

춘파재배시 이탈리아 라이그라스와 귀리의 생육특성 및 생산성 비교

최기준¹ · 임영철¹ · 지희정¹ · 이상훈¹ · 이기원¹ · 김동관² · 서 성¹ · 김원호¹ · 김기용¹

Comparison of Growth Characteristics and Forage Productivity Between Italian Ryegrass and Oats Sown in Early Spring

Gi Jun Choi¹, Young Chul Lim¹, Hee Chung Ji¹, Sang-Hoon Lee¹, Ki-Won Lee¹,
Dong Kwan Kim², Sung Seo¹, Won Ho Kim¹ and Ki-Yong Kim¹

ABSTRACT

This experiment was carried out to compare the growth characteristics and forage productivity between Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) and Oats (*Avena sativa* L.) sown in early spring on trial field of Grassland and Forages Division, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan and Jeollanam-do Agricultural Research and Extension Services, Naju in 2007 and 2008. Varieties used were Swan and Foothill in early- and late-maturing Oats, and Kospeed and Hwasan 101 in early- and late-maturing Italian ryegrass, respectively. In early-maturing variety, heading date of Swan was 14 May that was earlier one day than that of Kospeed. Plant length of Swan was 92cm that was longer 4cm than that of Kospeed. Average dry matter (DM) yield of 3 trial regions was not significantly different between Kospeed (6,809 kg/ha) and Swan (6,756 kg/ha) but DM yield of Italian ryegrass Hwasan 101 was less 35% than that of Swan. Average total digestible nutrient (TDN) yield of 3 trial regions was not significantly different between Kospeed (4,240 kg/ha) and Swan (4,162 kg/ha). In paddy cultivation of Naju, TDN yield of Kospeed was 4,154 kg/ha that was more 45% than that of Swan. Forage feed value was similar Kospeed to Swan in early maturing variety. Considering TDN yield and feed value of forage, early-maturing variety of Italian ryegrass was effective for spring-sown cultivation and suitable for forage production on paddy in southland of Korea.

(Key words: Spring-sown cultivation, Forage productivity, Forage quality)

I 서 론

최근 곡류사료 가격의 상승에 따른 축산농가의 어려움을 극복하기 위해 정부는 양질의 자급조사료 생산 확대 정책을 추진하고 있으며, 그 결과 사료작물 재배면적이 점차 증가하고 있다. 이러한 축산여건의 변화와 함께 근래에

는 보리의 춘파재배 적응성 품종 선발(이 등, 2002), 이탈리아 라이그라스 춘파재배 시 품종 간 비교 연구(김 등, 2010) 및 이른 봄 청보리와 이탈리아 라이그라스 단파 및 혼파재배 시 생산성 및 사료가치 비교(서 등, 2010) 등 춘파재배에 이용할 수 있는 작물의 다양화 연구가 활발히 추진되고 있다. 귀리 (*Avena sativa*

¹ 국립축산과학원 (National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 331-801, Korea)

² Jeollanam-Do Agricultural Research and Extension Services, Naju, Jeollanam-Do.

Corresponding author: Ki-Yong Kim, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 331-801, Korea.

Tel: +82-41-580-6751, Fax: +82-41-580-6779, E-mail: kimky77@korea.kr

L.)는 1년생 화본과 작물로서 8~3°C 이하의 저온에서 잘 자라는 특성 때문에 우리나라의 봄과 가을철 조사료 생산에 이용되고 있다. 귀리는 내한성은 약하나 2°C 정도의 낮은 온도에서 10일 정도 지나면 발아가 가능하여 (Pfeifer와 Kline, 1996) 봄에 다른 작물에 비하여 일찍 파종할 수 있고, 토양적응성도 넓어 우리나라의 봄과 가을에 재배가 가능하다 (김과 김, 1992; 신과 김, 1993). 귀리는 파종시기에 따라 봄 귀리와 가을 귀리로 나눌 수 있고, 우리나라의 경우 남부지방을 제외하고는 월동이 불가능하기 때문에 봄 재배는 3월말 이전에 파종하는 것이 건물수량이 많고 (김과 김, 1992; 김 등 1999), 가을재배는 8월 중순에서 하순 사이에 파종하는 것이 수량이 많다 (신과 김, 1993). 귀리에서 양질의 조사료를 생산할 수 있는 수확적기는 출수기이며, 수확시기가 늦으면 질소 함량이 줄어들고 NDF, ADF 및 ADL 함량이 증가한다 (Collins 등, 1990). 또한 귀리는 지엽기에서 유숙기로 생육이 진전됨에 따라 건물소화율은 80%에서 58%로 낮아지고 (Cherney와 Marten, 1982), 세포막의 소화율이 직선적으로 감소함으로 출수 시부터 출수 후 7일에 수확하는 것이 좋다고 하였다 (Cherney 등, 1983). 한편, 귀리를 사일리지로 조제 이용할 때 알맞은 수확시기는 수잉기에서 출수기 (이, 1998) 또는 유숙기 (신과 김, 1995)이며, 예건 및 첨가제 처리에 의한 사일리지 품질 향상 (김 등, 1996; 이, 1998)이 가능하다고 하였다. 이와 같이 귀리를 이용한 양질 조사료 생산에 관한 연구가 많이 이루어져 왔으며, 이러한 결과들은 우리나라의 봄과 가을에 양질 조사료 생산에 중요한 귀리 재배에 활용되고 있다.

