

이모작 재배에 적합한 조숙성 추파용 귀리 신품종 ‘태한’

한옥규^{1*} · 박태일² · 박형호² · 송태화² · 오영진² · 황종진¹ · 권영업¹

¹국립식량과학원, 수원, 441-857, ²국립식량과학원 벼맥류부, 익산, 570-080

A New Forage Oat Cultivar ‘Taehan’ for Early-heading and High-yielding of Double Cropping Cultivation in Paddy Field

Ouk-Kyu Han^{*1}, Tae-Il Park², Hyung-Ho Park², Tae-Hwa Song², Young-Jin Oh², Jong-Jin Hwang¹
and Young-Up Kwon¹

¹National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea,

²Dept. Rice & Winter Cereal Crop, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea

ABSTRACT

‘Taehan’ (*Avena sativa* L.), a winter oat for forage use, was developed by the breeding team at the Department of Rice and Winter Cereal Crops, NICS, RDA in 2012. It was derived from a cross between ‘Malgwiri’ and ‘CI8015’. Subsequent generations were handled in bulk and pedigree selection programs at Suwon and Yeoncheon, respectively. After 2 years of preliminary and advanced yield tests, ‘SO00020B-YB-15-5-9-4-3’, designated as ‘Gwiri78’, were subsequently evaluated for earliness and forage yield during 3 years in four regions such as Yesan, Iksan-1 (Paddy), Iksan-2 (upland), and Jeju from 2010 to 2012, and finally named ‘Taehan’. Over 3 years, the heading date of ‘Taehan’ was about 6 days earlier than that of the check cultivar ‘Samhan’ (May 8 and May 14, respectively), and their average forage dry matter yield harvested at the milk-ripe stage was 14.5 tone ha⁻¹, compared with 14.1 tone ha⁻¹ for the check cultivar. The cultivar ‘Taehan’ was lower than that of the check cultivar ‘Samhan’ in terms of protein content (6.3% and 7.7%, respectively) and total digestible nutrients (60.7%, and 62.1%, respectively). The TDN yield was more than that of the check cultivar (9.1 tone ha⁻¹ and 8.0 tone ha⁻¹, respectively). Fall cropping of ‘Taehan’ is recommended only in areas where average daily minimum mean temperatures in January are > -6°C, and it should not be cultivated in mountainous areas, where frost damage is likely to occur.

(Key words : Oat, Forage, Earliness, High yield, Taehan)

I. 서 론

귀리는 생육속도가 빠르고 건물 수량이 많으며 사료가치 뿐만 아니라 가축의 기호도도 높아 축산 농가에서 조사료 용으로 인기가 높은 작물이다(Han et al., 2010a, b).

우리나라에서 귀리는 주로 2월 말부터 3월 초에 파종하는 봄 재배(춘파)와 옥수수 수확 후 8월 중순부터 하순에 파종하는 가을 재배(하파)로 이루어진다. 그러나 봄 재배는 수확시기가 5월 말부터 6월 중순이기 때문에 후작인 옥수수의 적기 파종에 지장을 주어 주로 가을 재배가 이루어지는데, 가을 재배를 할 경우에는 생육기간이 70일 내외로 짧아 수량이 낮고, 파종기간 중 강우가 있을 경우 파종기가 늦어져 수량이 감소하거나 파종을 못하는 경우도 발생

한다. 따라서 월동만 가능하다면 가을에 파종하여 봄에 수확할 경우 생육기간이 길어 봄 재배나 가을 재배보다 수량이 많다.

현재 국내에서 귀리품종은 2001년 삼한(Heo et al., 2003)과 동한(Park et al., 2008), 2006년 조한(Park et al., 2007), 2008년 풍한(Han et al., 2009), 2009년 광한(Han et al., 2010a)과 조풍(Han et al., 2010b), 2011년 다한(미발표), 옥한(Han et al., 2013) 등 8개 품종이 개발되었다. 그러나 이들 품종들은 내한성과 조숙성을 겸비하지 않아 벼를 조기 이앙하는 충청 이북 지역에서 겨울철 답리작으로 도입이 곤란한 실정이다.

