현저하게 감소되는 결과를

Table 1. Monthly temperature and precipitation at Daejeon in 2005~2007

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2005												
Mean Temp. (°C)	-1.4	-0.9	4.7	13.6	17.3	22.6	25.4	25.1	22.0	14.1	8.3	-2.9
Precipitation (mm)	6.0	37.5	38.8	48.5	60.5	209.6	463.3	499.5	226.4	30.5	20.3	15.2
2006												
Mean Temp. (°C)	0.3	0.9	6.1	11.7	18.5	22.3	23.1	26.7	20.0	17.1	8.8	1.5
Precipitation (mm)	31.2	33.1	8.1	94.2	119.7	131.0	531.0	113.6	24.1	19.35	60.0	29.9
2007												
Mean Temp. (°C)	0.4	4.2	6.9	12.0	18.3	22.5	24.2	26.1	21.2	14.8	6.6	2.0
Precipitation (mm)	14.0	45.0	117.8	28.6	130.6	133.0	275.7	373.5	549.9	47.4	9.8	26.9

Table 2. Effect of seeding blending rates between rye and barley on dry matter (DM) yield and botanical composition

Seed blending rate	Dry matter yield(kg/ha)				Plant composition rate(%)							
					2005		2006		2007		Year mean	
	2005	2006	2007	Year mean	Rye	Barley	Rye	Barley	Rye	Barley	Rye	Barley
R100%	9,430 ^a	8,683 ^a	9,733 ^a	9,282 ^a	100	—	100	—	100	—	100	—
R60+B40%	8,350 ^b	8,004 ^b	8,702 ^b	8,359 ^b	74	26	67	33	68	32	70	30
R50+B50%	8,284 ^b	7,828 ^c	8,464 ^c	8,192 ^c	64	36	58	42	54	46	59	41
R40+B60%	7,640 ^c	7,282 ^d	8,299 ^d	7,740 ^d	57	43	54	46	48	52	53	47

* R; rye, B; barley.

^{a, b, c, d} Means in the same column with different letters were significantly different ($p < 0.05$).

가져왔다 ($p < 0.05$). 이러한 결과는 호밀의 출수기(70% 이상 출수)에 맞추어 수확하였던 관계로 이 시기(4월 19일~27일)는 대전에서는 아직 보리가 수잉기~출수초기에 해당되어 보리의 건물수량이 호밀에 비하여 상대적으로 낮을 수밖에 없기 때문이라 할 수 있다. 또한 이와 이(2006)가 조사한 대전지역의 청예호밀과 보리의 건물수량을 조사하였던 연구결과에서도 호밀(Koolgrazer)에 비하여 보리(대연보리)의 건물수량이 모든 숙기에서 상대적으로 낮았다는 시험결과에서도 입증되었듯이 보리의 파종비율이 높아짐에 따라 총 건물수량이 낮아지는 것은 당연한 결과라 하겠다. 따라서 대전지역에서 옥수수 후작이나 답리작으로 청예용 호밀과 보리를 혼파하여 이용할 경우는 청예용 보리의 새로운 조숙 다수확품종이 보급되기 전까

지는 품질의 개선효과는 있을지 모르지만 총 건물수량을 높이는 데는 한계가 있을 것으로 판단된다. 한편 청예용 호밀과 보리의 식생비율은 모든 연도에서 보리의 파종비율이 높아질수록 보리의 식생비율이 높아져 3년 평균 식생비율은 보리의 파종비율이 각각 40%, 50% 및 60%으로 높아짐에 따라 보리의 식생비율은 각각 30%, 41% 및 47%으로 높아지는 결과를 보였으나 호밀에 비하여 보리의 생육이 왕성하지 못하여 파종비율 대비 보리의 식생비율은 그리 높지 못한 결과를 가져왔다.

2. 화학적 성분 및 건물소화율

화학적 성분과 건물소화율 (*in vitro* dry matter digestibility, IVDMD)를 조사한 결과는 Table 3

Table 3. Effect of seeding blending rates between rye and barley on chemical composition (DM, %) and *in vitro* dry matter digestibility

