조숙 내도복 다수성 추파용 총채귀리 품종 ‘중모2501’

한옥규^{1*} · 박태일² · 박형호² · 박기훈² · 오영진² · 김기종² · 주정일⁴

장영직⁵ · 박남건³ · 김대욱² · 구자환¹ · 권순종¹ · 안종웅¹

¹국립식량과학원 중부작물부, ²국립식량과학원, ³국립축산과학원 난지축산연구소,

⁴충청남도농업기술원, ⁵전라북도농업기술원

“Jungmo2501”, A Winter Oat (*Avena sativa* L.) Cultivar of Lodging Tolerance, Early-Heading and High Forage Yield

Ouk-Kyu Han¹, Tae-Il Park², Hyung-Ho Park², Ki-Hun Park², Young-Jin Oh², Kee-Jong Kim²,
Jung-Il Ju⁴, Young-Jik Jang⁵, Nam-Geon Park³, Dea-Wook Kim², Ja-Hwan Ku¹, Soon-Jong Kweon¹,
and Jong-Woong Ahn¹

¹Central Area Crop Breeding Division, NICS, RDA, Suwon 16429, Korea

²National Institute of Crop Science, RDA, Jeonju 54875, Korea

³Subtropical Animal Experiment Station, NIAS, RDA, Jeju 63242, Korea

⁴Chungcheongnam-do, Agricultural Research and Extension Services, Yesan 32255, Korea

⁵Chollabuk-do, Agricultural Research and Extension Services, Iksan 54591, Korea

Abstract : ‘Jungmo2501’ (*Avena sativa* L.), a winter oat for forage use, was developed by the breeding team at the National Institute of Crop Science, RDA in 2010. The following is the characteristics of ‘Jungmo2501’ that is characterized as light green leaf, yellow brown culm and whitish yellow grain. The heading date of ‘Jungmo2501’ was about 3 days earlier than that of check cultivar ‘Samhan’(May 7 and May 10, respectively). Its plant height was 11 cm longer than 103 cm of the check, and the leaf blade ratio of aerial parts was 26 % higher than the check (11.8% and 9.4%, respectively). The cold tolerance, resistance to lodging and wet injury of ‘Jungmo2501’ were similar to those of the check. The average forage dry matter yield of ‘Jungmo2501’ harvested at milk-ripe stage was 5% higher than the check (15.5 ton ha⁻¹ and 14.7 ton ha⁻¹, respectively). ‘Jungmo2501’ was higher than the check in terms of protein content (6.6% and 5.9%, respectively), neutral detergent fiber (58.5% and 57.6%, respectively), and acid detergent fiber (34.5% and 32.1%, respectively), while total digestible nutrients was lower than the check (61.6% and 63.6%, respectively), and TDN yield was 0.37 ton ha⁻¹ more than that of the check (9.71 ton ha⁻¹ and 9.34 ton ha⁻¹, respectively). The silage grade of ‘Jungmo2501’ estimated by Flig score showed level II, meaning good quality. Fall sowing cropping of ‘Jungmo2501’ is recommended only for areas where average daily minimum mean temperatures in January are higher than -6°C.

Keywords : Oat, Forage, Cultivar, Winter type, Jungmo2501

서 언

귀리는 생육속도가 빨라서 짧은 기간에도 생초 및 건물 생산성이 많으며, 풍엽성이 좋아 조사료 가치가 높을 뿐만 아니라 소가

좋아하기 때문에 사료작물로 재배가 증가하고 있는 작물이다 (Han et al. 2010a, b).

우리나라에서 귀리는 3월 상순경에 파종하여 5월 하순~6월 상순에 수확하는 봄 재배와 여름작물인 옥수수를 수확하고 난 후인 8월 중순~하순에 파종하여 월동작물을 파종하기에 앞서 수확하는 가을 재배로 이루어진다(Heo et al. 2003). 그러나 봄 재배는 국내의 기상환경상 상습적인 봄 가뭄이나 불규칙적인

*Corresponding Author (E-mail: okhan98@korea.kr, Tel: +82-31-695-4052, Fax: +82-31-695-4029)

(Received on January 18, 2017. Accepted on February 27, 2017.)