따라서 본 연구팀에서는 내한성이 있어 남부지역뿐만 아니라 충청지역에서도 월동이 가능하면서 숙기가 빨라 눈에

* Corresponding author : Han Ouk-Kyu, National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea. Tel: +82-31-290-6575, Fax: +82-31-290-6742 Email: Taehan98@korea.kr

서 벼 앞그루로 재배할 수 있는 귀리 품종을 개발하고자 본 시험을 실시하였다.

2. 시험방법

II. 재료 및 방법

1. 육성경위

귀리 신품종 '태한'이 인공교배로부터 계통선발, 생산력 검정시험, 지역적응시험을 거쳐 품종으로 육성된 과정은 Fig. 1과 같다. F₁은 2000년에 '말귀리(IT1228869)'에 'CI8015'를 인공 교배하여 만들었다. 2001년부터 2004년까지 경기도 수원, 2005년부터 2007년까지는 전북 익산의 국립식량과학원 시험포장에서 F₁~F₇ 세대의 계통을 선발하였는데, 다만 2002년의 F₂ 세대는 내한성이 강한 계통을 선발하고자 월동기온이 낮은 경기도 연천에서 집단 선별을 실시하였다. 교배 후 잡종 7세대에 걸쳐 계통 및 집단 선별을 통해 내한성이 강하고 초형이 우수한 'SO00020B-YB-15-5-9-4-3' 계통을 선발하였다. 이 계통은 2008~2009년 2년간 생산력검정시험을 실시한 바 조사료용 추과 귀리로서 우수한 계통으로 판명되어 '귀리78호'로 계통명을 부여하고 2010년부터 2012년까지 3년간 충남 예산, 전북 익산의 전작과 답리작, 제주 등 3개 지역 4개 장소에서 지역적응 시험을 실시하였다.

지역적응시험의 결과 '귀리78호'가 조숙이면서 조사료 생산성이 뛰어나고, 농업형질이 우수한 계통으로 입증되어 2012년 9월 농촌진흥청 농작물 직무육성 신품종선정위원회에서 직무육성품종으로 결정되었으며, 품종명이 '태한'으로 명명되었다.

지역적응시험은 충남 예산과 제주에서 전작, 전북 익산에서 전작과 답리작 등 4개 장소에서 3년간 실시되었다. 파종기는 충남 예산이 10월 중순, 전북 익산이 10월 하순, 제주는 11월 초순이었고, 파종양식은 전작의 경우 휴폭 25 cm, 파폭 5 cm, 휴장 6 m의 휴립제초파, 답리작은 휴폭 150 cm, 파폭 120 cm, 휴장 6 m의 휴립광산파를 하였다. 파종량은 전작의 경우 ha당 150 kg, 답리작은 170 kg 이었다. 시비는 진단시비를 하였으며, 시비량은 보리 표준시비량인 ha 당 N₂ 91: P₂O₅ 74: K₂O 39 kg을 기준으로 질소는 30 %를 증비하였다. 시비방법은 질소를 기비 40%와 추비 60 %로 나눠주었으며, 인산과 가리는 전량 기비로 사용하였다. 수확은 출수 후 20일경에 지상부 전체인 총체로 하였다. 생조수량은 시험구 전체를 예취하여 ha당 수량으로 환산하였으며, 건물수량은 각 품종별로 생조수량을 평량하고 난 후 1 kg을 취하여 70℃에서 60시간 건조 후 건물물을 산출한 다음 생조수량을 곱하여 ha당 수량으로 환산하였고, 풍건물은 4℃ 저온 저장고에 보관하여 분석용 시료로 이용하였다. 기타 생육관리는 농진청 표준재배법에 준하였고 생육, 수량특성, 내한성 및 병충해 저항성 등의 관련 조사는 농진청 신품종개발 공동연구사업 과제 수행계획서 조사 기준에 준하여 실시하였다(RDA, 2010a, b). 육성계통의 조사료 품질평가를 위하여 조단백질은 AOAC법(1995), NDF (neutral detergent fiber)와 ADF (acid detergent fiber)는 Goering and Van Soest (1970)의 방법으로 분석하였다. TDN 함량은 88.9-(0.79 × %ADF)의 계산식을 이용하여 산출하였다(Holland, 1990). 기타 시험방법은 농촌진흥청에서