Year	Seeding blending rate	CP	NDF	ADF	Hemi-cellulose	Cellulose	Lignin	IVDMD
2005	R 100%	14.1 ^d	66.7 ^a	29.2 ^a	37.5 ^b	27.3 ^a	4.2 ^a	67.5 ^d
	R60+B40%	14.4 ^c	65.2 ^b	28.4 ^b	36.8 ^b	26.8 ^b	3.8 ^b	68.1 ^c
	R50+B50%	15.1 ^b	64.4 ^c	27.6 ^c	36.8 ^b	26.1 ^c	3.7 ^b	69.5 ^b
	R40+B60%	16.1 ^a	63.6 ^d	25.3 ^d	38.3 ^a	25.4 ^d	3.3 ^c	70.5 ^a
2006	R100%	16.3 ^c	65.5 ^a	28.4 ^a	37.2 ^a	26.4 ^a	3.9 ^a	68.7 ^d
	R60+B40%	17.5 ^b	64.5 ^b	26.6 ^b	37.8 ^a	25.8 ^b	3.6 ^b	69.3 ^c
	R50+B50%	18.7 ^a	63.9 ^c	25.6 ^c	38.2 ^a	24.6 ^c	3.4 ^c	70.3 ^b
	R40+B60%	19.0 ^a	62.1 ^d	24.1 ^d	38.0 ^a	23.9 ^d	3.2 ^d	71.6 ^a
2007	R100%	15.7 ^d	66.2 ^a	29.1 ^a	37.1 ^b	27.3 ^a	3.8 ^a	67.7 ^d
	R60+B40%	16.4 ^c	64.5 ^b	28.0 ^b	36.5 ^c	26.7 ^b	3.6 ^b	68.2 ^c
	R50+B50%	17.2 ^b	64.1 ^b	26.0 ^c	38.1 ^a	25.4 ^c	3.5 ^b	69.1 ^b
	R40+B60%	17.9 ^a	62.2 ^c	24.1 ^d	38.1 ^a	24.1 ^d	3.3 ^c	70.5 ^a
Year mean	R100%	15.4 ^d	66.1 ^a	28.9 ^a	37.3 ^{ab}	27.0 ^a	4.0 ^a	68.0 ^d
	R60+B40%	16.1 ^c	64.7 ^b	27.7 ^b	37.0 ^b	26.4 ^b	3.7 ^b	68.5 ^c
	R50+B50%	17.0 ^b	64.1 ^c	26.4 ^c	37.7 ^a	25.4 ^c	3.5 ^c	69.6 ^b
	R40+B60%	17.7 ^a	62.6 ^d	24.5 ^d	38.1 ^a	24.5 ^d	3.3 ^d	70.9 ^a

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

^{a, b, c, d} Means in the same column with different letters were significantly different ($p < 0.05$).

에서 보는 바와 같다. 조단백질(CP) 함량은 대체적으로 모든 연도에서 보리의 파종비율이 높아질수록 호밀 100%구에 비하여 상대적으로 높아지는 양상이 뚜렷하게 나타났다($p < 0.05$). 따라서 3년 평균 CP 함량도 호밀 100%구에 비하여 보리의 파종비율이 높아질수록 높아지는 양상이 뚜렷하였다($p < 0.05$). 그러나 NDF, ADF, cellulose 및 lignin 함량은 반대로 보리의 파종비율이 높아질수록 상대적으로 낮아지는 양상이 뚜렷하게 나타났다($p < 0.05$). IVDMD는 모든 연도에서 보리의 파종비율이 높아질수록 호밀 100%구에 비하여 상대적으로 높아지는 양상이 뚜렷하였으며($p < 0.05$), 3년 평균 IVDMD도 호밀 100%구에 비하여 보리의 파종비율이 높아질수록 높아지는 양상이 뚜렷하게 나타났다($p < 0.05$). 이러한 결과는 수확시기 및 품종이 사초의 화학적 성분변화에 미치는 영향이 크다고 한 김 등(1992) 및 이와 이(2006)의 보고에

서 알 수 있듯이 상대적으로 호밀에 비해 속기가 어린 보리의 식생비율이 높은 구에서 CP 함량과 IVDMD가 높게 나타났고, NDF, ADF, cellulose 및 lignin 함량이 낮게 나타나 송 등(1982), 김 등(1988)의 보고와도 상당히 부합되었다. 따라서 본 시험결과에서 나타난 바와 같이 청예용 호밀과 보리를 혼파하여 이용할 경우 보리의 파종비율이 높아질수록 CP 함량과 IVDMD는 호밀 100%구에 비하여 높아졌고, 반대로 NDF, ADF, cellulose 및 lignin 함량은 낮아졌던 것으로 보아, 청예용 호밀과 보리의 혼파가 품질을 개선하는 데는 어느 정도 효과적인 측면이 있다고 하겠다.

