

## 생태형이 다른 귀리품종의 파종기별 조사료 생산성 및 사료가치

한옥규<sup>1</sup> · 박태일<sup>2</sup> · 박형호<sup>2</sup> · 송태화<sup>2</sup> · 황종진<sup>1</sup> · 백성범<sup>1</sup> · 김대욱<sup>1</sup> · 권영업<sup>1</sup>

### Effect of Seeding Dates on Yield and Quality of Various Oat Cultivars for Year-Around Forage Production

Ouk-Kyu Han<sup>1</sup>, Tae-II Park<sup>2</sup>, Hyung-Ho Park<sup>2</sup>, Tae-Hwa Song<sup>2</sup>, Jong-Jin Hwang<sup>1</sup>,  
Seong-Beum Baek<sup>1</sup>, Dea-Wook Kim<sup>1</sup> and Young-Up Kwon<sup>1</sup>

#### ABSTRACT

Most oats are used for livestock feed in the world. This experiment was conducted at Iksan city of Korea from 2007 to 2008. The objective of this study was to select eminent oat (*Avena sativa* L.) cultivars with high-yielding and a quality for forage adaptable in each planting seasons. Experimental design was split-plot design with three replications. A split plot design was used with seeding date on the main plots and other treatments fully randomized in sub-plots. A factorial arrangement of treatments included three different ecotypes cultivars, winter type (Samhan, Donghan and Chohan), summer type (High-speed, Darkhorse, and Swan), and naked oats near to spring type (Daeyang, Choyang, and Sunyang) and twelve seeding dates (twice a month from March to November). Plant height, dry matter yield, and percent TDN was significantly affected by seeding dates, cultivars, and the interaction of cultivars × seeding dates. There was a decrease in plant height, dry matter yield, and percent total digestible nutrients (TDN) as seeding was delayed from early March to late June and it also from early September to early November. The winter type oat cultivars such as Samhan, Donghan, and Chohan adapted to fall seeding and early summer harvest, while summer type cultivars such as High-speed, Darkhorse, and Swan showed high productivity either to summer seeding and mid-fall harvest or to spring seeding and early summer harvest. Naked type cultivars, Choyang and Daeyang, showed high forage yield by spring and summer seeding except for fall seeding because of cold damage. Summer type oat cultivars such as High-speed, Darkhorse, and Swan can supplement high forage production in spring. TDN yield showed the most at seeding in October 10 (780 kg 10a<sup>-1</sup>), followed at seeding in March 23 (627 kg 10a<sup>-1</sup>).

(**Key words** : Oat, Forage, Year-around production, Seeding date, Yield)

#### I. 서 론

최근 우리나라는 국제곡물시장의 수급 불안정으로 인해 해외에 의존하고 있는 국내 배합 사료가격이 2010년 kg당 372원에서 2011년 453원으로 17% 상승함에 따라 축산농가의 경영부

담이 가중되고 있으며 (MFAFF, 2011), 이러한 현상은 앞으로도 지속될 전망이다. 이에 따라 국내 사료작물의 확대 재배와 생산성 향상은 도입 곡물사료 원료의 대체 수단으로 부상하고 있으며, 정부는 2014년까지 37만 ha에 사료작물을 재배하여 양질의 조사료 자급률을 90%로

<sup>1</sup> 국립식량과학원 (National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea)

<sup>2</sup> 국립식량과학원 벼맥류부 (Dept. Rice & Winter Cereal Crop, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea)

Corresponding author : Han Ouk-Hyu, National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea.

Tel: +82-31-290-6575, Fax: +82-31-290-6742 Email: okhan98@korea.kr

향상시키려는 정책을 추진 중이다(MFAFF, 2011). 이 정책에는 동계작물인 청보리를 중심으로 해서 하계작물인 옥수수 등을 이용한 조사료 생산이 망라되어 있으며, 그 가운데 귀리도 국내 조사료 자급률 향상에 매우 유망한 작물로 생각된다.

귀리는 가축 기호성과 사료가치가 높기 때문에 축산농가가 선호하며, 분얼력이 왕성하여 단위면적당 수량이 높은 뿐만 아니라 생육속도도 빨라 다른 작물과 연계한 작부 도입이 용이하다(Ju et al., 2011). 그러나 귀리는 내한성이 약하여 국내에서 파종은 주로 2월 말부터 3월 초에 하는 춘파와 옥수수 수확 후 8월 중순에 하는 하파가 이루어지며, 수요자의 요구가 증가함에 따라 하파 전용 우수품종인 하이스피드(Park et al., 2006a)와 다크호스(Park et al., 2006b)가 국내 연구진에 의해 개발되었다. 귀리 춘파는 주로 청에 조사료를 생산할 목적으로 재배되는데, 4~5월의 고온으로 인해 생장속도가 빨라 짧은 시간에 일정한 청에수량을 올릴 수 있는 반면에 건물수량이 낮다. 또한 하파는 옥수수 재배 후와 맥류의 파종 전까지의 짧은 기간을 이용하여 조사료를 생산하기 때문에 토지 활용도가 높지만 생육기간이 70일 내외로 짧아 다른 사료작물에 비해 수량이 떨어지는 단점이 있다(Han et al., 2010a, b; Lee, 1998). 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 가을에 파종하여 5월 중순에 수확이 가능한 추파형 귀리 품종인 삼한(Heo et al., 2003), 동한(Park et al., 2008), 조한(Park et al., 2007), 풍한(Han et al., 2009a), 광한, 조풍(Han et al., 2010a, b), 옥한, 다한(2011, 미발표)이 개발되었으며, 내한성은 다소 약하지만 남부지역에서 추파가 가능한 식용 및 사료 겸용 쌀귀리 품종인 조양(Han et al., 2008), 대양(Han et al., 2009b)도 개발되었으나 춘파형 품종은 아직 개발되지 않아 도입에 의존하고 있다. 그간 국내에서 조사료용 귀리는 주로 도입종을 이용한 춘파(Han and Kim, 1996; Ju et al., 2011; Kim

and Kim, 1992)와 하파(Ju et al., 2011; Kim and Kim, 1993; Lee, 1998; Shin and Kim, 1993)에 의한 생산성, 사료가치 및 사일리지 품질에 관한 연구가 이루어졌으며, 춘파에서 추파까지의 한 해를 아우를 수 있는 연중생산에 관한 연구는 없고, 특히 국내 육성 품종을 이용한 연구는 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 국내에서 육성된 귀리품종을 활용하여 작기 별 수량성 및 사료가치를 검토하여 도입 귀리 종자를 국내 종자로 대체하고, 조사료의 연중 생산을 위해 작부체계상 적기에 적품종이 공급·재배될 수 있도록 하고자 실시하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 공시재료

시험품종은 추파형, 하파형, 춘파형 등 각기 다른 3개의 생태형 품종을 사용하였다. 생태형 별로는 추파형이 삼한·동한·조한, 하파형이 하이스피드·다크호스·스완 그리고 춘파가 가능한 내한성이 약한 식용 및 사료겸용인 선양·대양·조양 등 3품종으로 총 9품종이었다. 시험품종은 하파형인 스완을 제외하고 국내에서 육성된 것들이다.

