

## 수확기에 따른 호밀 품종간의 사초 생산능력

김수곤 · 김종덕 · 권찬호 · 하종규\* · 김동암\*

### Forage Yield and Quality in Rye Cultivars with Different Harvesting Dates

Su Gon Kim, Jong Duk Kim, Chan Ho Kwon, Jong Kyu Ha\* and Dong Am Kim\*

#### ABSTRACT

This experiment was carried out to determine the effect of harvesting date on the forage yield and quality of different rye (*Secale cereale* L.) cultivars. The experiment was conducted in split plot design with three replications. The main plots consisted of two harvesting dates 20th and 30th April. The subplots consisted of five rye cultivars from different maturity groups such as 'Kodiak (Late)', 'Koolgrazer (Early)', 'Danko (Late)', 'Homil22 (Medium)' and 'Olhomil (Early)'. Dry matter (DM) contents of 17.8% at early harvesting were lower 2.2% than at late harvesting. But crude protein (CP) of 18.9% and total digestible nutrients (TDN) contents of 65.5% at early harvesting were higher 2.3% and 3.0% than those at late harvesting, respectively. There were significant differences in DM, CP and TDN contents among the rye cultivars tested ( $p < 0.05$ ). The contents of fiber components at early harvesting were lower than those at late harvesting. The acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), cellulose and acid detergent lignin (ADL) contents at early harvesting were lower than those at late harvesting, and hemicellulose contents at early harvesting was higher than that at late harvesting. The fiber component of early maturing cultivars such as 'Koolgrazer' and 'Olhomil' were higher than those of the others. Dry matter, CP, *in vitro* digestible dry matter (IVDDM) and TDN yields at early harvesting were lower than those at late harvesting, and the yield of early maturing cultivars were higher than those of the others. In this study, the results of this study indicate that forage production technology in combination with early maturing rye cultivar and late harvesting could enhance both production and quality of rye.

(Key words : Early harvesting, Late harvesting, Forage production technique)

#### I. 서 론

농경지 면적이 협소한 우리나라의 한우 및 낙농경영 조건하에서 논과 밭을 이용한 사초의 최대생산 방법은 다모작에 의한 사초의 집약적인 생산이다. 따라서 우리나라의 한우 및 낙농가들은 논이나 밭에서 청예용 호밀과 옥수수를 조합한 2모작의 양질조사료 생산체계를 관행작

부체계로 삼고 있다(김 등, 1983). 그런데 현재의 작부체계가 안고 있는 경영상의 문제점의 한 가지는 가을파종 호밀이 이듬해 봄철에 수확이 지연되므로 인하여 호밀을 수확한 다음에 파종하게 되는 옥수수의 파종이 연쇄적으로 늦어지게 된다는데 있다. 이로 인하여 옥수수의 생산성 저하는 물론이고 품질 저하에 영향을 미치게 된다(Phipps 및 Wilkinson, 1985; 권,

천안연암대학 (Cheonan Yonam College)

\* 서울대학교 (Seoul National University)

Corresponding author : Jong Duk Kim, Cheonan Yonam College, Sunghwan, Cheonan-Si 330-709, Korea.

Tel: 041-580-1088, Fax: 041-580-1249, E-mail: yasc@yonam.ac.kr

1991; 김, 1999). 지금까지 주작물인 옥수수를 중심으로 한 다모작 사초 생산에 관한 것은 단편적인 2모작 및 3모작시의 사초수량 비교가 대부분이었다(Crookston 등, 1978; Hesel 및 Wedin, 1981; Murdock 및 Wells, 1978; Papendick 등, 1976).

그러나 호밀은 사초수량도 중요하지만 가축이 섭취하여 생산능력을 발휘하려면 영양소 함량이 높아야 한다. 일반적으로 조시 수확은 영양소 함량이 높으나 수량이 떨어지고 만시 수확은 영양소 함량이 떨어지나 수량은 증가한다(권, 1991; 김, 1999; 이 등, 2004). 따라서 영양소와 수량이 높은 경제적 수확시를 결정하는 것이 중요하다.