3. 조단백질수량 및 가소화건물수량

조단백질(crude protein dry matter, CPDM) 수량과 가소화건물(digestible dry matter, DDM)

Table 4. Effect of seeding blending rate between rye and barley on crude protein dry matter (CPDM) and digestible dry matter (DDM) yields

Seeding blending rate	CPDM (kg/ha)				DDM (kg/ha)			
	2005	2006	2007	Year mean	2005	2006	2007	Year mean
R 100%	1,330 ^a	1,415 ^b	1,528 ^a	1,424 ^a	6,366 ^a	5,966 ^a	6,590 ^a	6,307 ^a
R 60 + B 40%	1,202 ^d	1,401 ^b	1,430 ^{bc}	1,344 ^{bc}	5,686 ^b	5,547 ^b	5,948 ^b	5,727 ^b
R 50 + B 50%	1,251 ^b	1,464 ^a	1,456 ^b	1,390 ^b	5,757 ^b	5,503 ^b	5,849 ^b	5,703 ^b
R 40 + B 60%	1,230 ^c	1,383 ^b	1,486 ^b	1,366 ^b	5,386 ^c	5,214 ^b	5,851 ^b	5,484 ^c

* CPDM ; crude protein dry matter, DDM; digestible dry matter.

^{a, b, c} Means in the same column with different letters were significantly different ($p < 0.05$).

수량을 조사한 결과는 Table 4에서 보는 바와 같다. ha당 CPDM 수량은 청예용 호밀과 보리의 파종비율에 따라 차이를 나타내었다. CPDM 수량은 호밀 100%구에 비하여 보리를 혼파한 모든 처리 구에서 낮은 결과를 나타내었다 ($p < 0.05$). 이러한 결과는 Table 3에서 보는 바와 같이 호밀 100%구에 비하여 보리를 혼파한 모든 처리 구에서 CP함량은 높았으나, Table 2에서와 같이 호밀 100%구에 비하여 보리를 혼파한 모든 처리 구에서 상대적으로 건물수량이 유의적으로 낮았기 때문이라 하겠다. 한편 가소화건물수량(DDM)은 청예용 호밀과 보리의 파종비율에 따라 차이를 나타내, 호밀 100%구에 비하여 보리를 혼파한 모든 처리 구에서 낮은 결과를 보였다 ($p < 0.05$). 이는 Table 3에서 보는 바와 같이 호밀 100%구에 비하여 보리를 혼파한 모든 처리 구에서 건물소화율은 높았으나, Table 2에서와 같이 호밀 100%구에 비하여 보리를 혼파한 모든 처리 구의 건물수량이 유의적으로 낮았기 때문에 얻어진 결과라 하겠다. 일반적으로 호밀의 경우는 숙기가 진행됨에 따라 양분과 에너지의 축적량이 급격히 감소하는 반면에, 보리의 경우는 종자 성숙기까지 향상되는 것으로 보고된 바 있으나(송 등, 1982; 김 등, 1988), 본 시험결과에서는 호밀에 비하여 보리를 혼파한 모든 처리 구의 건물수량이 절대적으로 낮아서 이러한 결과가 나타났

고, 수확시기를 보리의 황숙기를 기준으로 수확하였다면 보리의 CPDM과 DDM 수량이 어느 정도 높아져 전체적으로 CPDM과 DDM 수량을 높여줬을 것으로 보이지만 이것도 절대 건물수량이 적은 경우에는 영향이 크지 못할 것으로 판단된다. 이상의 결과로 보아 호밀에 보리를 혼파하여 이용할 경우, 역시 대전지역에 적합한 조숙 다수확 청예용 보리의 신품종이 보급되지 않고는 CPDM과 DDM 수량의 증가효과는 크게 기대하기 어려울 것으로 판단되었다.

IV. 요 약

본 시험은 호밀과 보리의 혼파에 의해 수량 성과 품질이 높은 조사료 생산방법을 강구하고자 2004년 9월부터 2007년 6월까지 충남대학교 생명과학대학 내 부속 초지시험포장에서 수행하였다. 시험 재료는 청예용 호밀인 Koolgrazer와 대연보리였으며, 시험구 배치는 호밀 100%, 호밀 60+보리 40%, 호밀 50+보리 50% 및 호밀 40+보리 60% 등 호밀과 보리의 혼파비율을 4수준으로 하는 난괴법 3반복으로 시험하였으며 얻어진 결과는 다음과 같다. 3년 평균 ha당 건물수량은 호밀 100%구가 9,282 kg으로 가장 높았고 보리의 파종비율이 높아질수록 건물수량은 반대로 감소하는 경향이 뚜렷하였다