### 2. 시험방법

이 연구는 전북 익산의 답리작 포장에서 2007년 3월부터 2008년 6월까지 수행되었다. 파종은 3월 초부터 11월 초까지 한 달에 2회를 보름 간격으로 총 16회 파종하였으며, 파종량은 10당 17kg 수준으로 하였다. 시비는 진단시비를 하였으며, 기준량은 추파의 경우 청보리 표준시비량인 ha당 N 118 kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 74 kg, K<sub>2</sub>O 39 kg 수준이었으며, 춘파나 하파는 청보리 표준량에서 30% 감비하였다. 시비방법은 추파의 경우 질소를 전체 시비량의 40%를 기비로 시

용한 후 월동 후 생육재생기에 나머지 60%를 주었으며, 인산과 칼리는 전량을 기비로 주었고, 춘파는 모든 비료를 기비로 주었다. 시험구는 파종기를 주구, 품종을 세구로 하는 분할구 배치 3반복으로 하였다. 수확은 각 파종시기별로 이삭을 손으로 눌러서 이삭에서 우윳빛 즙이 나오는 유숙기임을 확인하고 실시하였는데, 9월에 파종한 시험구까지는 식물체가 월동 중에 동사하는 것을 고려하여 출수에 관계없이 월동 전에 수확하였고, 기타 시험구는 기준 수확시기에 수확하였으며, 이때 생육조사도 병행하여 실시하였다. 유숙기는 대부분의 파종기에서 출수 후 20일경 도달하였지만, 여름에 가까울수록 10일 정도로 짧아지는 경우도 있었다. 생초수량은 전체구를 예취하여 10a당 수량으로 환산하였으며, 건물수량은 각 품종별로 생초수량을 평량하고 난 후 1 kg을 취하여 70℃에서 60시간 건조 후 건물률을 산출한 다음 생초수량을 곱하여 10 a당 수량으로 환산하였고, 4℃ 저온 저장고에 보관하여 조사료 분석용 시료로 이용하였다. 자료 분석은 16회의 파종기 중에서 강우와 심한 하고로 인해 수량을 거의 얻지 못한 6월과 7월 파종기를 제외한 12회의 시험 결과를 이용하였다.

### 3. 사료가치 및 통계 분석

사료가치 분석은 조단백질 (CP)은 AOAC (1995)에 의거하여 Kjeldahl system을 이용하여 분석하였고, NDF (neutral detergent fiber) 및 ADF (acid detergent fiber)는 Goering과 Van Soest (1970) 방법으로 분석하였으며, total digestible nutrient (TDN, %)는  $88.9 - (0.79 \times \%ADF)$ , RFV (relative feed value)는  $DDM (\%) \times (120/\%NDF) / 1.29$ 의 계산식을 이용하여 산출하였다 (Holland, 1990). 통계분석은 SAS 프로그램의 GLM procedure를 이용하여 분산분석하고, 처리군간 평균비교는 Duncan 다중검정을 실시했으며, 처리군의 유의성은 5% 수준에서 검정하였다. 시험기간 중의 기상조건은 Fig. 1과 같이 평균기온은 전체적으로 5년 간 평년과 큰 차이를 보이지 않았으나 강수량은 8월 하순부터 9월 중순까지 많은 경향이였다.

## III. 결 과

### 1. 생육특성

파종시기별 귀리품종의 출현소요일수는 Fig. 2

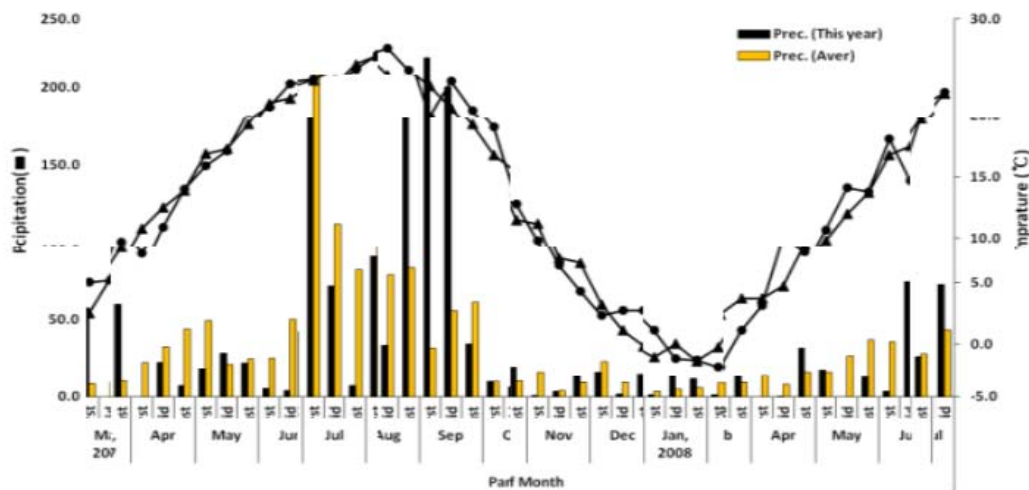


Fig. 1. Air temperature and the amount of precipitation during the growing season from March 2007 to July 2008.

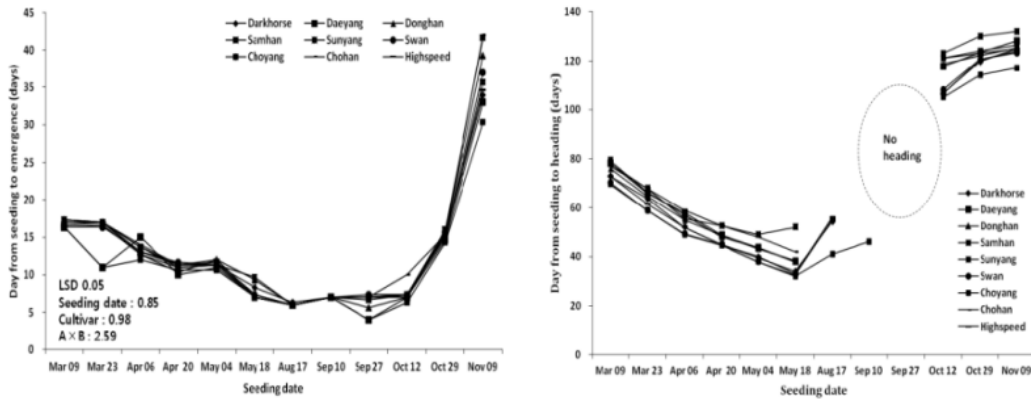


Fig. 2. Effect of seeding dates on days from seeding to emergence (left) and to heading (right) of oat cultivars. \*Days of fall seeding (Oct. 12, Oct. 29, and Nov. 9) was calculated from Jan. 1 to heading.