또한 국내의 사초용 호밀 품종과 관련된 시험들은 대부분 1990년 이전에 수행되었으며, 그 이후 많은 품종들이 정부 인증품종으로 등록되어 현재 외국수입품종은 24품종에 이르고 있다(농협, 2006). 이러한 품종들이 같은 시기에 추천되지 않은 관계로 품종의 정확한 숙기를 알지 못하여 농가에 혼선을 주고 있다(이 등, 2004).

따라서 본 연구는 현재 정부인증품종 중 낙농가가 가장 많이 재배하는 사초용 호밀 5개 품종을 9월 14일에 파종하고 수확시기를 조기 수확인 4월 20일과 만기수확인 4월 30일로 달리하였을 때 수확기에 따른 호밀 품종간의 사초수량과 품질을 비교하기 위하여 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

포장시험은 서울대학교 농업생명과학대학 실험목장의 사초시험포장에서 2001년 9월 14일부터 2002년 4월 30일까지 실시하였다. 시험이 수행된 포장은 사일리지용 옥수수와 호밀을 연간 2모작으로 재배해오던 식양토이었다. 평균 기온은 예년보다 약간 높은 분포를 보였고 강수량은 예년과 비슷한 경향으로 가을에는 다소 낮았으나 봄에는 높은 분포를 보였다. 본 연구

는 사초용 호밀의 수확기를 주구로 4월 20일과 4월 30일로 하고 정부인증품종 중 가장 많이 재배 이용하고 있는 'Kodiak', 'Koolgrazer', 'Danko', 'Homil22' 및 'Olhomil'의 5품종을 세구로 하는 분할구 배치법으로 시험을 수행하였다. 파종시 시험구의 크기는 3.6m<sup>2</sup>(1.2 × 3m)로 파종량은 ha당 150 kg으로 하였으며 종자를 손으로 균일하게 산파하고 가볍게 레이프로 복토한 후 롤러로 진압을 하였다. 구비는 ha당 10,000 kg을 경운 전에 포장전면에 살포하여 경운 쇄토한 후, 기비로 질소 80 kg, 인산 150 kg 그리고 칼리 70 kg을 시비하였다. 추비는 이듬해 봄인 3월 10일에 질소 100 kg, 칼리 80 kg을 시험구 포장 전면에 손으로 골고루 시비하였다. 사초용 호밀의 시험구중 사초의 수량조사를 위해서 모든 처리구는 각각 2002년 4월 20일과 4월 30일에 center strip (76cm × 4m)을 하였으며, 각 시험구에서 수확한 사초는 생초수량을 칭량한 다음 4~5개의 부위로부터 약 400 g 정도의 시료를 취하여 65℃의 순환식 열풍 건조기 내에서 72시간 이상 충분히 건조한 후 건물물을 구하여 ha당 건물수량을 계산하는데 이용하였고, 건조된 시료는 전기믹서로 1차 분쇄한 후 20 mesh Wiley Mill로 다시 분쇄한 후 2중 뚜껑 플라스틱 시료 보관병에 넣어 직사광선이 들지 않은 시료 보관실에 보관하여 필요한 양을 채취하여 분석에 사용하였다. 호밀의 TDN 수량은 Holland 등(1990)에 의한 공식 즉,  $TDN = 88.9 - (0.79 \times ADF\%)$ 에 의하여 TDN을 산출한 후 건물수량을 곱하여 구하였다. NDF (neutral detergent fiber), ADF (acid detergent fiber) 및 ADL (acid detergent lignin)는 Goering 및 Van Soest 방법(1970)으로 분석하였다. Hemicellulose는 NDF와 ADF의 차에 의해서 구했으며 cellulose는 ADF와 ADL의 차이에 의해 계산하였다. 상대사료가치(RFV)는 ADF와 NDF가 건물소화율과 섭취량과의 높은 상관관계를 가진 사실을 근거로 하여 추정된 계산공식에 의하여 분석된 ADF 및 NDF치로 계산하였다.