Fig. 1. Pedigree diagram of oat cultivar ‘Jungmo2501’.

강우로 인해 적기 파종이 어렵고, 4월 중순경의 급격한 온도 상승으로 인한 조기 출수로 충분한 생육이 이루어지지 않기 때문에 수량이 적다. 또한 가을 재배를 할 경우에도 생육기간이 70일 내외로 짧고, 늦가을에 가까워질수록 대기온도가 낮기 때문에 생장이 부진하고, 파종기간 중 강우가 있을 경우 파종기가 늦어져 수량이 감소하거나 파종을 못하는 경우도 발생한다(Han et al. 2010b). 따라서 월동만 가능하다면 밀과 겉보리 등 다른 맥류와 동일하게 가을에 파종하여 5월 하순에 수확하는 재배방법이 귀리의 생육기간을 늘려 봄 재배나 가을 재배보다 수량을 많이 확보할 수 있다.

현재 국내에서 월동용 귀리품종은 동한(Heo et al. 2002), 삼한(Heo et al. 2003), 조한(Park et al. 2007), 풍한(Han et al. 2009), 광한(Han et al. 2010a), 조풍(Han et al. 2010b), 옥한(Han et al. 2013), 다한(Han et al. 2014) 등 다수의 품종이 개발되었다. 그러나 이들 품종들은 조숙성, 내도복성, 내습성, 수량성 등 답리작 재배에 필요한 특성이 농가에서 만족할 수준으로 개량되지 않아 이에 대한 개선 노력이 필요하다.

따라서 본 연구팀에서는 정부의 조사료 증산시책에 발맞춰 겨울철 유희논을 이용하여 조사료 생산할 수 있도록 내한성과 내습성을 보유하고, 벼 이앙에 앞서 수확이 가능하고 기계작업이 쉽도록 조숙성과 내도복성, 그리고 다른 사료작물에 비해 수량성이 우수한 귀리 품종을 개발하고자 하였다.

재료 및 방법

육성경위

‘중모2501’은 Fig. 1에서와 1998년에 조생종인 ‘아리80’과 ‘식용귀리’ 간의 F₁을 모본으로 하고, 내한·내습성이 강한 우량

계통 ‘92004-B-11-2-4-4’를 부분으로 인공교배하여 작성되었다. 잡종은 당해년부터 2002년까지 경기도 수원에 소재한 국립식량과학원 시험포장과 온실에서 집단 및 계통으로 세대를 전개하였고, 2003년에 경기도 연천군 소재 맥류시험지에서 F₆ 세대를 집단으로 전개하여 내한성 등 특성이 우수한 ‘SO98013-GB-B-37-5-Y1’ 계통을 선발하였다. 이 계통은 2004년부터 2007년까지 전북 익산에서 실시한 생산력검정시험에서 농업특성이 우수한 계통으로 인정되어 ‘귀리66호’로 계통명을 부여하고 2008년부터 2010년까지 3개년간 충남 예산, 전북 익산(논, 밭), 제주 등 4개 지역에서 지역적응시험을 실시하였다. 그 결과 ‘귀리66호’가 추위와 습해에 강하고 조사료 생산성이 뛰어난 것으로 판명되어 2010년 11월 농작물 직무육성 신품추진정심의회에서 신품종으로 선정됨과 동시에 ‘중모2501’으로 명명되었다.

시험방법

시험은 충청남도 예산과 제주에서 전작, 전라북도 익산에서 전작과 답리작 등 4개 지역에서 3년간 실시되었다. 파종시기는 예산이 10월 중순, 익산이 10월 하순, 제주가 11월 초순이었고, 파종양식은 전작의 경우 휴폭 25cm, 파폭 5 cm, 휴장 6 m의 휴립세조파, 답리작은 휴폭 150cm, 파폭 120 cm, 휴장 6 m의 휴립광산파를 하였다. 파종량은 전작의 경우 ha당 150 kg, 답리작은 170 kg 이었다. 시비량은 보리 표준시비량인 ha 당 N₂ 91: P₂O₅ 74: K₂O 39 kg을 기준으로 하였고, 질소는 30 %를 증비하였다. 시비방법은 질소를 기비 40 %와 추비 60 %로 나눠주었으며, 인산과 가리는 전량 기비로 시용하였다. 수확은 출수 후 30일경에 하였다. 생조수량은 시험구 전체를 예취하여 ha당 수량으로 환산하였으며, 건물수량은 각 품종별로 생조수량을 평량하고 난 후 1 kg을 취하여 70 °C에서 60시간 건조 후

Fig. 2. Photos of cultivar 'Samhan' (left) and 'Jungmo2501' (right) at heading time.