와 같다. 출현소요일수는 파종기, 품종 및 파종기 × 품종간 유의성이 있었는데 ( $p < 0.05$ ), 파종시기가 봄에서 여름으로 갈수록 파종 후 식물체가 토양으로부터 지표면으로 나오는 일수가 짧아졌고, 여름에서 가을로 갈수록 길어지는 경향이었다. 평균 출현소요일수는 여름인 8월 17일~9월 27일의 파종구에서 각각 6일~7일로 가장 빨랐고, 봄인 3월 9일과 가을인 10월 29일 파종구에서 각각 17일과 15일 늦었는데, 춘파와 하파, 하파와 추파의 출현소요일수 차이가 각각 11일과 9일이었으며, 춘파와 추파의 소요일수 차이는 크지 않았다. 그러나 추파 만파인 11월 9일 파종구에서는 식물체가 출현하는데 36일이 소요될 정도로 매우 늦었다. 품종별로 볼 때는 춘파와 하파 시험구에서 품종간 차이는 크지 않은 편이었지만, 추파인 11월 9일 파종구에서는 쌀귀리 품종인 조양과 대양이 30~33일로 출현이 빨랐고, 추파용인 동한·삼한 및 조한이 평균 39~42일로 출현이 다소 늦은 경향이었다.

파종시기별 귀리품종의 출수기 및 파종으로부터 출수까지의 소요일수는 Table 1 및 Fig. 2와 같다. 출수기는 파종기, 품종 및 파종기 × 품종간 유의성이 있었으며 ( $p < 0.05$ ), 모든 춘·추파 시험구에서 파종기가 늦을수록 출수기도 지

연되었다. 파종기별 출수기는 춘파인 3월 9일 파종구가 평균 5월 23일, 추파인 11월 9일 파종구가 5월 4일로서 추파가 춘파에 비해 23일 빨랐으며, 하파인 8월 17일과 9월 10일 파종구에서는 다크호스·하이스피드·스완 등 하파 전용품종을 제외하고 출수하지 않았다. 품종별로는 3월 9일 파종의 경우 도입종인 스완과 쌀귀리인 조양이 5월 18일로 가장 빨랐으며, 추파용 귀리인 삼한과 쌀귀리 품종인 선양이 각각 5월 27일과 5월 28일로 늦은 경향이었으며, 같은 파종기 내에서도 10일의 품종 간 출수기 차이를 보였다. 11월 9일 추파의 경우 조숙 쌀귀리 품종인 조양이 4월 24일로 가장 빨랐고, 쌀귀리 품종인 선양과 대양이 5월 12일과 5월 8일로 늦었다. 추파용 귀리의 파종시기를 익산 지역의 적기인 10월 하순이나 11월 상순보다 10일 정도 빠른 10월 12일에 파종할 경우 이듬해 진행되는 출수기가 일주일 이상 앞당겨진 것이 주목할 만한 일이다.

출수소요일수는 파종기, 품종 및 파종기 × 품종 간 유의성이 있었으며 ( $p < 0.05$ ), 파종기가 봄에서 여름으로 가까워질수록 짧아졌다. 평균 출수소요일수는 5월 18일 파종구에서 38일(출수기 6월 24일)로 가장 빨랐고, 하파인 8월 17일 파종구는 출수된 4개 품종에서 평균 52일

(출수기 10월 12일)이었다. 한편 가을에 파종하여 이듬해 출수한 것을 1월 1일부터 출수기까지의 일수로 계산한 10월 29일 파종구는 출수 소요일수는 122일(출수기 5월 2일)이었다. 품종별로 볼 때 3월 9일 춘파구에서는 조양·스완이 70일(출수기 5월 18일)로 가장 빨랐고, 삼한·선양·대양 등이 78~79일(출수기 5월 27일~5월 28일)로 늦은 경향이였으며, 8월 17일 파종구에서는 하파용인 다크호스·하이스피드·스완과 쌀귀리인 조양이 출수한 반면, 추파용 귀리인 삼한·동한·조한 등 3개 품종 모두 출수하지 않았으며, 출수한 품종도 조양의 41일(출수기 9월 27일)을 제외하면 54~56일(출수기 10월 11일~10월 12일)로 4월 하순에서 5월 파종구에 비해 늦은 경향이였다. 추파인 9월 10일 파종구에서는 월동 전인 12월 중순까지도 쌀귀리 품종인 조양을 제외하고 모두 출수하지 않았으며, 9월 27일 파종구에서는 전 품종이 출수하지 않았다.

초장은 파종기, 품종 및 파종기×품종 간 유의성이 있었으며 ( $p<0.05$ ), 파종기가 봄에서 여름으로 갈수록 초장이 짧아지는 경향이였고, 추파에서는 만파일수록 짧아지는 경향이였다 (Fig. 3). 춘파인 3월 9일 및 3월 23일 파종구와

추파인 10월 12일 파종구의 초장은 116 cm~121 cm의 범위로 유의성이 없었다. 늦은 하파인 9월 10일과 이른 추파인 9월 27일 파종구에서 초장이 짧은 것은 귀리가 어느 정도 성장한 상태에서 겨울을 맞이하는 관계로 출수가 어렵고 한해로 인해 수확이 어렵기 때문에 월동 전에 조기 예취하였기 때문이며, 상대적으로 일찍 파종한 9월 10일 파종구가 9월 27일 파종구보다 조금 더 성장이 진행된 상태에서 예취하였기 때문에 초장이 길었다 ( $p<0.05$ ). 품종별로는 춘파인 3월 9일과 3월 23일 파종구에서 걸귀리보다 쌀귀리인 대양·선양·조양 순으로, 추파인 10월 12일 파종구에서는 대양·조양·선양 순으로 초장이 컸으며, 9월 10일 파종구에서는 조양 116 cm~삼한 56 cm의 범위로 품종 간 초장의 차이가 가장 컸다.

## 2. 건물수량

유숙기에 수확한 파종시기별 귀리품종의 건물물과 건물수량은 Table 1에서와 같다. 건물물은 파종기, 품종 및 파종기×품종 간 유의한 차이가 있었으며 ( $p<0.05$ ), 3월 9일의 27.7%에서 9월 10일의 17.5%로 파종기가 봄에서 여름으로

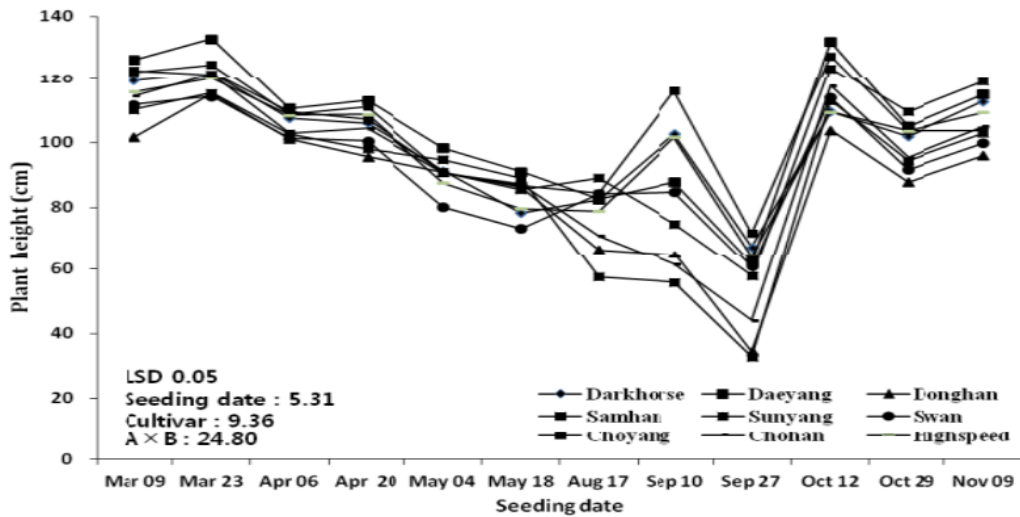


Fig. 3. Effect of seeding dates on plant height of oat cultivars.