(Holland 등, 1990). 조단백질 함량은 AOAC법 (1990)에 의거하여 Micro kjeldahl system을 이용하여 분석하였다. *In vitro* 건물 소화율은 Tilley 및 Terry법(1963)을 Moore (1970)가 수정한 방법을 이용하였으며 Buffer solution은 Mcdougall's artificial saliva를 이용하였고 인공 위누관이 부착된 한우로부터 아침사료를 급여하기 전에 위액을 채취하고 소화액으로 사용하였으며 48시간 경과 후 pepsin + Hcl을 처리하였다. 소화율의 측정시 여과는 I-G<sub>2</sub> glass filter를 통과할 수 있도록 진공펌프를 이용하였으며 소화 중 centrifuge tube는 50 ml의 것을 사용하였다. 통계처리는 SAS Package program(ver.

6.12)을 이용하여 실시하였고, 처리평균간 비교는 최소 유의차검정 (LSD)을 이용하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 건물, 조단백질 및 가소화 영양소총량 함량

사초용 호밀의 수확시기 및 품종이 건물, 조단백질(CP) 및 가소화 영양소총량(TDN) 함량에 미치는 영향을 보면 Table 1에서 보는 바와 같다. 수확시기에 따른 건물 함량은 조기수확이 17.8%로 만기수확인 20.0%보다 2.2%가 낮았으며 유의적인 차이가 있었다. 조단백질 함

Table 1. Effects of harvesting date and cultivars on dry matter (DM), crude protein (CP) and total digestible nutrients (TDN) of winter rye

Harvesting date	Cultivar	DM	CP	TDN
		..... % .....		
20 April	Kodiak	16.7	21.1	66.4
	Koolgrazer	18.7	18.4	65.4
	Danko	17.4	18.4	65.4
	Homil22	17.7	18.1	64.7
	Olhomil	18.7	18.4	65.5
	Mean	17.8	18.9	65.5
30 April	Kodiak	17.8	18.0	64.1
	Koolgrazer	22.0	16.4	61.0
	Danko	18.3	15.4	62.3
	Homil22	20.0	16.7	64.1
	Olhomil	22.1	16.4	61.1
	Mean	20.0	16.6	62.5
Mean	Kodiak	17.3	19.6	65.3
	Koolgrazer	20.4	17.4	63.2
	Danko	17.9	16.9	63.9
	Homil22	18.9	17.4	64.4
	Olhomil	20.4	17.4	63.3
	Mean	18.8	17.5	64.1
LSD (0.05)	Harvesting date	0.55	0.85	0.80
	Cultivar	1.23	1.84	1.80
	Interaction	**	**	**

\*\* significant at the p=0.01 levels of probability.

량은 조기수확이 18.9%로 만기수확인 16.6%보다 2.3%가 높았다( $p < 0.05$ ). TDN 함량은 조기수확이 65.5%로 만기수확인 62.5%보다 3.0%가 높았으며 유의적인 차이가 있었다.

품종에 따른 건물 함량은 조생품종인 'Koolgrazer'와 'Olhomil'이 각각 20.4%로 가장 높았으며 중생품종인 'Homil22'는 18.9%로 나타났으며 만생품종인 'Kodiak'과 'Danko'는 17.3%와 17.9%를 나타내어 'Kodiak' 품종이 가장 낮은 결과를 보였다( $p < 0.05$ ). 조단백질 함량은 조생품종인 'Koolgrazer'와 'Olhomil'이 각각 17.4%로 나타났으며 중생품종인 'Homil22'도 17.4%로 나타났으며 만생품종인 'Kodiak'과 'Danko'는 각각 19.6%와 16.9%로 'Kodiak' 품종이 가장 높은 반면에 'Danko' 품종은 가장 낮은 결과를 보였다( $p < 0.05$ ). TDN 함량은 조생품종인 'Koolgrazer'와 'Olhomil'이 63.2%와 63.3%로 가장 낮았으며 중생품종인 'Homil22'는 64.4%로 나타났으며 만생품종인 'Kodiak'과 'Danko'는 65.3%와 63.9%를 나타내어 만생품종인 'Kodiak'이 가장 높은 결과를 보였다( $p < 0.05$ ).