그러나 최근 재배면적이 늘어나고 있는 이탈리아 라이그라스의 춘파재배에 대한 연구결과는 부족한 실정이다. 따라서 전통적인 춘파재배작물인 귀리와 월동사료작물인 이탈리아 라이그라스를 춘파재배시, 생육특성과 수량성 및 사료가치를 비교 분석함으로써 우리나라 양질

조사료 생산기반에 적합한 작물의 선택 및 재배에 필요한 기술정보를 제공하기 위하여 수행하였다.

II 재료 및 방법

본 시험은 이른 봄에 파종한 이탈리아 라이그라스와 귀리의 생육특성과 생산성을 비교하기 위하여 2007년부터 2008년까지 국립축산과학원 축산자원개발부 초지사료과 시험포장(천안)에서 전작으로, 전라남도농업기술원 시험포장(나주)에서 전작과 답작으로 수행되었다. 시험작물 및 품종은 귀리는 조생종인 '스완(Swan)'과 만생종인 '후트힐(Foot hill)', 이탈리아 라이그라스는 국내 육성품종 중에서 조생종인 '코스피드'(최 등, 2007)와 만생종인 '화산101호'(최 등, 2000)로 하였다. 시험구배치는 지역의 시험지별 4처리 난괴법 3반복으로 하였다. 파종시기는 중부지역(천안)의 전작은 2007년 2월 21일과 2008년 2월 29일, 남부지역(나주) 전작은 2007년 2월 27일과 2008년 2월 27일, 답작은 2007년 2월 28일과 2008년 2월 27일에 각각 파종하였다. 파종방법은 15 cm 세조파로 하였고, 파종량은 귀리는 150 kg/ha, 이탈리아 라이그라스는 50 kg/ha로 하였다. 시비량은 N-P₂O₅-K₂O = 140-120-120 kg/ha로 하였고, 시비방법은 질소(N)는 기비 50%와 본엽 2~엽기에 50%씩 나누어 시용하였고, 인산(P₂O₅)과 칼리(K₂O)는 전량을 기비로 시용하였다. 조사항목은 출현양부, 출수기, 초장, 수량 및 사료가치 등을 조사하였다. 수확시기는 후작물로 재배할 수 있는 벼, 옥수수 및 수수류의 파종시기를 감안하여 귀리 조생종(Swan)의 출수기에 맞추어 모두 같은 시기에 예취하였으며, 이때 수확시기는 2007년 천안은 5월 21일, 나주 전작은 5월 22일, 답작은 5월 21일에 하였고, 2008년에는 천안 전작은 5월 27일, 나주 전작은 5월 27일, 답작은 6월 4일에 하였다. 시험결과의 통계분석은 SAS Package (2002)를 이용한

Table 1. Chemical characteristics of soil before trial in 2007 and 2008

Year	Region (Field/Paddy)	pH (1:5 H ₂ O)	T-N (%)	O.M (g/kg)	Ex-cation (cmol ⁽⁺⁾ /kg)				CEC (me/100g)
					K	Ca	Mg	Na	
2007	Cheonan (Field)	6.69	0.06	12.78	0.26	1.76	3.34	0.34	9.90
	Naju (Field)	5.42	0.06	4.43	0.23	3.00	2.93	0.25	11.93
	Naju (Paddy)	5.63	0.24	21.03	0.46	3.77	2.81	0.38	17.62
2008	Cheonan (Field)	6.83	0.34	34.38	2.06	9.04	9.87	0.74	8.24
	Naju (Field)	7.06	0.13	13.41	0.76	6.78	3.08	0.12	14.44
	Naju (Paddy)	6.94	0.13	9.12	20.6	9.04	9.87	0.74	8.24