Table 1. Effect of seeding dates and cultivars on heading date, dry matter yield, crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), total digestible nutrients (TDN), and relative feed value (RFV) in oat cultivars

Seeding date	Cultivar	Heading date	Dry matter rate	Dry matter yield	CP	NDF	ADF	TDN	RFV
			%	ton ha <sup>-1</sup>	..... % .....				
Mar. 09	Choyang	May 18	29.9	10.7 <sup>ab</sup>	5.1	53.8	33.4	62.5	108.7
	Daeyang	May 27	25.4	9.3 <sup>d</sup>	4.6	59.1	38.3	58.6	93.0
	Sunyang	May 28	25.6	9.1 <sup>d</sup>	4.7	58.9	36.8	59.8	95.1
	Darkhorse	May 21	30.9	10.1 <sup>bc</sup>	6.5	57.4	33.4	62.5	101.9
	Highspeed	May 21	28.7	11.1 <sup>a</sup>	5.5	57.8	36.2	60.3	97.7
	Swan	May 18	28.6	9.5 <sup>cd</sup>	4.9	53.7	32.0	63.6	110.8
	Chohan	May 25	26.5	8.2 <sup>e</sup>	5.1	54.5	33.4	62.5	107.3
	Donghan	May 24	28.2	6.9 <sup>f</sup>	6.0	60.8	35.9	60.6	93.2
	Samhan	May 27	25.3	8.0 <sup>e</sup>	5.9	58.5	35.3	61.0	97.6
	Mean	May 23	27.7	9.2 <sup>C</sup>	5.4	57.2	35.0	61.3	100.2
Mar. 23	Choyang	May 21	29.9	10.9 <sup>ab</sup>	7.5	46.6	30.5	64.8	130.0
	Daeyang	May 28	27.2	11.2 <sup>a</sup>	6.4	57.7	35.5	60.9	98.7
	Sunyang	May 28	26.6	9.7 <sup>cd</sup>	7.2	63.3	39.0	58.1	86.0
	Darkhorse	May 24	26.7	9.6 <sup>d</sup>	7.1	50.1	32.8	63.0	117.6
	Highspeed	May 24	25.8	10.1 <sup>bcd</sup>	8.5	49.5	31.9	63.7	120.4
	Swan	May 21	26.0	10.5 <sup>abcd</sup>	7.4	52.9	35.3	61.0	108.0
	Chohan	May 28	23.9	10.7 <sup>abc</sup>	6.3	59.8	37.1	59.6	93.3
	Donghan	May 28	25.7	9.9 <sup>cd</sup>	7.2	60.9	38.7	58.3	89.7
	Samhan	May 30	26.0	9.7 <sup>cd</sup>	7.1	57.4	35.3	61.0	99.5
	Mean	May 25	26.4	10.24 <sup>B</sup>	7.2	55.4	35.1	61.2	103.4
Aug. 17	Choyang	Sep. 27	19.1	4.0 <sup>b</sup>	12.9	59.4	34.7	61.5	96.9
	Daeyang	— <sup>1)</sup>	18.1	1.2 <sup>d</sup>	13.3	52.1	33.3	62.6	112.4
	Sunyang	—	16.1	1.4 <sup>d</sup>	14.0	55.4	30.1	65.1	109.9
	Darkhorse	Oct. 11	15.9	4.6 <sup>a</sup>	12.3	59.6	36.7	59.9	94.1
	Highspeed	Oct. 12	16.0	3.9 <sup>b</sup>	17.1	66.4	37.1	59.6	84.1
	Swan	Oct. 11	16.0	4.2 <sup>ab</sup>	14.2	58.6	32.3	63.4	101.2
	Chohan	—	19.2	2.4 <sup>c</sup>	10.7	46.1	28.7	66.3	134.3
	Donghan	—	19.7	2.1 <sup>c</sup>	12.8	41.6	24.5	69.6	156.1
	Samhan	—	20.9	2.0 <sup>c</sup>	14.5	39.7	19.0	73.9	173.6
	Mean	—	17.9	2.9 <sup>I</sup>	13.5	53.2	30.7	64.6	113.6
Sep. 10	Choyang	Oct. 26	21.0	5.3 <sup>a</sup>	7.3	60.5	35.0	61.3	94.8
	Daeyang	—	17.6	2.7 <sup>c</sup>	12.7	58.5	35.5	61.3	97.4
	Sunyang	—	15.8	2.2 <sup>c</sup>	10.4	52.1	32.3	63.4	113.8
	Darkhorse	—	18.0	3.9 <sup>b</sup>	9.5	55.5	32.8	63.0	106.2
	Highspeed	—	16.3	3.5 <sup>b</sup>	7.9	60.3	35.6	60.8	94.4
	Swan	—	16.4	3.4 <sup>b</sup>	7.4	63.1	39.1	58.0	86.2
	Chohan	—	16.7	2.2 <sup>c</sup>	12.6	48.8	26.7	62.5	129.8
	Donghan	—	18.1	2.6 <sup>c</sup>	13.7	50.0	26.7	67.8	126.7
	Samhan	—	17.5	2.4 <sup>c</sup>	13.6	42.1	20.0	73.1	162.0
	Mean	—	17.5	3.1 <sup>HI</sup>	10.6	54.5	31.5	63.5	109.9