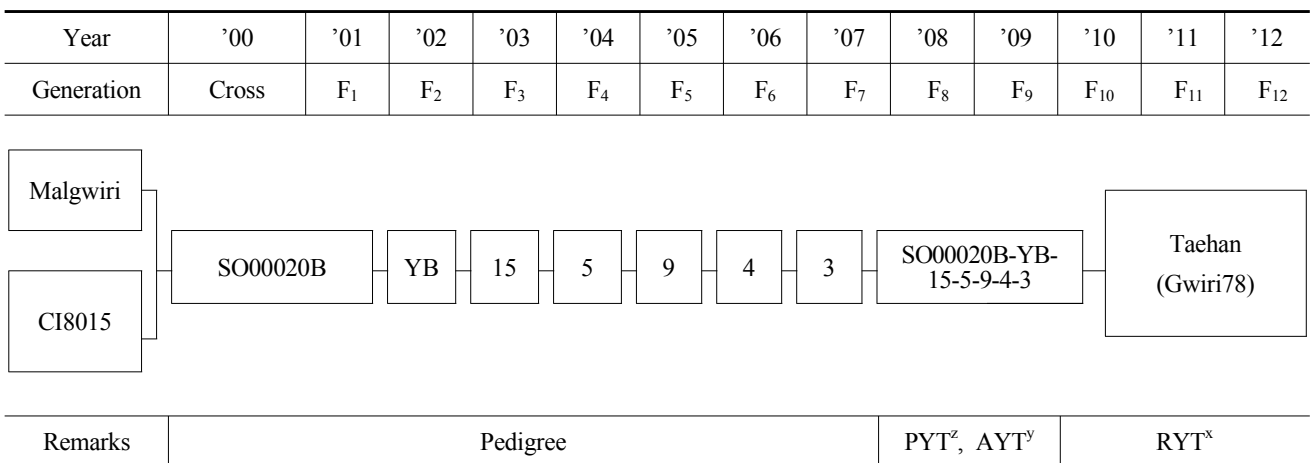


Fig. 1. Pedigree diagram of oat cultivar, 'Taehan'.

^zPYT : preliminary yield trial, ^yAYT : advanced yield trial, ^xRYT : regional yield trial.

발행한 보고서에 상세하게 설명되어 있다(RDA, 2011).

III. 결과 및 고찰

1. 고유특성

귀리 신품종 '태한'이 가지고 있는 고유특성은 Table 1과 같다. 잎색이 녹색이고 잎폭은 중간이며, 줄기는 황색이고 굵기는 중간 정도이다. 이삭의 모양은 지경이 사방으로 고르게 퍼지는 산수형이다. 종실의 길이는 중간이고 겉껍질의 색은 담황색이다. 이는 잎색이 농록색이고, 가는 줄기에 줄기색은 황색이며, 종자가 황갈색인 표준품종 '삼한'과 구별되는 특성이다.

2. 출수기

'태한'의 출수기는 Table 2에서와 같이 지역적응시험지 전체에서 평균 5월 8일로 표준품종인 '삼한'의 5월 14일에 비해 7일 빨랐다($p<0.05$). 지역별 '태한'의 출수기는 제주에서 평균 5월 1일로 표준품종보다 평균 8일 빨랐고, 충남 예산에서 5월 18일로 다른 지역에 비해 늦은 경향이었지만 표준품종보다 평균 6일 빨랐다. '태한'의 출수기에 대한 연차 변이는 표준품종에 비해 크지 않았다.

3. 초장

'태한'의 초장은 Table 3에서와 같이 시험지 전체에서 평균 122 cm로 표준품종인 '삼한'의 103 cm에 비해 19 cm가 큰 장간이었다($p<0.05$). '태한'의 지역별 초장은 익산 답리작에서 131 cm로 가장 컸으며, 익산의 전작에서 110 cm로 가장 작았다. 표준품종인 '삼한'의 초장은 예산 114 cm, 익산의 답리작에서 113 cm로 가장 컸고, 익산의 전작에서 91 cm로 가장 작아 '태한'과 같은 경향이였다.