분산분석 및 Duncan의 다중검정으로 처리간의 유의성을 검정하였다. 조사료의 일반성분은 AOAC법 (1990)으로 분석하였고, acid detergent fiber (ADF)와 neutral detergent fiber (NDF)는 Goering과 Van Soest (1970)의 방법, *in vitro* 건물소화율은 Tilley와 Terry (1963)법을 Moore (1970)가 수정한 방법을 이용하였다. Total digestible nutrients (TDN)은 Menke와 Huss (1980)의 방법을 이용하여 계산하였고 이때 소화율은 DLG (1968, 1991) 사료성분표를 이용하였다. 시험전 토양의 화학적 특성은 농촌진흥청 토양화학분석법 (농진청, 1988)에 준하여 분석하였다. 시험전 토양의 화학적 특성은 Table 1과 같다.

III 결과 및 고찰

1. 생육특성

이른 봄에 파종한 이탈리아 라이그라스와 귀리의 생육특성은 Table 2와 같다. 조생종의 경우, 출수기는 이탈리아 라이그라스 코스피드가 5월 15일, 귀리 스완이 5월 14일로 귀리가 1일 빨랐다. 이 결과는 이탈리아 라이그라스 춘파 재배 시 조생종의 출수기가 5월 16일이었다는 보고 (서 등, 2010)와 비슷하였다. 한편, 만생종은 귀리 조생품종인 스완의 출수기에 맞추어

수확하여 출수기에 도달하지 못하였다. 3개 지역의 평균 초장은 이탈리아 라이그라스 조생종인 코스피드가 88 cm, 귀리 스완은 92 cm로서 스완이 4 cm 더 길었으며, 이탈리아 라이그라스 만생종인 화산 101호는 55 cm로서 귀리 만생종인 후트휠 91 cm 보다 36 cm 짧아 춘파재배에 적응성이 낮은 것으로 나타났다. 특히 나주의 논 재배에서는 이탈리아 라이그라스 코스피드의 초장이 94 cm로 귀리 스완의 89 cm 보다 5 cm 더 길었다. 이와 같이 이탈리아 라이그라스는 논에서 귀리보다 양호한 생육을 보였다. 도복은 귀리보다 이탈리아 라이그라스에서 많았는데 이것은 줄기가 굵은 귀리와 줄기가 보다 가늘은 이탈리아 라이그라스의 형태적 특성에 기인한 결과로 판단된다. 이와 같이 이탈리아 라이그라스 조생종을 봄에 파종하면, 귀리 조생종과 비슷한 시기에 출수함으로서 조사료 생산에 이용할 수 있을 것으로 판단되고, 특히 밭 재배보다 논 재배에서 생육이 양호하였는데, 이러한 결과는 이탈리아 라이그라스가 습해에 강한 작물 특성 때문에 나타난 것으로 사료된다.

2. 수량성

이른 봄에 파종한 이탈리아 라이그라스와 귀

Table 2. Growth characteristics of Italian ryegrass and oats sown in spring at Cheonan and Naju of Korea in 2007 and 2008

Regions	Species	Maturity	Variety	Emergence (1~9)*	Heading date	Plant length (Cm)	Growth (1~9)	Lodging (1~9)
Cheonan (Field)	Italian ryegrass	Early	Kospeed	1	15 May	84	2	1
		Late	Hwasan 101	1	-	51	2	1
	Oats	Early	Swan	2	16 May	87	3	1
		Late	Foot hill	3	-	83	2	1
Naju (Field)	Italian ryegrass	Early	Kospeed	2	12 May	87	2	4
		Late	Hwasan 101	2	-	62	2	1
	Oats	Early	Swan	1	10 May	101	1	1
		Late	Foot hill	2	-	102	1	3
Naju (Paddy)	Italian ryegrass	Early	Kospeed	1	17 May	94	2	5
		Late	Hwasan 101	1	-	53	3	1
	Oats	Early	Swan	3	15 May	89	5	1
		Late	Foot hill	3	-	89	3	1
Average	Italian ryegrass	Early	Kospeed	1	15 May	88	2	3
		Late	Hwasan 101	1	-	55	2	1
	Oats	Early	Swan	2	14 May	92	3	1
		Late	Foot hill	3	-	91	2	2

* 1 : Excellent (strong), 9 : Worst (weak).