Table 1. Morphological characteristics of cv. 'Jungmo2501'.

Cultivar	Leaf		Culm		Grain	
	Color	Width	Color	Diameter	Color	Length
Jungmo2501	Light green	Wide	Yellowish brown	Medium	Off-white	Long
Samhan	Green	Medium	Off-white	Medium	Off-white	Medium

Table 2. Heading date of cv. 'Jungmo2501' evaluated in 4 provinces from 2008 to 2010.

Regions	Jungmo2501				Samhan			
	2008	2009	2010	Mean	2008	2009	2010	Mean
Jeju	Apr. 25	May 2	May 15	May 4	May 2	May 3	May 15	May 7
Iksan-1 ^z	Apr. 30	May 2	May 8	May 3	May 2	May 4	May 10	May 5
Iksan-2 ^y	May 6	May 7	May 9	May 7	May 9	May 9	May 13	May 10
Yesan	May 12	May 13	May 20	May 15	May 16	May 16	May 25	May 19
Mean	May 3	May 6	May 13	May 7 ^b	May 7	May 8	May 16	May 10 ^a

^z ^yIksan-1 and Iksan-2 were rice field and upland, respectively. ^a, ^bThe days calculated from January 1 to heading date is significantly different between 'Jungmo2501' and 'Samhan' at 5% probability by T-test.

건물물을 산출한 다음 생초수량을 곱하여 ha당 수량으로 환산하였고, 풍건물은 4 °C 저온 저장고에 보관하여 분석용 시료로 이용하였다. 사일리지는 Kim et al. (2010)의 방법에 따라 시료를 1~2 cm로 세절하여 20 L 플라스틱 사일로에 공기가 들어가지 않도록 견고하게 충전한 후 밀봉하여 그늘에서 보관하였으며, 40일 후에 개봉하여 분석하였다. 기타 생육관리는 농촌진흥청 표준재배법에 준하였고 생육, 수량특성, 내재배해성 및 병충해 등의 관련 조사는 농촌진흥청 신품종개발 공동연구사업 과제 수행계획서 조사기준에 준하여 실시하였다(RDA 2010). 육성계통의 조사료 품질평가를 위하여 조단백질은 AOAC법(1995), NDF (neutral detergent fiber)와 ADF(acid detergent fiber)는 Goering과 Van Soest(1970)의 방법으로 분석하였다. TDN 함량은 Holland et al. (1990)의 방법에 의해 $88.9 - (0.79 \times \%ADF)$ 의 계산식을 이용하여 산출하였다.

결과 및 고찰

고유특성

귀리 '중모2501'이 가지고 있는 고유특성은 Table 1과 같고, 초형은 Fig. 2에서 보는 바와 같다. 잎색이 담녹색이고 잎폭은 넓으며, 줄기는 황갈색이고 굵기는 중간 정도이다. 이삭의 모양은 지경이 사방으로 고르게 퍼지는 산수형이다. 종실의 길이는 긴 편이고, 겉껍질의 색은 황백색이다. 이는 잎이 녹색이고 폭은 중간이며, 종실이 중간 길이인 표준품종 '삼한'과 구별되는 특성이다.

출수기

'중모2501'의 평균 출수기는 Table 2에서와 같이 시험지 전체에서 평균 5월 7일로 표준품종인 '삼한'의 5월 10일에 비해 3일 빨랐다($p < 0.05$). 지역별로는 '중모2501'이 표준품종인 '삼

Table 3. Plant height of cv. ‘Jungmo2501’ evaluated in 4 provinces from 2008 to 2010.