4. 내재해성

제주, 익산(전작), 익산(답리작) 및 예산 등 4개 지역의 지역적응시험에서 월동 후 고엽률을 달관 조사한 결과로 평가한 '태한'의 내한성은 Table 4에서와 같다. '태한'은 시험지 평균 2.4로 표준품종인 '삼한'과 유의성은 인정되지 않았다. 그러나 내한성을 지역별로 보면 월동기온이 가장 낮은 충남 예산에서 '태한'의 내한성이 평균 5를 나타내어 평균 3의 '삼한'에 비해 낮은 경향을 나타내었다. 그러나 내한성은 월동 후에 고엽이 발생한 정도를 달관으로 평가한 것으로, 월동기온뿐만 아니라 시험지의 수분함량이나 배수 정도 등 여러 가지 요인이 복합적으로 작물에 영향을 주고, 또한 2월 중순 경에 흔히 발생하는 생육재생기의 심한 일교차 등도 고엽을 발생시키는 원인이다. 따라서 작물이 낮은 월동기온에 의해 동사하지 않고 봄철에 정상적인 재생 및 후기생육으로 인해 수량이 확보된다면 내한성이 있어 그 지역에 적응하는 것으로 판단할 수 있다. Table 6

Table 1. Morphological characteristics of cultivar 'Taehan'

(Iksan, 2012)

Cultivar	Leaf		Culm		Panicle type	Grain	
	Color	Width	Color	Diameter		Color	Length
Taehan	Green	Medium	Yellow	Medium	Spread	Lemon Yellow	Medium
Samhan	Dark green	Medium	Yellow	Thin	Spread	Yellowish brown	Medium

Table 2. Heading date of cultivar 'Taehan' evaluated in 4 provinces from 2010 to 2012

(RYT^z, 2010~2012)

Regions	Taehan				Samhan			
	2010	2011	2012	Mean	2010	2011	2012	Mean
Jeju	April 27	April 30	May 5	May 1	May 15	May 6	May 6	May 9
Iksan-1 ^x	May 5	May 5	May 10	May 7	May 10	May 11	May 11	May 11
Iksan-2 ^y	May 6	May 15	May 13	May 11	May 13	May 20	May 12	May 15
Yesan	May 20	May 16	—	May 18	May 25	May 22	—	May 24
Mean	May 7	May 9	May 9	May 8 ^b	May 16	May 15	May 10	May 14 ^a

^z RYT : regional yield trial. ^{x, y} Iksan-1 and Iksan-2 were rice field and upland, respectively. ^{a, b} The days calculated from January 1 to heading date is significantly different between cultivar 'Taehan' and cultivar 'Samhan' at 5% probability.

Table 3. Plant height of cultivar 'Taehan' evaluated in 4 provinces from 2010 to 2012

(RYT^z, 2010~2012)

Regions	Taehan				Samhan			
	2010	2011	2012	Mean	2010	2011	2012	Mean
Jeju	107	92	156	118	86	77	134	99
Iksan-1 ^x	123	130	141	131	114	109	116	113
Iksan-2 ^y	109	115	106	110	96	82	94	91
Yesan	133	125	—	129	110	118	—	114
Mean	118	116	134	122 ^a	102	97	115	103 ^b

^zRYT: regional yield trial. ^{x,y}Iksan-1 and Iksan-2 was rice field and upland, respectively. ^{a,b}Plant height is significantly different between cultivar 'Taehan' and cultivar 'Samhan' at 5% probability.

Table 4. Cold tolerance of cultivar 'Taehan' evaluated in 4 provinces from 2010 to 2012

(RYT^z, 2010~2012)

Regions	Taehan				Samhan			
	2010	2011	2012	Mean	2010	2011	2012	Mean
Jeju	0 ^w	1	0	0	0	1	0	0
Iksan-1 ^x	2	5	3	3	1	5	3	3
Iksan-2 ^y	3	3	0	2	3	3	0	2
Yesan	5	4	—	5	4	2	—	3
Mean	3	3	1	2.4 ^a	2	3	1	2.0 ^a

^zRYT: regional yield trial. ^{x,y}Iksan-1 and Iksan-2 was rice field and upland, respectively. ^wRating score: 0=no leaf killed by low temperature, 9 = 100% killed. ^aCold tolerance is significantly not different between cultivar 'Taehan' and cultivar 'Samhan'.