Table 1. Continued

Seeding date	Cultivar	Heading date	Dry matter rate	Dry matter yield	CP	NDF	ADF	TDN	RFV
Oct. 12	Choyang	Apr. 15	28.0	12.6 <sup>c</sup>	7.6	51.5	28.6	66.3	120.3
	Daeyang	Apr. 28	28.9	16.7 <sup>a</sup>	7.0	53.7	28.8	66.2	115.1
	Sunyang	May 03	26.3	12.5 <sup>c</sup>	7.5	57.0	31.4	64.1	105.2
	Darkhorse	Apr. 17	27.9	9.0 <sup>d</sup>	7.0	60.7	33.4	62.5	96.4
	Highspeed	Apr. 16	28.0	11.5 <sup>c</sup>	8.4	65.6	38.3	58.7	83.8
	Swan	Apr. 18	26.3	11.7 <sup>c</sup>	5.9	59.4	31.1	64.4	101.3
	Chohan	May 01	26.6	14.9 <sup>ab</sup>	7.8	59.0	34.4	61.7	97.9
	Donghan	Apr. 29	26.4	13.3 <sup>bc</sup>	8.7	57.4	29.8	65.4	106.5
	Samhan	May 01	28.3	15.5 <sup>ab</sup>	6.0	54.0	31.3	64.2	111.1
	Mean	Apr. 24	27.5	13.1 <sup>A</sup>	7.3	57.6	31.9	63.7	103.4
Nov. 09	Choyang	May 24	26.9	7.4 <sup>ab</sup>	10.3	52.9	29.4	65.7	116.1
	Daeyang	May 08	22.7	7.7 <sup>a</sup>	8.6	62.3	37.8	59.1	88.8
	Sunyang	May 12	19.5	6.1 <sup>cd</sup>	10.3	61.2	39.2	57.9	88.7
	Darkhorse	May 05	23.1	5.3 <sup>d</sup>	8.5	55.7	32.3	63.4	106.4
	Highspeed	May 04	24.3	6.7 <sup>bc</sup>	11.5	63.8	36.1	60.4	88.6
	Swan	May 03	25.3	7.8 <sup>a</sup>	10.0	58.9	32.1	63.5	100.9
	Chohan	May 05	22.8	8.1 <sup>a</sup>	9.1	56.7	34.5	61.6	101.8
	Donghan	May 05	23.8	8.1 <sup>a</sup>	10.2	61.3	34.3	61.8	94.4
	Samhan	May 06	22.1	8.2 <sup>a</sup>	13.9	58.2	34.9	61.4	98.6
	Mean	May 04	23.4	7.3 <sup>E</sup>	10.3	59.0	34.5	61.6	97.8
Seeding date (A)		**	**	**	**	**	**	**	**
Cultivar (B)		**	**	**	**	**	**	**	**
Interaction (A×B)		**	**	**	**	**	**	**	**

\*\* significant at 5%. <sup>a-f, A-I</sup> Means in the same column with different letters were significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ). <sup>1-</sup> : no heading. This results were measured by plant harvested at milk ripe stage. Data of some seeding dates such as Apr. 06, Apr. 20, May 04, May 18, Sep. 27 and Oct. 29 did not showed in this Table.

로 갈수록 낮아졌다. 그러나 추파의 경우에는 파종기가 빠를수록 건물률이 유의하게 높았고, 만파일수록 점차 낮아지는 경향이였다. 건물수량은 파종기, 품종 및 파종기×품종 간 유의한 차이가 있었으며 ( $p < 0.05$ ), 파종기가 봄에서 여름으로 갈수록 감소하였다. 파종기가 10월 12일과 11월 9일인 추파의 경우는 파종기가 빠를수록 건물수량이 많았다. 5월 파종기부터 9월 파종기까지가 다른 파종기에 비해 건물수량이 낮은 경향이었는데, 특히 하파인 8월 17일 파종구에서는 평균 건물수량이 2.9톤/ha으로 다른

파종기보다 유의하게 낮았다. 품종별로 볼 때 춘파인 3월과 4월 파종기에서는 다크호스·하이스피드 등 하파귀리와 조양·대양 등 쌀귀리의 수량이 유의하게 높았으며, 10월과 11월 파종인 추파에서는 조한·동한·삼한 등 추파귀리와 쌀귀리인 대양이 높았다. 그리고 하파인 8월 17일과 9월 10일 파종에서는 다크호스·하이스피드·스완 등 하파귀리와 쌀귀리인 조양이 다른 품종에 비해 건물수량이 유의하게 높았다.

### 3. 사료가치

파종시기별 귀리품종의 사료가치는 Table 1 과 같다. 조단백질, NDF, ADF, TDN 함량 및 상대적 사료가치(RFV)는 파종기, 품종 및 파종기×품종 간 유의성이 있었다. 조단백질 함량은 춘파인 3월 9일 파종구에서 평균 5.4%로부터 하파인 8월 17일 파종에서 평균 13.5%로 파종기가 여름에 가까워질수록 증가하다가 그 이후에 추파에서 10% 수준을 유지하였다. NDF, ADF 및 TDN 함량은 춘파나 추파에 비해 하파인 8월 17일과 9월 10일에 파종한 시험구에서 NDF와 ADF 함량이 낮고 TDN 함량은 높은 경향을 보였다. 한편, Table 1에서는 제시되지 않았지만 9월 27일 파종구에서는 NDF와 ADF가 다른 파종시기에 비해 현저히 낮은 각각 30.6%, 15.7%를 보였으며, 그로 인해 76.5%의 매우 높은 TDN 함량을 나타내었다. 또한 사료의 상대적 가치를 계량화한 RFV도 대부분의 파종기에서 93.1~113.6의 범위를 보였지만 9월 27일 파종구에서는 평균 233.1로서 다른 파종기보다 2배 이상 높았다. 그러나 이러한 현상은 9월 27일 파종구의 경우 시기적으로 하파와 추파의 중간에 이루어지는 형태로서, 하파

보다는 45일이 늦게 파종되어 식물체가 출수하지 않는 등 충분한 성장을 하지 못한 상태인데다 월동 중 한해에 의한 고사가 우려되어 월동 전인 12월 20일에 수확하였기 때문에 사료되었다.

귀리의 파종시기를 춘파(3월 9일, 3월 29일), 하파(8월 17일, 9월 10일) 및 추파(10월 12일, 10월 29일, 11월 9일)로 분류하고, 각 파종시기별 ADF와 NDF 함량을 근거로 산출한 10 a당 TDN 수량은 Fig. 4와 같다. 10 a당 TDN 수량은 파종기, 품종 및 파종기×품종 간 유의성이 있었으며, 파종기별로는 10월 12일 추파구에서 780 kg로 가장 높았고, 3월 23일 춘파구에서 627 kg로 그 다음이었으며, 8월 17일 하파구에서 182 kg으로 가장 낮았다. 추파구에서는 10월 12일 파종으로부터 만파할수록 TDN 수량이 감소하는 경향이였다. 각 파종기에 생태형별로 검토한 귀리 품종의 10 a당 평균 TDN 수량은 3월 춘파에서 하파귀리 633 kg > 쌀귀리 617 kg > 추파귀리 536 kg, 하파에서는 하파귀리 238 kg > 쌀귀리 173 kg > 추파귀리 156 kg, 추파에서는 추파귀리 720 kg > 쌀귀리 640 kg > 하파귀리 529 kg 순으로 높았다. 품종별 10 a당 평균 TDN 수량은 춘파의 경우 하이스피드 656 kg,