Regions	Jungmo2501				Samhan			
	2008	2009	2010	Mean	2008	2009	2010	Mean
Jeju	110	110	92	104	107	100	86	98
Iksan-1 ^z	124	131	142	132	112	117	114	114
Iksan-2 ^y	119	110	77	102	116	95	96	102
Yesan	110	107	133	117	96	92	110	99
Mean	116	115	111	114 ^a	108	101	102	103 ^b

^{z, y}Iksan-1 and Iksan-2 was rice field and upland, respectively. ^{a, b}Plant height is significantly different between ‘Jungmo2501’ and ‘Samhan’ at 5% probability by T-test.

Table 4. Ratio of aerial parts of cv. ‘Jungmo2501’ evaluated in 4 provinces from 2009 to 2010.

Regions	Jungmo2501 (%)			Index (A/B) × 100	Samhan (%)		
	Leaf blade (A)	Spike	Culm		Leaf blade (B)	Spike	Culm
Jeju	9.4	20.6	70.0	149	6.3	22.3	71.4
Iksan-1 ^z	12.1	35.7	52.2	101	12.0	35.6	52.4
Iksan-2 ^y	14.7	32.7	52.6	128	11.5	35.1	53.4
Yesan	10.9	51.8	37.3	138	7.9	55.7	36.4
Mean	11.8	35.2	53.0	126 [*]	9.4	37.2	53.4

^{z, y}Iksan-1 and Iksan-2 was rice field and upland, respectively. ^{*}Ratio of the aerial parts is significantly different between ‘Jungmo2501’ and ‘Samhan’ at 5% probability by T-test.

Table 5. Lodging resistance, cold and wet tolerance of cv. ‘Jungmo2501’ evaluated in 4 provinces from 2008 to 2010.

Cultivar	Lodging resistance (0~9)	Cold tolerance (0~9)	Wet tolerance (0~9)
Jungmo2501	0.6	3.1 ^z	0
Samhan	0.7	2.4	0
Mean	0.7	2.8	0

^zRating score : 0 = strong, 9 = weak.

한’에 비해 2~3일 출수기가 빨랐는데, 충남 예산에서 ‘중모 2501’의 출수기가 5월 15일로 다른 지역에 비해 늦은 경향이 있었지만 표준품종보다 평균 4일 빠른 출수를 보였다.

초장

‘중모2501’의 초장은 Table 3에서와 같이 시험지 전체에서 평균 114 cm로 표준품종인 ‘삼한’의 103 cm에 비해 11 cm가 큰 장간이었다($p < 0.05$). 지역별로는 익산 답리작과 예산에서 ‘중모2501’의 초장이 표준품종에 비해 18 cm가 커서 가장 큰 차이를 보였고, 익산의 전작에서는 초장이 표준품종과 같은 102 cm 이었다.

지상부 비율

청보리, 귀리 등 사료용 맥류를 조사료로 이용할 경우 수확시

기에 따라 다소 차이는 있지만 지상부의 식물체 부위 중에서 엽신과 이삭 비율이 높은 것이 조단백질 함량이나 가소화양분총(TDN, total digestible nutrients) 등이 높아 상대적 사료가치(RFV, relative feed value)가 높다고 알려져 있다(Baron et al. 2000, Kwon et al. 2008). ‘중모2501’은 지상부 중에서 엽신이 차지하는 비율이 Table 4와 같이 표준품종 ‘삼한’의 평균 9.4 %보다 26 %가 많은 11.8 %이었으며, 지역별로는 제주가 49 %, 예산이 38 %, 익산 전작이 28 %가 표준품종에 비해 높았다.

도복 · 한해 · 습해 저항성

제주, 익산(전작), 익산(답리작) 및 예산 등 4개 지역에서 조사한 결과로 평가한 ‘중모2501’의 도복, 한해 및 습해 정도는 Table 5에서와 같다. 도복은 ‘중모2501’과 ‘삼한’이 각각 0.6과 0.7으로

Table 6. Forage fresh yield of cv. ‘Jungmo2501’ evaluated in 4 provinces from 2008 to 2010.