Henderson 및 Davis(1995)에 의하면 신장기에 조단백질의 함량이 가장 높았으며 개화기까지 급속히 감소하였다가 그 이후의 함량은 비교적 일정하였다고 보고하였다. 김(1999)의 시험에서 수잉기 이후 호밀의 수확시기가 늦어짐에 따라 조단백질 함량은 감소하였으며, 특히 개화기에서는 조단백질의 감소가 컸다. 그러나 본 시험에서는 수확시기가 개화기 이전으로 조단백질 및 TDN 함량의 감소는 적었다. 그리고 품종간의 비교에서 만생종인 'Kodiak' 품종이 조단백질 및 TDN 함량이 높았는데 이는 다른 품종보다 'Kodiak' 품종이 수확시 숙기가 늦은 것이 원인으로 판단된다.

## 2. 섬유소 함량

사초용 호밀의 수확시기 및 품종이 ADF,

NDF, ADL, hemicellulose 및 cellulose 함량에 미치는 영향을 보면 Table 2에서 보는 바와 같다. 수확시기(4월 20일과 30일)에 따른 ADF 함량을 보면 조기수확이 29.7%로 만기수확인 33.4%보다 3.7%가 낮았으며 유의적인 차이가 있었다. NDF 함량은 조기수확이 54.5%로 만기수확인 58.1%보다 3.6%가 낮았다( $p < 0.05$ ). ADL 함량은 조기수확이 3.8%로 만기수확인 4.6%보다 0.8%가 낮았다( $p < 0.05$ ). Hemicellulose 함량은 조기수확이 24.9%로 만기수확인 24.8%보다 0.1%가 높았으나 유의적인 차이는 없었다. Cellulose 함량을 보면 조기수확이 25.9%로 만기수확인 28.8%보다 2.9%가 낮았다( $p < 0.05$ ).

만기수확이 조기수확보다 ADF 및 NDF 함량이 증가하였는데 이러한 경향은 만기 수확기에 잎과 줄기의 섬유소 함량이 증가하였기 때문인 것으로 생각된다. 이러한 경향은 권(1991)과 김(1999)의 시험에서도 비슷한 경향을 보였다. 그리고 김 등(1992)은 NDF 및 ADF 함량은 4월 중에는 증가가 완만하고 출수기 이후인 5월에 들어서면서 크게 증가하는 경향이었다고 하여 본 시험의 수확시기를 4월 이내 한 결과 5월 이후의 결과에 대해서는 충분한 검토가 있어야 할 것이다.

품종에 따른 ADF 함량은 조생품종인 'Koolgrazer'와 'Olhomil'이 32.5% 및 32.3%로 가장 높았으며 만생품종인 'Kodiak'이 30.0%로 가장 낮은 결과를 보였다 ( $p < 0.05$ ). NDF 함량은 만생품종인 'Danko'가 60.8%로 가장 높았으며 만생품종인 'Kodiak'이 53.1%로 가장 낮은 결과를 보였다( $p < 0.05$ ). ADL 함량은 조생품종인 'Koolgrazer'와 'Olhomil'이 4.6%로 가장 높게 나타났으며 만생품종인 'Kodiak'이 3.8%로 가장 낮은 결과를 보였다( $p < 0.05$ ). Hemicellulose 함량은 만생품종인 'Danko'가 29.1%로 가장 높았으며 만생품종인 'Kodiak'이 23.1%로 가장 낮은 결과를 보였으며 유의성이 있었다. Cellulose 함량은 조생품종인 'Koolgrazer'가 28.0%로 가장 높았으며 만생품종인 'Danko'가 26.3%로 가