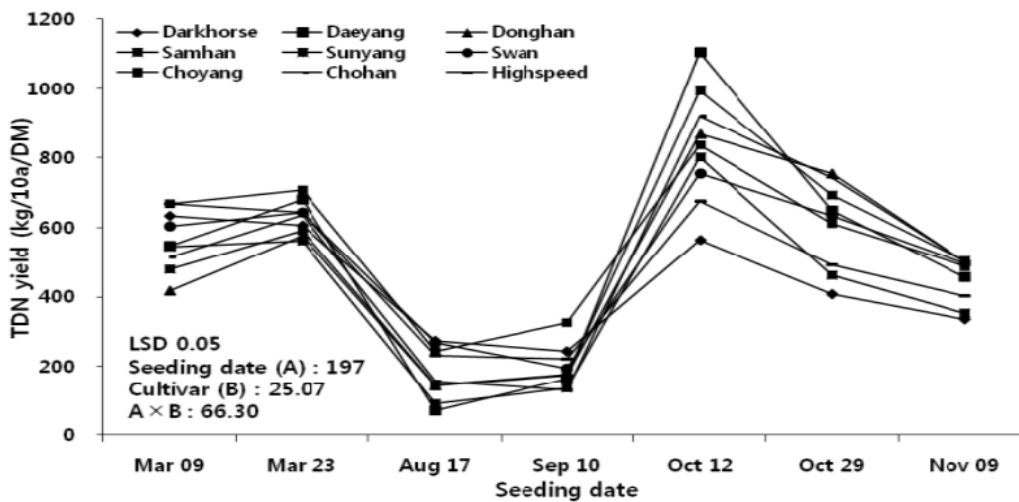


Fig. 4. Change in TDN yield of oat cultivars as effected by different seeding dates.



다크호스 623 kg, 스완 620 kg, 하파에서는 다크호스 259 kg, 스완 232 kg, 하이스피드 224 kg, 추파에서는 삼한 730 kg, 조한 721 kg, 동한 708 kg이었다.

#### IV. 고 찰

귀리는 생육속도가 빠른 단기 다수성 작물로서 춘파형·하파형·추파형 등으로 생태형도 다양하여 국내의 작부체계에 적절하게 도입하여 연중 조사료 생산을 가능하게 할 수 있는 작물이다. 본 연구에서 귀리는 추파형 귀리의 여름 파종을 제외하면 생태형에 관계없이 연중 재배가 가능한 것이 확인되었다. 맥류는 생육과정 중에서 일정기간 저온을 요구하는 성질인 파성이 소거되어야 정상적인 생육과정을 거쳐 개화 및 성숙으로 진전될 수 있는데, 대체로 귀리는 춘파성인 품종이 많으며 (Hwang et al., 1986), 본 연구에서 사용된 국내 육성 추파형 품종 중에서 내한성이 가장 강한 삼한귀리 (Heo et al., 2003)도 일반 맥류의 춘파성에 가까운 파성 II에 불과하다. 이것은 귀리를 어떤 계절에 파종해도 파성 소거 없이 정상적인 생육이 가능하다는 의미로 해석된다. 따라서 국내에서 조사료용 귀리 생산은 파종 및 생육 중 일장과 대기온도가 관건으로 보인다.

귀리의 출현소요일수는 파종기에 영향을 받았다 (Fig. 2). 맥류는 발아에 요구되는 최적온도가 25℃ 전후이나, 우리나라에서 이른 봄이나 가을에 파종할 경우 일평균기온이 약 13℃ 정도로서 발아의 최적온도보다 낮으며, 겨울로 올라갈수록 기온이 낮아지게 되므로 파종기가 늦어지면 발아나 출아에 소요되는 일수도 길어지게 된다 (Cho et al., 2004). 본 시험에서도 춘파를 빨리 하거나 추파를 늦게 할수록 파종 후 싹이 지면으로 나오는 출현소요일수가 길어졌으며, 추파용 귀리가 파성이 낮은 쌀귀리나 하파용 귀리보다 일주일 정도 늦었다. 우리나라에서 기상조건상 초여름철의 고온·장일 조건

은 춘파 귀리의 생육과 수량에 많은 영향을 주며, 월동 중 극심한 저온은 내한성이 약한 추파 귀리에 치명적인 수량 감소를 가져온다. 귀리의 경우도 봄에는 일장이 12시간 이하의 단일과 낮은 온도 조건이기 때문에 영양생장이 지속되지만, 여름철에 가까워 오면 고온과 장일에 감응하면서 생식생장을 촉진하기 때문에 잎과 줄기의 성장은 정지하게 된다 (Cho et al., 2004). 결국 본 시험에서도 파종기가 봄에서 여름으로 갈수록 초장이 짧아지고 (Fig. 3), 출수기가 빨라져서 출수소요일수가 줄어들며 (Table 1, Fig. 2), 건물률과 건물수량의 감소가 발생한 것은 귀리가 고온·장일조건으로 조우하는 시간이 빨라 충분히 영양생장을 하지 않은 채 생식생장으로 전환되었기 때문이다. 이것은 춘파귀리에서 파종기가 7일씩 늦어짐에 따라 출수시작일이 3일에서 8일까지 빨라졌다는 Kim과 Kim (1992)의 결과에서도 확인되었다. Cho 등 (2004)도 귀리는 여름철이 서늘한 기후에 잘 적응하는 작물로서, 여름철이 고온이면서 건조한 지대에는 알맞지 않으며, 생육온도가 최저 4~5℃, 최고 30℃, 최적 25℃이고, 온도가 높으면 생식생장으로 빨리 전환되므로 분얼수가 감소함에 따라 수량 또한 줄어든다고 하였다.

파종시기가 여름인 8월 17일 파종에서는 하파용인 다크호스·하이스피드·스완과 쌀귀리인 조양이 출수한 반면, 추파용 귀리는 모두 출수하지 않았고, 9월 10일 파종에서는 월동전인 12월 중순까지도 조양 품종을 제외하고 모두 출수하지 않았다. 추위에 강한 월동용 귀리를 여름에 파종하면 월동작물의 특성인 파성으로 인해 이삭이 나오지 않고 좌지하는 것이 일반적이는데 (Cho et al., 2004; Hwang et al., 1986), 귀리에서도 영향이 다소 있는 것으로 생각되었다. 또한 하파는 다른 파종기에 비해 건물수량에 영향을 주는 건물률이 유의하게 낮은 경향이었다 (Table 1). 국내에서 8월 중에 파종하는 하파귀리의 경우 생육기간이 짧고 파종 후 환경적으로 저온과 단일조건에 조우하기 때

문에 본래 장일식물인 다른 맥류에 비해 나쁜 조건에서 성장하고 출수기에 도달하지 못하는 경우가 많다. Kim과 Kim (1993)에 의하면 9월 4일과 9월 9일에 파종한 귀리는 수확 시 생육 단계가 수잉기 또는 절간신장기에 머물고 있어 건물률이 15% 수준으로 낮았고, 파종기가 5일 늦어지면 출수일이 9일~10일 지연된다고 보고하였다. 따라서 건물률이 높은 귀리를 수확하기 위해서는 가을의 저온에 조우하기 전에 단일조건 하에서 출수하는 성질을 가진 품종을 개발해야 하며, 무엇보다도 알맞은 시기에 파종함으로써 충분한 생육기간을 확보하여야 할 것으로 생각되었다. 한편 추파는 파종기가 빠른 10월 12일 시험구에서 건물률과 건물수량이 높았으며, 파종기가 늦을수록 낮아지는 경향이 있었다 (Table 1). 귀리는 추파를 빨리 할수록 출수기를 앞당겨서 수확시기를 단축시킬 수 있고, 또한 건물수량을 증대시키므로 월동에 지장이 없는 한 빨리 파종하는 것이 유리하다고 판단되었다. Kim 등 (2006)은 논에서 총체보리의 생산성을 높이기 위해서는 10월 20일 이전으로 파종시기를 앞당기는 것이 유리하다고 보고하였다.