Regions	Jungmo2501 (MT ha ⁻¹)				Index (A/B) × 100	Samhan (MT ha ⁻¹)			
	2008	2009	2010	Mean (A)		2008	2009	2010	Mean (B)
Jeju	80.8	70.7	30.5	60.7	106	77.8	63.1	31.0	57.3
Iksan-1 ^x	57.3	66.7	54.1	59.4	109	49.9	65.9	47.5	54.4
Iksan-2 ^y	67.2	71.8	51.5	63.5	99	63.2	74.7	55.5	64.5
Yesan	30.0	36.6	38.1	34.9	108	30.6	32.2	33.9	32.2
Mean	58.8	61.4	43.6	54.6 ^a	105	55.4	59.0	42.0	52.1 ^b

^{x, y}Iksan-1 and Iksan-2 was rice field and upland, respectively. ^{a, b}Forage fresh yield is significantly different between ‘Jungmo2501’ and ‘Samhan’ at 5% probability by T-test.

Table 7. Dry matter yield of cv. ‘Jungmo2501’ evaluated in 4 provinces from 2008 to 2010.

Regions	Jungmo2501 (MT ha ⁻¹)				Index (A/B) × 100	Samhan (MT ha ⁻¹)			
	2008	2009	2010	Mean (A)		2008	2009	2010	Mean (B)
Jeju	23.4	18.4	13.0	18.3	107	22.6	15.4	13.3	17.1
Iksan-1 ^x	13.9	17.9	13.3	15.1	115	11.4	16.7	11.2	13.1
Iksan-2 ^y	17.5	17.6	12.9	16.0	95	16.5	18.4	15.7	16.9
Yesan	9.4	12.3	16.1	12.6	108	10.1	11.8	13.3	11.7
Mean	16.1	16.5	13.8	15.5 ^a	105	15.2	15.5	13.4	14.7 ^b

^{x, y}Iksan-1 and Iksan-2 was rice field and upland, respectively. ^{a, b}Dry matter yield is significantly different between ‘Jungmo2501’ and ‘Samhan’ by T-test.

차이를 보이지 않았으며, 한해는 ‘중모2501’가 평균 3.1로 표준 품종의 2.4에 비해 다소 약한 경향이었으나 유의성이 없었고, 습해는 두 품종 모두 발생하지 않았다.

조사료 생산성

귀리를 조사료로 이용할 경우 적정 수확시기로 판단되는 출수 후 30일(유숙기)에 평가한 ‘중모2501’의 ha당 조사료 생산성은 Table 6 및 Table 7에서와 같다. 생초수량은 Table 6에서와 같이 평균 54.6톤으로 표준품종인 ‘삼한’의 52.1톤보다 5 %가 많았다($p<0.05$). 지역별로는 예산, 제주 및 익산의 답리작에서 ‘중모2501’이 표준품종보다 6~9 %가 많았고, 익산의 전작 재배에서는 대등한 수준이었다. 충남 예산의 경우 월동기온이 낮아 추파귀리의 수량이 낮은 지역으로 알려져 있고(Han et al. 2010a, b), ‘중모2501’의 수량도 다른 지역에 비해 낮은 편이나 표준품종에 비해서는 높은 경향을 보여 겨울철에 귀리를 이용한 조사료의 확대 생산이 기대된다.

‘중모2501’의 건물수량은 Table 7에서와 같이 ha당 평균 15.5

톤으로 표준품종인 ‘삼한’의 14.7톤에 비해 5 %가 많았다($p<0.05$). 지역별로는 익산의 답리작에서 표준품종에 비해 15 %가 많았고, 제주와 익산에서도 각각 7~8 %가 많았으며, 익산의 전작에서는 표준품종인 ‘삼한’보다 5 %가 적었다. 지역별 수량 정도는 대체로 생초수량과 같은 경향이였다.

사료가치

포장 출수 후 30일에 수확한 총체시료로 평가한 ‘중모2501’의 조사료 품질 특성은 Table 8에서와 같다. ‘중모2501’의 조단백질 함량은 6.6 %로 표준품종 ‘삼한’보다 0.7 % 높았다($p<0.05$). 섬유소인 ADF와 NDF 함량(%)은 각각 34.5 %와 58.5 %로서 각각 32.1 %와 57.6 %인 ‘삼한’보다 높았다($p<0.05$). TDN 함량(%)은 61.6 %로 ‘삼한’의 63.6 %에 비해 낮았으나($p<0.05$), ha당 TDN 수량은 9.34톤인 ‘삼한’보다 0.37톤이 많은 9.71톤이었다. Flieg 점수로 평가한 사일리지 등급은 두 품종 모두 2로 양호하였다.