Table 2. Effects of harvesting date and cultivars on acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent lignin (ADL), hemicellulose and cellulose of winter rye

Harvesting date	Cultivar	ADF	NDF	ADL	Hemi	Cell	
		..... % .....					
20 April	Kodiak	28.5	49.1	3.7	20.6	24.8	
	Koolgrazer	29.7	54.2	4.0	24.5	25.7	
	Danko	29.8	60.2	3.3	30.5	26.5	
	Homil22	30.6	55.0	4.0	24.3	26.6	
	Olhomil	29.5	54.0	4.0	24.5	25.5	
Mean		29.7	54.5	3.8	24.9	25.9	
30 April	Kodiak	31.4	57.0	3.8	25.6	27.7	
	Koolgrazer	35.3	57.5	5.1	22.3	30.2	
	Danko	33.7	61.4	4.7	27.7	29.0	
	Homil22	31.4	57.3	4.3	25.9	27.1	
	Olhomil	35.2	56.9	5.1	21.7	30.1	
Mean		33.4	58.1	4.6	24.8	28.8	
Mean	Kodiak	30.0	53.1	3.8	23.1	26.3	
	Koolgrazer	32.5	55.9	4.6	23.4	28.0	
	Danko	31.8	60.8	4.0	29.1	27.8	
	Homil22	31.0	56.2	4.2	25.1	26.9	
	Olhomil	32.3	55.5	4.6	23.2	27.7	
LSD(0.05)	Harvesting date	1.02	1.52	0.38	NS	0.96	
	Cultivar	2.28	3.41	0.85	2.78	2.16	
	Interaction	**	**	**	**	**	

\*\* significant at the p=0.01 levels of probability, Hemi=hemicellulose, Cell=cellulose.

장 낮은 결과를 보였다.

김 등(1988)은 호밀의 ADF 및 NDF 함량은 품종에 관계없이 수확시기가 늦어짐에 따라 증가한다고 하여 본 시험과 같은 경향이였다. 본 시험에서 수확기간 호밀의 lignin 함량은 0.8% 차이였으나, cellulose는 3.3%로 lignin 함량보다 차이가 많아 cellulose의 증가가 ADF와 NDF 증가의 주원인으로 판단되었다. 이는 본 시험의 수확시기가 4월 30일 이전으로 제한하여 한 결과이므로 5월 이후의 ADF와 MDF 함량 증

가는 lignin 함량의 증가가 원인으로 여겨진다. 이 등(1985)의 시험에서 lignin 함량은 출수 이전에는 5%로 낮았으나 출수 후에는 급격히 증가하였다고 보고하였다.

### 3. 건물, 조단백질, *in vitro* 건물 및 가소화 영양소총량 수량

사초용 호밀의 수확시기 및 품종이 건물, 조단백질, *in vitro* 건물 및 가소화 영양소총량 수

Table 3. Effects of harvesting date and cultivars on dry matter (DM), crude protein (CP), *in vitro* digestible dry matter (IVDDM) and total digestible nutrients (TDN) yield of winter rye

Harvesting date	Cultivar	Forage yield			
		DM	CP	IVDDM	TDN
..... kg/ha .....					
20 April	Kodiak	5,963	1,253	4,794	3,955
	Koolgrazer	9,305	1,708	6,871	6,084
	Danko	7,143	1,311	5,840	4,671
	Homil22	7,312	1,322	5,728	4,731
	Olhomil	9,470	1,744	7,154	6,201
	Mean	7,839	1,468	6,077	5,128
30 April	Kodiak	8,169	1,465	6,417	5,232
	Koolgrazer	12,720	2,082	9,080	7,765
	Danko	10,234	1,572	7,462	6,370
	Homil22	10,531	1,758	7,923	6,748
	Olhomil	13,363	2,189	9,276	8,170
	Mean	11,003	1,813	8,032	6,857
Mean	Kodiak	7,066	1,359	5,606	4,594
	Koolgrazer	11,013	1,895	7,976	6,925
	Danko	8,689	1,442	6,651	5,521
	Homil22	8,922	1,540	6,826	5,740
	Olhomil	11,417	1,967	8,215	7,186
LSD(0.05)	Harvesting date	419	91	338	278
	Cultivar	937	204	756	622
	Interaction	**	**	**	**

\*\* significant at the p=0.01 levels of probability.