리의 건물수량 및 가소화양분수량은 Table 3과 같다. 3개 시험지의 평균 건물수량은 이탈리아 라이그라스 조생종인 코스피드가 6,809 kg/ha로써 귀리 조생종 스완의 6,756 kg/ha와 비슷하였으나, 이탈리아 라이그라스 만생종인 화산 101호는 귀리 조생종보다 35% 정도 수량이 적었다 ($p < 0.05$). 한편 가소화양분수량은 천안 전작에서 이탈리아 라이그라스 조생종인 코스피드가 4,308 kg/ha로써 귀리 조생종인 스완과 비슷하였고, 나주지역 전작에서는 코스피드가 4,255 kg/ha로써 귀리 조생종 스완 5,423 kg/ha 보다

21% 적었다. 그러나 나주지역 답작에서 이탈리아 라이그라스 코스피드의 가소화양분수량은 4,154 kg/ha로써 스완보다 45% 많았다 ($p < 0.05$). 이와 같이 이탈리아 라이그라스를 이른 봄에 파종하여 재배할 경우, 조생종을 파종하면 귀리 조생종과 대등한 조사료 생산성을 나타내었으며, 특히 남부지방 논에서는 이탈리아 라이그라스가 귀리보다 생산성이 우수한 것으로 조사되었는데, 이것은 이탈리아 라이그라스가 습해에 강한 작물의 고유특성에 기인한 것으로 사료된다. 따라서 “남부지방에서 벼를 이양하

Table 3. Dry matter (DM) and total digestible nutrients (TDN) yield of Italian ryegrass and oats sown in spring at Cheonan and Naju of Korea in 2007 and 2008

Regions	Species	Maturity	Variety	Dry matter (%)	DM yield (kg/ha)	TDN yield (kg/ha)
Cheonan (Field)	Italian ryegrass	Early	Kospeed	18.5	6,795 a*	4,308 a
		Late	Hwasan 101	12.9	4,667 b	3,211 b
	Oats	Early	Swan	18.9	6,475 a	4,202 a
		Late	Foot hill	11.7	5,853 ab	3,898 ab
Naju (Field)	Italian ryegrass	Early	Kospeed	19.0	6,931 b	4,255 b
		Late	Hwasan 101	11.9	4,402 c	2,967 c
	Oats	Early	Swan	20.7	8,818 a	5,423 a
		Late	Foot hill	12.2	7,416 ab	4,761 ab
Naju (Paddy)	Italian ryegrass	Early	Kospeed	22.7	6,700 a	4,154 a
		Late	Hwasan 101	14.0	4,127 b	2,724 b
	Oats	Early	Swan	22.5	4,975 ab	2,861 b
		Late	Foot hill	15.2	5,375 ab	3,354 a
Average	Italian ryegrass	Early	Kospeed	20.1	6,809 a	4,240 a
		Late	Hwasan 101	12.9	4,399 b	2,967 b
	Oats	Early	Swan	20.7	6,756 a	4,162 a
		Late	Foot hill	13.0	6,215 a	4,005 a

* Same latter is not significantly different.

기 전에 논을 이용하여 조기수확을 목적으로 조사료를 생산할 때, 2월 하순경에 이탈리아 라이그라스 조생종을 파종하여 재배하면 5월 15~20일경에 출수하고 5월 하순경에 수확이 가능하며 생산성도 좋은 것으로 판단되었다.

3. 사료가치

이른 봄에 파종하여 재배한 이탈리아 라이그라스와 귀리의 사료가치는 Table 4와 같이 비슷하였는데, 조생종의 경우 CP 함량, TDN 함량 및 IVDMD는 이탈리아 라이그라스가 귀리

보다 다소 높았고, 반면에 NDF와 ADF는 이탈리아 라이그라스가 귀리보다 다소 낮았으며, TDN 함량은 코스피드가 62.3%, 스완이 61.3%로 비슷하였다. 한편 만생종은 출수기에 도달하지 못하고 일찍 수확되었기 때문에 조생종보다 사료가치가 우수하였다. 이와 같이 조생종과 만생종의 사료가치 차이는 귀리의 수확시기가 늦으면 질소함량이 줄어들고 NDF 및 ADF 함량이 증가한다는 Collins 등 (1990)의 보고와 지엽기에서 유숙기로 생육이 진전됨에 따라 *in Vitro* 소화율이 80%에서 58%로 낮아진다는 Cherney와 Marten (1982)의 보고와 같이 생육단