Table 8. Percentage crude protein, ADF, NDF and TDN of cv. ‘Jungmo2501’ cultivated in Iksan.

Cultivar	Crude protein (%)	ADF ^z (%)	NDF ^y (%)	TDN ^x (%)	TDN yield (MT/ha)	Silage quality ^w (I ~ V)
Jungmo2501	6.6 ^a	34.5 ^a	58.5 ^a	61.6 ^b	9.71	2
Samhan	5.9 ^b	32.1 ^b	57.6 ^a	63.6 ^a	9.34	2

⁺This results were measured by whole crop plant harvested at milk-ripe stage (after 30 days from heading). ^zADF : acid detergent fiber, ^yNDF : Neutral detergent fiber, ^xTDN : Total digestible nutrients. ^wFlieg’s evaluation : 1 (superior, above 81), 2 (good, 61~80), 3 (common, 41~60), 4 (no good, 21~40), 5 (very bad, under 20). ^{a, b}Values within column followed by the same letter are not significantly different at the 5% probability by T-test.

Fig. 3. Growing areas of cultivar ‘Jungmo2501’.

적응지역 및 재배상 유의점

귀리 품종 ‘중모2501’은 1월 최저평균기온이 -6 °C 이상 지역인 전북 이남에서 월동이 가능하다. 따라서 충남 일부 지역과 전북, 전남 및 경남지역, 경북과 강원도 해안이 그 적응지역이라고 할 수 있다(Fig. 3).

그러나 최근 이상기온으로 인해 조기에 파종을 할 경우 월동 전에 과잉생장에 의한 한해 피해가 발생할 수 있고, 월동 후인 2월경에도 일교차가 심한 지역에서는 한해로 인해 식물체가

고사할 수 있다. 따라서 지역별 표준재배법을 준수하여 적기파종하고, 출현 및 월동 후에 배수로 관리와 식물체의 답압을 실시하여 적절한 월동관리와 더불어 개체수를 확보하여야 한다. 그리고 적응지역이 아닌 곳에서 귀리를 재배하려면 춘파 등 적절한 대책을 강구해야 한다.

적 요

‘중모2501’은 월동 재배가 가능한 내한 조숙 다수성 조사료용 귀리 품종을 개발하고자 2010년 농촌진흥청 국립식량과학원에서 육성되었다. 품종은 ‘아리80’과 ‘식용귀리’ 간의 F₁과 ‘92004-B-11-2-4-4’의 교배에 의해 육성되었으며, 그 특성은 다음과 같다. 귀리 품종 ‘중모2501’은 담녹색 잎, 황갈색 줄기, 황백색의 종실의 특성을 가졌다. 출수기는 평균 5월 7일로 표준품종인 ‘삼한’보다 3일 빨랐다. ‘중모2501’의 초장은 평균 114 cm로 표준품종의 103 cm에 비해 11 cm가 큰 장간이었고, 지상부 중에 엽신이 차지하는 비율이 11.8 %로 표준품종의 평균 9.4 %보다 26 %가 많았다. 내한성, 도복 및 습해는 표준품종과 대등한 수준이었다. 조사료 수량 중 생초는 평균 54.6톤/ha으로 표준품종의 52.1톤/ha보다 5 %가 많았고, 건물은 평균 15.5톤/ha으로 14.7톤/ha인 표준품종에 비해 5 %가 많았다. ‘중모2501’의 조단백질 함량은 6.6 %로 표준품종 ‘삼한’의 5.9 % 보다 높았고, ADF와 NDF 함량도 각각 34.5 %와 58.5 %로 32.1 %와 57.6 %인 표준품종보다 높았으며, TDN 함량은 61.6 %로 표준품종의 63.6 %에 비해 낮았으나 TDN 수량은 9.34톤/ha인 표준품종보다 0.37톤/ha이 많은 9.71톤/ha이었다. Flieg 점수로 평가한 사일리지 등급은 두 품종 모두 2로 양호하였다. ‘중모2501’은 1월 최저평균기온이 -6 °C 이상인 지역이면 전국 어느 곳에서나 재배가 가능하다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 단기 다수성 춘파용 귀리 계통 선발, 세부과제번호: PJ00928502)의 지원에 의해 이루어진 것임.