파종기에 따른 사료가치로서 조단백질 함량은 봄 파종에서 여름으로 갈수록 증가하다가 여름 파종 이후에 일정한 수준을 유지하였으며, NDF와 ADF 함량은 감소하는 경향을 보였다 (Table 1). Gupta와 Pradhan (1974)은 조단백질과 건물소화율이 식물의 성장에 의해 감소한다고 하였고, Henderson과 Robinson (1982)은 대기온도의 상승이 NDF 및 ADF 함량을 증가시키나 헤미셀룰로오스는 감소되었으며, Jung 등 (1981)은 일사량이 많아지면 식물체 내 ADF 및 리그닌 함량도 높아진다고 보고하였다. 본 시험에서는 시료의 수확이 유숙기에 이루어져 식물의 생육단계에 대한 파종기간 차이가 크지 않았고, 봄에서 여름으로 갈수록 고온에 의해 출수로부터 유숙기의 도달 시간이 짧아져서 식물의 목질화가 진행되기 전에 수확하였기 때문

에 단백질 함량이 높고, 섬유소가 낮은 것으로 생각되었다. Kim과 Kim (1992)은 춘파 귀리의 조단백질 함량과 건물 소화율이 파종시기가 늦어짐에 따라 증가한 반면 조섬유 함량은 감소하였다고 보고하였다. 추파의 경우에도 10월 12일 파종구보다는 11월 9일에서 조단백질과 조섬유가 증가하는 경향을 보였는데, 만파한 11월 9일 파종구는 이듬해 수확시기가 5월 24일로서 조파한 10월 12일 파종구의 수확시기인 5월 14일보다 10일 늦어 ADF와 NDF 함량이 증가하고 따라서 TDN 함량이 감소한 것으로 생각되었다. Han과 Kim (1996)은 귀리의 수확시기를 지연하면 숙기 진행의 차이를 가져와 조섬유 함량을 증가시킨다고 하였다. TDN 함량은 하파인 8월 17일, 9월 10일 파종구에서 높았다 (Table 1). 이것은 가을의 비교적 낮은 생육온도로 인해 식물체가 영양생장에서 생식생장으로 전환되지 않아 출수가 진행되지 않고 줄기의 세포벽도 완성되지 않아 조섬유 함량이 낮았기 때문으로 판단되었다. 이러한 결과로 9월 27일 파종구가 모든 파종구에서 RFV도 가장 높았으며, 상대적으로 생장이 느린 추파용 귀리인 삼한·동한·조한에서 RFV가 높은 경향이였다. 이것은 고품질 조사료를 생산하는데 유용한 정보이다. 파종시기에 따른 생태형별 귀리품종의 TDN 수량은 춘파의 경우 하파귀리 > 쌀귀리 > 추파귀리, 하파에서는 하파귀리 > 쌀귀리 > 추파귀리, 월동용에서는 추파귀리 > 쌀귀리 > 하파귀리 순으로 높은 경향이였다. 이를 토대로 한 각 시기에 적합한 우수 품종은 춘파의 경우 하이스피드·조양·다크호스·스완, 하파에서는 다크호스·스완·조양·하이스피드, 월동용 파종에서는 삼한·조한·동한이였다. 본 시험의 결과로 볼 때 귀리를 이용한 춘파 조사료 생산에는 국내에서 육성된 하파귀리를 활용해도 큰 문제가 없으며, 본 연구에서 나타난 각 파종시기에 알맞은 적응품종을 선택하여 조사료를 생산한다면 연중 생산도 가능할 것으로 판단되었다. 그리고 향후 귀리를 이용

한 조사료 연중생산의 작부체계를 구축하기 위해서는 하파 재배 시 귀리의 건물수량을 높이기 위한 재배기술과 하파 적응성이 우수한 품종 개발도 시급한 과제로 사료되었다.

## V. 요 약

이 시험은 양질 조사료의 연중생산에 알맞은 각 시기별 국내 육성 귀리 적품종을 선발하기 위해 하파용인 하이스피드, 다크호스, 스완(도입종)과 추파형인 삼한, 동한, 조한 및 내한성이 약한 쌀귀리인 선양, 대양, 조양 등 각각 생대형이 다른 9개 품종을 공시하고 3월부터 11월까지 한 달에 2회씩 파종한 후 유숙기에 수확하여 생육, 조사료 수량성 및 사료가치를 평가하였다. 출현 및 출수소요일은 춘파에서 하파로 갈수록 짧아지다가 하파에서 추파로 갈수록 길어지는 경향이였다. 초장은 파종기가 춘파에서 하파로 갈수록 짧아졌으며, 추파의 경우는 파종기가 빠를수록 초장이 길었다. 생초 및 건물수량은 춘파보다 추파에서 많았으며, 춘파와 추파 모두에서 파종기가 늦어질수록 유의하게 감소하였다. 그리고 각 절기별 생산성으로 볼 때 추파에서는 추파형 > 쌀귀리 > 하파형 귀리, 춘파에서는 하파형 > 쌀귀리 > 추파형 귀리, 하파에서는 하파형 > 쌀귀리 > 추파형 귀리 순으로 수량이 높았다. 조단백질 함량은 춘파인 3월 9일 파종구에서 평균 5.4%로부터 하파인 8월 17일 파종에서 평균 13.5%로 파종기가 여름에 가까워질수록 증가하다가 그 이후 추파에서 10% 수준을 유지하였다. NDF, ADF 및 TDN 함량은 춘파나 추파에 비해 8월 17일과 9월 10일에 파종한 하파구에서 NDF와 ADF 함량이 낮고 TDN 함량이 높은 경향을 보였다. 파종기별 TDN 수량은 10월 12일 추파구에서 780 kg/10a로 가장 높았고, 3월 23일 춘파구에서 627 kg/10a로 그 다음이었으며, 8월 17일 하파구에서 182 kg/10a으로 가장 낮았다. 추파구에서는 10월 12일 파종으로부터 만파할수록

TDN 수량이 감소하였다. 각 절기별로 조사료 생산에 적합한 우수 품종은 춘파의 경우 하이스피드·조양·다크호스·스완, 하파에서는 다크호스·스완·조양·하이스피드, 월동용 파종에서는 삼한·조한·동한이었다. 하파용으로 개발된 다크호스, 하이스피드, 스완(도입종)과 쌀귀리 품종 조양은 춘파에서도 높은 수량성을 보여 춘파나 하파 등에서 광범위하게 활용할 수 있는 것으로 확인되었다.