Table 4. Feed values of Italian ryegrass and oats sown in spring at Cheonan and Naju of Korea in 2007 and 2008

Regions	Species	Maturity	Variety	CP (%)	NDF (%)	ADF (%)	TDN (%)	IVDMD (%)
Cheonan (Field)	Italian ryegrass	Early	Kospeed	16.1	56.1	32.3	63.4	71.6
		Late	Hwasan 101	19.0	45.6	25.5	68.8	94.5
	Oats	Early	Swan	13.9	54.2	30.4	64.9	74.2
		Late	Foot hill	17.5	47.8	28.7	66.6	85.8
Naju (Field)	Italian ryegrass	Early	Kospeed	12.3	60.7	34.8	61.4	54.9
		Late	Hwasan 101	18.4	45.5	27.3	67.4	86.5
	Oats	Early	Swan	13.0	58.9	34.7	61.5	58.7
		Late	Foot hill	15.8	52.1	31.3	64.2	69.3
Naju (Paddy)	Italian ryegrass	Early	Kospeed	17.7	55.8	34.1	62.0	72.2
		Late	Hwasan 101	21.1	43.9	29.1	66.0	83.3
	Oats	Early	Swan	13.5	62.7	39.8	57.5	60.0
		Late	Foot hill	17.9	53.6	33.6	62.4	83.4
Average	Italian ryegrass	Early	Kospeed	15.4	57.5	33.7	62.3	66.2
		Late	Hwasan 101	19.5	45.0	27.3	67.4	88.1
	Oats	Early	Swan	13.5	58.6	35.0	61.3	64.3
		Late	Foot hill	17.1	51.2	31.2	64.4	79.5

계의 차이에 따른 사료가치의 차이로 설명될 수 있다. 이탈리아 라이그라스 만생종의 춘파 재배로 생산된 조사료는 CP 19.5%, NDF 45.0%, ADF 27.3%, TDN 67.4%, IVDMD 88.1%로써 매우 우수한 사료가치를 나타내었는데, 이러한 결과는 총체사료용 맥류의 식물체 부위별 사료가치는 CP 함량은 줄기보다 엽에서 높고 반면에 ADF와 NDF 함량은 줄기보다 잎에서 낮았다는 연구결과(권 등, 2008)와 같이 본 연구에서 이탈리아 라이그라스 만생종을 조생종과 동시에 수확하여 출수를 하지 않았기 때문에 줄기에 비하여 상대적으로 잎이 많아 사료

가치가 높게 나타난 것으로 생각된다. 이상과 같이 이탈리아 라이그라스 조생종을 춘파재배하면, 귀리 조생종과 사료가치가 비슷한 조사료를 생산할 수 있고, 만생종을 재배하면 건물수량은 다소 낮으나 사료가치가 매우 우수한 조사료 생산이 가능할 것으로 사료된다.

IV 요 약

본 시험은 이른 봄에 파종한 귀리와 이탈리아 라이그라스의 생육특성과 생산성을 비교하기 위하여 2007년부터 2008년까지 국립축산과

학원 초지사료과 시험포장(밭)과 전라남도농업기술원 시험포장(전, 답작)에서 수행되었다. 공시 품종은 귀리는 조생종인 스완과 만생종인 후트힐, 이탈리아 라이그라스는 조생종인 코스피드와 만생종인 화산 101호를 사용하였다. 출수기는 귀리 스완이 5월 14일, 이탈리아 라이그라스 코스피드가 5월 15일로써 귀리가 1일 빨랐다. 초장은 이탈리아 라이그라스 코스피드가 88 cm, 귀리 스완이 92 cm로써 4 cm 더 길었다. 3개 시험지의 평균 건물수량은 이탈리아 라이그라스 조생종인 코스피드가 6,809 kg/ha로서 귀리 조생종 스완의 6,756 kg/ha와 비슷하였으나, 이탈리아 라이그라스 만생종인 화산 101호는 귀리 조생종보다 35% 정도 수량이 적었다. 조생종에서 3개 시험지의 평균 가소화양분 수량은 코스피드(4,240 kg/ha)와 스완(4,162 kg/ha)이 비슷하였다. 남부지역(나주) 논 재배에서 이탈리아 라이그라스 조생종인 코스피드의 가소화양분수량은 4,154 kg/ha로서 귀리 조생종인 스완보다 45% 많았다. 사료가치는 이탈리아 라이그라스 코스피드와 귀리 스완이 비슷하였다. 이상의 결과를 종합해 볼 때, 이탈리아 라이그라스는 귀리와 같이 춘파재배가 가능하고, 특히 남부지방의 논 재배에 적합하며, 이때 만생종보다는 조생종을 재배하는 것이 생산성 향상에 유리할 것으로 사료된다.