에서 보면 '태한'은 내한성 평가가 '삼한'에 비해 다소 낮았지만 생초수량이 높았다

'태한'의 도복 저항성은 Table 5에서와 같이 시험지 평균 1로 표준품종인 '삼한'과 같은 수준이었으며, 시험지역간 차이도 크지 않았다.

5. 조사료 생산성

귀리를 조사료로 이용할 경우 적정 수확시기로 판단되는 출수 후 20일(유숙기)에 평가한 '태한'의 ha당 조사료 생산성은 Table 6 및 Table 7에서와 같다. 생초수량은 Table 6에서와 같이 시험지 전체에서 평균 51.7톤으로 표준품종인 '삼한'의 47.1톤 보다 많았다(p<0.05). 지역별로는 익산의 답리작과 예산에서 '태한'이 각각 56.1톤과 53.8톤으로 다른 지역에 비해 높은 생초수량을 나타내었으며, 제주가 47.4톤으로 가장 낮았다. 표준품종은 익산과 예산에서 48.3

Table 5. Lodging resistance of cultivar 'Taehan' evaluated in 4 provinces from 2010 to 2012

(RYT^z, 2010~2012)

Regions	Taehan				Samhan			
	2010	2011	2012	Mean	2010	2011	2012	Mean
Jeju	0	0	1	0	0	0	3	1
Iksan-1 ^x	0	0	2	1	0	0	0	0
Iksan-2 ^y	0	0	0	0	0	0	0	0
Yesan	0	2	—	1	0	6	—	3
Mean	0	1	1	0 ^a	0	2	1	1 ^a

^zRYT: regional yield trial. ^{x,y}Iksan-1 and Iksan-2 was rice field and upland, respectively. ^wRating score: 0=no lodging, 9 = 100% lodging. ^aLodging resistance is significantly not different between cultivar 'Taehan' and cultivar 'Samhan'.

Table 6. Forage fresh yield of cultivar 'Taehan' evaluated in 4 provinces from 2010 to 2012

(RYT^z, 2010~2012)

Regions	Taehan (M/T ha ⁻¹)				Index (A/B) × 100	Samhan (M/T ha ⁻¹)			
	2010	2011	2012	Mean (A)		2010	2011	2012	Mean (B)
Jeju	30.5	40.8	70.9	47.4	111	31.0	35.8	60.7	42.5
Iksan-1 ^x	60.5	50.7	57.2	56.1	116	47.5	51.1	46.7	48.4
Iksan-2 ^y	59.1	51.9	39.5	50.2	101	55.5	56.5	36.9	49.6
Yesan	40.6	66.9	—	53.8	111	33.9	62.6	—	48.3
Mean	47.7	52.6	55.8	51.7 ^a	110	42.0	51.5	48.1	47.1 ^b

^z RYT: regional yield trial. ^{x, y} Iksan-1 and Iksan-2 was rice field and upland, respectively. ^{a, b} Fresh yield is significantly different between cultivar 'Taehan' and cultivar 'Samhan' at 5% probability.

Table 7. Dry matter yield of cultivar 'Taehan' evaluated in 4 provinces from 2010 to 2012

(RYT^z, 2010~2012)

Regions	Taehan (M/T ha ⁻¹)				Index (A/B) × 100	Samhan (M/T ha ⁻¹)			
	2010	2011	2012	Mean (A)		2010	2011	2012	Mean (B)
Jeju	8.5	11.1	23.6	14.4	100	13.3	9.6	20.4	14.4
Iksan-1 ^x	14.5	12.1	18.4	15.0	117	11.1	12.8	14.5	12.8
Iksan-2 ^y	12.8	10.0	14.8	12.5	90	15.7	12.5	13.7	14.0
Yesan	14.4	19.6	—	17.0	107	13.3	18.5	—	15.9
Mean	12.6	13.2	18.9	14.5 ^a	103	13.4	13.4	16.2	14.1 ^a

^z RYT: regional yield trial. ^{x, y} Iksan-1 and Iksan-2 was rice field and upland, respectively. ^a Dry matter yield is significantly not different between cultivar 'Taehan' and cultivar 'Samhan'.