## VI. 인 용 문 헌

1. AOAC. 1995. Official methods of analysis. Association & Official Analytical Chemists, Washington D.C.
2. Cho, C.H., O.K. Han, D.J. Lee and M.W. Park. 2004. Wheat and barley science. Hanrimwon Co. Seoul. pp. 74-90.
3. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379. USDA, Washington D.C.
4. Gupta, P.J. and K. Pradhan. 1974. Studies on the nutritive values of forage. Oat (*Avena sativa*). J. Res. Haryana Agric. Univ., Hisar. 4:242-246.
5. Han, J.J. and D.A. Kim. 1996. Effect of cultivar, harvest date and drying method on the quality of spring harvest oat hay. J. Kor. Grassl. Sci. 16(2):161-168.
6. Han, O.K., H.H. Park, H.Y. Heo, T.I. Park, J.H. Seo, K.H. Park, J.G. Kim, J.I. Ju, Y.G. Hong, J.H. Jeong and N.G. Park. 2009a. A new early-heading and high-yielding forage winter oat cultivar, "Punghan". Kor. J. Breed. 41(2):168-172.
7. Han, O.K., H.H. Park, H.Y. Heo, T.I. Park, J.H. Seo, K.H. Park, J.G. Kim, Y.G. Hong and D.H. Kim. 2009b. A new naked oat cultivar for human food, 'Daeyang' with high-yielding and good-quality. Kor. J. Breed. Sci. 41(1):56-60.
8. Han, O.K., T.I. Park, J.H. Seo, K.H. Park, H.H. Park, K.H. Kim, K.J. Kim, J.I. Ju, Y.J. Jang, N.G. Park and J.G. Kim. 2010a. 'Gwanghan', a new forage winter oat cultivar for the mid-southern regions of Korea. Kor. J. Breed. Sci.

- 42(3):226-230.
9. Han, O.K., T.I. Park, J.H. Seo, K.H. Park, H.H. Park, K.H. Kim, K.J. Kim, J.I. Ju, Y.J. Jang, N.G. Park and J.G. Kim. 2010b. 'Jopung', a new forage winter oat cultivar for the southern regions of Korea. *Kor. J. Breed. Sci.* 42(3):231-235.
  10. Han, O.K., H.H. Park, T.I. Park, J.H. Seo, K.H. Park, J.G. Kim, H.Y. Heo, Y.G. Hong and D.H. Kim. 2008. A new early-heading and high-yielding naked oat cultivar for human consumption, 'Choyang'. *Kor. J. Breed. Sci.* 40(4):512-516.
  11. Henderson, M.S. and D.L. Robinson. 1982. Environmental influences on fiber component concentration of warm-season perennial ryegrasses. *Agron. J.* 74:573-579.
  12. Heo, H.Y., H.H. Park, M.J. Kim, S.U. Choi, K.G. Park, J.H. Nam, J.G. Kim, C.K. Lee and Y.U. Kwon. 2003. A new cold tolerant, high forage and grain yielding winter oat cultivar "Samhan". *Korean J. Breed.* 35(5):331-332.
  13. Holland, C., W. Kezar, W.P. Kautz, E.J. Lazowski, W.C. Mahanna and R. Reinhart. 1990. Pioneer Hi-Bred International, Inc., Des moines, IA. pp. 1-55.
  14. Hwang, J.J., K.B. Youn and H.S. Lee. 1986. Classification of growth habit (Vernalization requirement) of rye, oats and triticale. *Korean J. Breed.* 18(2):154-161.
  15. Ju, J.I., D.H. Lee, O.K. Han, T.H. Song, C.H. Kim and H.B. Lee. 2011. Comparisons of characteristics, yield and feed quality of oat varieties sown in spring and autumn. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 31(1):25-32.
  16. Jung, G.A., D.E. Brann and G.W. Fissel. 1981. Environmental and plant growth stages effects on composition and digestibility of crownvetch stems and leaves at four locations in west Virginia. *Agron. J.* 73:122-128.
  17. Kim, J.K. and D.A. Kim. 1993. Effects of different seeding dates on the agronomic characteristics, forage yield and quality of fall sown oats. *J. Kor. Grassl. Sci.* 13(3):195-202.
  18. Kim, J.R. and D.A. Kim. 1992. Effects of spring seeding dates on growth, forage yield and quality of early and late maturing oat cultivars. *J. Kor. Grassl. Sci.* 12(2):111-122.
  19. Kim, W.H., S. Seo, J.S. Shin, Y.C. Lim, K.Y. Kim and C.H. Kim. 2006. Effect of seeding date and rate on the agronomic characteristics and yield of forage barley. *J. Kor. Grassl. Sci.* 20(3): 155-158.
  20. Lee, S.C. 1998. Effect of harvesting date and additives on the quality of fall sown (*Avena sativa* L.) silage. *J. Kor. Grassl. Sci.* 18(2):157-162.
  21. MFAFF. 2011. Program for the increased production of roughage. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Seoul, Korea.
  22. Park, H.H., H.Y. Heo, K.H. Park, T.I. Park, J.H. Seo, Y.K. Cheong, J.S. Choi, J.G. Kim, Y.U. Kwon, J.I. Ju, I.M. Rye, Y.G. Hong, K.Y. Jung and O.K. Han. 2007. A new early-heading and high-yielding forage winter oat cultivar, "Chohan". *Kor. J. Breed.* 39(1):124-125.
  23. Park, T.I., O.K. Han, J.H. Seo, J.S. Choi, K.H. Park and J.G. Kim. 2008. New barley cultivars with improved morphological characteristics for whole crop forage in Korean J. *Kor. Grassl. Forage Sci.* 28(3):193-202.
  24. Park, H.H., H.Y. Heo, J.G. Kim, K.H. Park, J.S. Choi, Y.U. Kwon, J.H. Nam, J.J. Lee, C.K. Lee, I.M. Ryu, S.B. Ko, K.Y. Jung and S.H. Lee. 2006a. A new early-heading and high-yielding forage oat cultivars "Hispeed". *Kor. J. Breed. Sci.* 38(4):285-286.
  25. Park, H.H., H.Y. Heo, J.G. Kim, K.H. Park, J.S. Choi, Y.U. Kwon, J.H. Nam, J.J. Lee, C.K. Lee, I.M. Ryu, S.B. ko, K.Y. Jung and S.H. Lee. 2006b. A new early-heading and high-yielding forage oat cultivars "Darkhorse". *Kor. J. Breed. Sci.* 38(4):287-288.
  26. Shin, C.N. and B.H. Kim. 1993. Dry matter yield and feed value of oat plant at various planting and harvesting date in fall. *J. Kor. Grassl. Sci.* 13(4):294-299.

(Received August 13, 2012/Accepted September 19, 2012)