V 인 용 문 헌

- 권영업, 백성범, 허화영, 박형호, 김정곤, 이재은, 이충근, 신진철. 2008. 총체사료용 맥류의 생육시기 및 식물체부위별 사료가치 변화. 한작지 53(2):144-149.
- 김종림, 김동암. 1992. 춘계 파종시기가 조·만생 연맥의 생장, 사초수량 및 품질에 미치는 영향. 한초지 12(2):111-122.
- 김정갑, 진현주, 신재순, 정의수, 한민수. 1996. 봄재배 연맥의 Silage 조제 이용시 예건 및 Formic acid 처리에 의한 품질개선. 한초지 16(2): 155-160.
- 김수곤, 김종덕, 박형수, 김동암. 1999. 연맥의 사초특성 및 품질에 미치는 파종량 및 파종기의 영향. 한초지. 19(3):233-240.
- 김기용, 지희정, 이상훈, 이기원, 김원호, 정민웅, 서 성, 최기준. 2010. 이탈리아 라이그라스 춘파 재배에서 조·만생 품종간 생산성 비교. 한초지. 30(2):97-102.
- 농진청 토양화학분석법. 1988. 농촌진흥청.
- 서 성, 정의수, 김기용, 최기준, 안종남, 한중석, 박현경, 김용수. 2010. 이탈리아 라이그라스와 청보리의 이른 봄 단파 및 혼파재배시 생산성과 사료가치 변화. 한초지. 30(2):115-120.
- 신정남, 김병호. 1993. 가을재배 사초용 연맥의 파종시기 및 수확시기별 건물수량과 사료가치. 한초지. 13(4):294-299.
- 신정남, 김병호. 1995. 봄 재배 연맥의 생육시기별 건물수량 및 화학조성분. 한초지. 15(1):61-66.
- 이성철. 1998. 수확시기 및 첨가제가 연맥 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한초지. 18(2):157-162.
- 이춘우, 구본철, 백성범, 손영구, 김홍림. 2002. 보리 춘파재배 적응성 품종의 특성 및 선발. 한국국제농업개발학회지 14(1):40-45.
- 최기준, 임용우, 김기용, 최순호, 성병렬, 김원호, 신동은, 임영철. 2000. 내한 다수성 이탈리아 라이그라스 신품종 ‘화산 101호’. 한초지. 20(1): 1-6.
- 최기준, 임영철, 성병렬, 김기용, 이종경, 임근발, 박형수, 서 성, 지희정. 2007. 내한 조숙성 이탈리아 라이그라스 신품종 ‘코스피드’ 한초지. 27(3):145-150.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis(15th ed.) Association & Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Cherney, J.H. and G.C. Marten. 1982. Small grain crop forage potential: I. Biological determinants of quality, and yield. Crop Sci. 22:227-230.
- Cherney, J.H., G.C. Marten and R.D. Goodrich. 1983. Rate and extent of cell wall digestion of total forage and morphological components of Oats and Barley. Crop Sci. 23:213-216.
- Collins, M., M.A. Brinkman and A.A. Salman.

1990. Forage yield and quality of Oat cultivars with increasing rates of nitrogen fertilization. *Agron. J.* 82:724-728.
18. DLG. 1968, 1991. DLG-Fetterwerttabelle Fuer Wiederkaeurer. DLG-verlag, Frankfurt am Main.
19. Goring, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. *Ag. Handbook.* No. 379. ARS. USDA. Washington DC.
20. Menke, K.H. und W. Huss. 1980. Tierernaehrung und Futtermittel-kunde. UTB Ulmer. pp. 38-41.
21. Moore, R.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. Univ. of Florida, Dept. of Anim. Sci.
22. Pfeifer, R.P. and J.P. Kline. 1966. A major cause of winter kill of winter oats. *Agron. J.* 52: 621-623.
23. Tilley, J.A.M. and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for *in Vitro* digestibility of forage crops. *J. Birt. Grassl. Sci.* 18:104-111.
- (접수일: 2011년 3월 21일, 수정일 1차: 2011년 3월 31일, 수정일 2차: 2011년 4월 14일, 게재확정일: 2011년 5월 11일)