REFERENCES

1. AOAC. 1995. Official method of analysis (15th ed.) Association & Official Analytical Chemists, Washington DC.
2. Baron VS, Alistair CD, King JR. 2000. Leaf and stem mass characteristics of cool-season grasses grown in the Canadian parkland. *Agron. J.* 92: 54-63.
3. Goering HK, Van Soest PJ. 1970. Forage fiber analysis. *Agric. Handbook 379*, U.S. Gov. Print. Office Washington, DC.
4. Han OK, Park TI, Seo JH, Park KH, Park HH, Kim KH, Kim KJ, Ju JI, Jang YJ, Park NG, Kim JG. 2010a. 'Gwanghan', a new forage winter oat cultivar for the mid-southern regions of Korea. *Kor. J. Breed. Sci.* 42(3): 226-230.
5. Han OK, Park TI, Seo JH, Park KH, Park HH, Kim KH, Kim KJ, Ju JI, Jang YJ, Park NG, Kim JG. 2010b. 'Jopung', a new forage winter oat cultivar for the southern regions of Korea. *Kor. J. Breed. Sci.* 42(3): 231-235.
6. Han OK, Park HH, Heo HY, Park TI, Seo JH, Park KH, Kim JG, Ju JI, Hong YG, Jeong JH, Park NG. 2009. A new early-heading and high-yielding forage winter oat cultivar, 'Punghan'. *Kor. J. Breed. Sci.* 41(2): 168-172.
7. Han OK, Park TI, Park HH, Song TH, Kim KJ, Ju JI, Jang YJ, Hwang JJ, Kwon YU. 2013. A new early-heading and high-yielding oat cultivar for whole crop forage, 'Okhan'. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 33(2): 87-91.
8. Han OK, Park TI, Park HH, Song TH, Kim KJ, Park NG, Ju JI, Jang YJ, Hwang JJ, Kwon YU. 2014. A new high-yielding winter oat cultivar for whole crop forage, 'Dahan'. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 34(1): 26-32.
9. Heo HY, Park HH, Kim MJ, Choi SU, Park KG, Nam JH, Kim JG, Lee CK, Kwon YU. 2003. A new cold tolerant, high forage and grain yielding winter oat cultivar 'Samhan'. *Kor. J. Breed. Sci.* 35(5): 331-332.
10. Heo HY, Park HH, Choi SU, Kim MJ, Park KG, Nam JH, Kim JG, Lee CK, Kwon YU. 2002. Cold tolerant, early maturing, high forage and grain yielding new winter oat variety "Donghan". *Treat. Crop Res.* 3: 104-108.
11. Holland C, Kezar W, Kautz WP, Lazowski EJ, Mahanna WC, Reinhart R. 1990. Pioneer Hi-Bred International, Inc., Des moines, IA.
12. Kim JD, Lee HJ, Jeon KH, Chan GY, Kwon CH, Sung HG, Hwangbo S, Jo IH. 2010. Effect of harvest stage, wilting and crushed rice on the forage production and silage quality of organic whole crop barley. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 30(1): 25-34.
13. Kwon YU, Bark SB, Heo HY, Park HH, Kim JG, Lee JE, Lee CK, Shin JC. 2008. Changes in forage quality of plant parts with harvesting time in five winter cereal crops. *Kor. J. Crop Sci.* 53(2): 144-149.
14. Park HH, Heo HY, Park KH, Park TI, Seo JH, Cheong YK, Choi JS, Kim JG, Kwon YU, Ju JI, Ryu IM, Hong YG, Jung KY, Han OK. 2007. A new early-heading and high-yielding forage winter oat cultivar, 'Chohan'. *Kor. J. Breed. Sci.* 39(1): 124-125.
15. Rural Development Administraion (RDA). 2010. 2009/2010 year project plan for collaborative research program to develop new cultivars of winter crops. pp. 67-71.