량에 미치는 영향을 보면 Table 3에서 보는 바와 같다. 수확시기에 따른 건물수량은 조기수확이 7,839 kg/ha로 만기수확인 11,003 kg/ha 보다 3,164 kg/ha가 낮았다( $p < 0.05$ ). 조단백질 수량을 보면 조기수확이 1,468 kg/ha로 만기수확인 1,813 kg/ha 보다 345 kg/ha가 높았으며 유의적인 차이가 있었다. *In vitro* 가소화 건물수량 (IVDDM)은 조기수확이 6,077 kg/ha로 만기수확인 8,032 kg/ha 보다 1,955 kg/ha가 낮았으며 유

의적인 차이가 있었다. TDN 수량을 보면 조기수확이 5,128 kg/ha로 만기수확인 6,857 kg/ha 보다 1,729 kg/ha가 낮았다( $p < 0.05$ ).

품종에 따른 건물수량은 조생품종인 'Olhomil'이 11,417 kg/ha로 가장 높게 나타났으며 만생품종인 'Kodiak'이 7,066 kg/ha로 가장 낮은 결과를 보였다( $p < 0.05$ ). 조단백질 수량은 조생품종인 'Olhomil'이 1,967 kg/ha로 가장 높았으며 만생품종인 'Kodiak'이 1,359 kg/ha로 가장 낮은

결과를 보였다( $p < 0.05$ ). *In vitro* 가소화 건물수량을 보면 조생품종인 'Olhomil'이 8,215 kg/ha로 가장 높았으며 만생품종인 'Kodiak'이 5,606 kg/ha로 가장 낮은 결과를 보였다( $p < 0.05$ ). TDN 수량은 조생품종인 'Olhomil'이 7,186 kg/ha로 가장 높았으며 만생품종인 'Kodiak'이 4,594 kg/ha로 가장 낮은 결과를 보였다( $p < 0.05$ ).

김 등(1994)은 사초용 호밀의 수확적기는 일반성분의 관점에서는 유숙기 무렵으로 판단되거나 가소화 조단백질이나 증체에너지 측면에서는 출수기가 적기로 판단된다고 하였다. 이 등(2004)의 시험에서 호밀품종의 수확적기는 조생종은 4월 24일에서 28일, 중생종은 4월 29일에서 5월 3일, 만생종은 5월 4일에서 5월 8일로 품종에 따라 다르다고 보고하였다. 본 시험도 이(2004)의 시험결과와 마찬가지로 품종에 따라 수확시기를 달리 하였으며, 특히 본 시험과 같이 호밀을 9월 중순에 파종하여 4월 30일 이전에 수확할 경우에는 조생종이 적합한 것으로 판단되었다.

#### IV. 요약

본 연구는 수확기에 따른 호밀 품종간의 사초생산능력을 구명하기 위하여 수행하였다. 시험구는 분할구 배치법으로 주구는 4월 20일과 4월 30일의 수확시기를, 세구는 'Kodiak', 'Koolgrazer', 'Danko', 'Homil22', 'Olhomil' 품종으로 하였다. 조기수확시의 건물 함량은 각각 17.8%로 만기수확시의 20.0% 보다 낮았으나, 조단백질 및 TDN 함량에 있어서는 만기수확시 보다 높았다. 공시품종 간에는 건물, 조단백질 및 TDN 함량에 있어서 유의적인 차이가 있었다. ADF, NDF, ADL 및 cellulose 함량은 조기수확이 만기수확시 보다 낮았으나, hemicellulose 함량은 조기수확이 만기수확시 보다 높았다. 공시품종 간에는 조생품종의 섬유소 함량이 다른 품종에 비하여 높았다. 조기수확시의 건물, 조단백질, IVDDM 및 TDN 수량은