($p < 0.05$). 식생비율은 보리의 파종비율이 각각 40%, 50% 및 60%로 높아짐에 따라 보리의 식생비율은 각각 30%, 41% 및 47%로 높아졌으나 파종비율 대비 보리의 식생비율은 그리 높지 못한 결과를 가져왔다. 조단백질 함량과 건물소화율은 호밀 100%구에 비하여 보리의 파종비율이 높아질수록 높아졌던 반면에 NDF, ADF, cellulose 및 lignin 함량은 낮아지는 결과를 보였다 ($p < 0.05$). ha당 조단백질 수량과 가스화건물 수량은 호밀 100%구에 비하여 보리를 혼파한 모든 처리 구에서 낮은 결과를 나타내었다 ($p < 0.05$). 따라서 대전지역에서 호밀과 보리를 혼파하여 이용할 경우, 청예용 보리의 다수확품종 보급이 선행되지 않고는 건물수량과 CPDM 및 DDM 수량을 높이는 데는 어려움이 클 것으로 사료된다.

V. 인용 문헌

- 고영두, 문영식, 광종형. 1986. 호맥의 생육단계별 수량과 whole crop silage 품질에 미치는 영향. 한초지. 6(1):19-23.
- 김내수, 김정우, 박홍양, 상병찬, 여정수, 전광주, 최광수, 홍기창. 1995. 응용통계학. 유한문화사. 서울.
- 김동암, 권찬호, 한건준. 1992. 청예용 호밀의 수확시기가 사초의 수량과 사료가치에 미치는 영향. 한초지. 12(3):173-177.
- 김원호, 이상철, 서성, 신재순, 조수현, 최현주, 박근제. 2003a. 총제보리 위주 섬유질 배합사료 한우급여효과. II. 육질 및 육량등급. 한초지. 제 41회 학술발표회 심포지움. pp.183-183.
- 김원호, 이상철, 서성, 신재순, 박범영, 김영훈, 박근제. 2003b. 총제보리 위주 섬유질 배합사료 한우급여효과. I. 사료비 및 증체효과. 한초지. 제41회 학술발표회 심포지움. pp.182-182.
- 김정갑, 양종성, 함민수, 이상범. 1988. 대맥 및 호맥의 건물생산성과 사료가치에 관한 연구. II. 생육단계별 화학성분, 소화율 및 에너지 함량변화. 한초지. 30(3):193-198.
- 박형수, 김동암, 김종덕. 1999. 호밀의 사초특성, 수량 및 품질에 미치는 파종량 및 파종시기의 영향. 한초지. 19(2):105-114.
- 성병렬, 임용우, 김맹중, 김기용, 최기준, 임영철, 임근발, 박근제. 2004. 사료용 호밀 보급품종의 주요 생육특성과 수량성. 한초지. 24(4):301-308.
- 송진달, 양종성, 김강식. 1982. 청예맥류의 생육 단계별 silage 제조 및 소화시험. 축시연보. pp. 848-852.
- 양종성, 김정갑, 송영섭, 박창선. 1985. 답리작 청예맥류 수확시기가 수량 및 영양가에 미치는 영향. 축시연보. pp.895-898.
- 서 성, 김원호. 2006. 사료용 맥류의 사료적 가치와 급여 효과. 총제보리의 한우 급여 효과 연찬회 및 개발 보급 확대를 위한 심포지움. 작물과학원 호남농업연구소. 익산. pp. 53-83.
- 서 성, 김원호, 김종근, 최기준. 2004a. 권역별 답리작 사료작물 최대 생산을 위한 적작목 (품종) 선발. 1. 중부지방(수원) 중심으로. 한초지 24(3): 207-216.
- 서 성, 김원호, 이준호, 박태일, 최기준. 2004b. 권역별 사료작물 최대 생산을 위한 적작목 (품종) 선발. 2. 호남지방(익산)을 중심으로. 한초지 24(3):217-224.
- 이형석, 이인덕. 2006. 대전지역 추파 사료작물의 건물수량 및 사료가치 비교 연구. 한초지. 26(4): 249-256.
- 임영철, 윤세형, 김원호, 김종근, 최기준, 김맹중, 정민웅, 서 성, 육완방. 2007. 중부지역 답리작에서 동계 사료작물의 조기파종 효과. 한초지. 27(3):183-188.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis (15th ed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- 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.
- Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agr. Handbook. No. 379. ARS. USDA. Washington, DC.
- 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.

(접수일: 2008년 9월 24일, 수정일 1차: 2008년 11월 14일, 수정일 2차 11월 27일, 게재확정일: 2008년 12월 1일)