각각 7,839, 1,468, 6,077 및 5,128 kg/ha로 만기수확시의 11,003, 1,813, 8,032 및 6,857 kg/ha 보다 낮았으며 공시품종 간에는 조생품종이 다른 품종에 비하여 높았다. 시험에서 얻어진 결론은 사초용 호밀의 수확시기를 고려할 때 수량과 사료가치를 높일 수 있는 방법은 조생호밀품종에 만기수확을 조합하는 사초생산기술에 의해서 가능하다는 것이다.

#### V. 인용 문헌

1. 권찬호. 1991. 조만생 사초용 호밀이 파종 및 수확시기가 생장, 수량 및 사료가치에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위논문. 서울. 한국.
2. 김동암. 1983. 사료작물-Ⅱ 특성과 재배방법. 선진문화사. 서울. 한국.
3. 김동암, 이무영, 조무환, 권찬호. 1988. 청예용 호밀의 수확시기와 후작 사일리지용 옥수수의 파종기가 년간 사초수량과 사료가치에 미치는 영향. 한축지 30(11):685-694.
4. 김종근. 1999. 수확시 숙기와 제조방법이 라운드 베일 호밀 사일리지의 품질에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위논문. 서울. 한국.
5. 김창호, 김성민, 체제천, 이효원. 1994. 파종기와 예취시기가 답후작 호밀의 생육 및 건물수량에 미치는 영향. 한작지 39(5):431-436.
6. 농협중앙회 축산컨설팅부. 2006. 2006년 제1차 목초 및 사료작물품종 수입적응성 심의위원회 자료.
7. 이병생, 김종덕, 권찬호, 정길웅. 2004. 호밀의 품종 및 수확시기가 사초생산성 및 품질에 미치는 영향. 동물자원지 46(2):227-234.
8. 이석순, 박찬호, 장영동. 1985. Triticale과 청예호밀의 생산성. 한작지 30(4):390-307.
9. AOAC. 1990. Official method of analysis (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
10. Crookston, R. Kent, A. Fox, Carl S. Hill David, and N. Moss, Dale. 1978. Agronomic cropping for maximum biomass production. Agron. J. 70:899-902.
11. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handb. 379, U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.

12. Helsel, Z.R. and W.F. Wedin. 1981. Harvested dry matter from single and double-cropping systems. *Agron. J.* 73:895-900.
13. Henderson, J.L. and R.O. Davies. 1955. The yield and composition of mixed cereal-legume crops at different stages of growth. *Emp. J. Exp. Agric.* 23:131-144.
14. Holland, C., W. Kezar, W.P. Kautz, E.J. Lazowski, W.C. Mahanna, and R. Reinhart. 1990. Pioneer forage manual; a nutritional guide pioneer Hi-bred International, Inc. pp. 1-55.
15. Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage In S. E. Harrison(ed.) Nutrition research technique for domestic and wild animals. Utah State Univ., Logan, UT. USA.
16. Murdock, L.W. and K.L. Wells. 1978. Yield, nutrient removal, and nutrient concentration of double-cropped corn and small grain silage. *Agron. J.* 70:573-576.
17. Papendick, R.I., P.A. Sanchez and G.A. Tripett. 1976. Preface In multiple cropping. ASA Spec. Pub. No. 27. pp. 7-8.
18. Phipps, R. and M. Wilkinson. 1985. Maize silage; production, conservation, utilization. Chalcombe Publications, Bucks. p. 48.
19. Tilley, J.M.A. and R.A. Terry. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Brit. Grassl. Soc.* 18:104-111.