~49.6톤 수준을 보였으며, 제주에서 42.5톤으로 적은 편이었다. 충남 예산은 월동기온이 낮아 추파귀리의 수량이 낮은 지역으로 알려져 있으나(Han et al., 2010a, b), 신품종 '태한'의 수량이 기존품종에 비해 매우 높아 겨울철에 귀리를 이용한 조사료의 확대 생산이 기대된다. 한편으로 Table 4에서 신품종 '태한'은 표준품종인 '삼한'에 비해 유의성이 인정되지 않는 수준에서 내한성이 약한 것으로 평가되었고, 특히 2010년과 2011년도에는 예산지역에서 고엽이 많이 발생하여 내한성이 약한 것으로 평가되었지만, 그 지역에서 조사료 수량이 '삼한' 보다 높은 것으로 볼 때 '태한'은 월동 후 재생력이 좋은 것으로 사료되었다.

건물수량은 Table 7에서와 같이 시험지 전체에서 '태한'의 건물수량은 ha당 평균 14.5톤으로 표준품종인 '삼한'의 14.1톤에 비해 3%가 많았으나 품종 간 유의성은 없었다. 지역별로 볼 때 '태한'은 예산에서 평균 17톤으로 '삼한'의 15.9톤에 비해 17% 정도 건물수량이 많았고, 익산의 담리작에서도 15톤으로 다른 지역에 비해 높은 경향을 보였다.

6. 사료가치

전북 익산에 소재한 국립식량과학원의 시험포장에서 출수 후 20일에 수확한 총체시료로 평가한 '태한'의 조사료 품질 특성은 Table 8에서와 같다. '태한'의 조단백질 함량은 6.3 %로 표준품종 '삼한' 보다 1.4% 낮았다. 섬유소인 ADF와 NDF 함량(%)은 각각 35.7%와 60.2%로서 각각 34%와 57.9%인 '삼한' 보다 높았다. TDN 함량(%)은 60.7%로 '삼한'의 62.1%에 비해 약간 낮은 수준이었으나, ha당 TDN 수량은 7.97톤인 '삼한' 보다 1.13톤이 많은 9.1톤이었다. Flieg's 점수로 평가한 사일리지 등급은 두 품종 모두 2로 양호하였다.

7. 적응지역 및 재배상 유의점

귀리 신품종 '태한'은 1월 최저평균기온이 -6℃ 이상 지역인 전북 이남의 담리작 지대에서 월동이 가능하다. 따라서 충남 일부 지역과 전북, 전남 및 경남지역, 그리고 강원도 해안이 그 적응지역이라고 할 수 있다.

그러나 최근 이상기온으로 인해 조기에 파종을 할 경우 월동 전에 과잉생장에 의한 한해 피해가 발생할 수 있고,

Table 8. Percentage crude protein, acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF) and total digestible nutrients (TDN) of 'Taehan' cultivated in Iksan

Cultivar	Crude protein	ADF ^z	NDF ^y	TDN ^x	TDN yield	Silage quality ^w
	(%)	(%)	(%)	(%)	(MT/ha)	(I ~ V)
Taehan	6.3 ^b	35.7 ^a	60.2 ^a	60.7 ^b	9.10 ^a	2
Samhan	7.7 ^a	34.0 ^a	57.9 ^b	62.1 ^a	7.97 ^b	2

(RYT^z, 2010~2012)

* This results were measured by whole crop plant harvested at milk-ripe stage (after 20 days from heading). ^z ADF: acid detergent fiber, ^y NDF: Neutral detergent fiber, ^x TDN: Total digestible nutrients. ^w Flieg'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.

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.

IV. 요약

'태한'은 내한성이 있어 남부지역뿐만 아니라 충청지역에서도 월동이 가능하면서 숙기가 빨라 논에서 벼 앞그루로 재배할 수 있는 조숙 다수성 귀리 품종 개발을 목표로 2012년 농촌진흥청 국립식량과학원에서 육성되었다. 잡종은 2000년에 '말귀리'를 모본으로 하고, 'CI18015'를 부본으로 온실에서 인공 교배하여 작성되었으며, 집단 및 계통 선발에 의해 내한성이 강하고 초형이 우수한 'SO00020B-YB-15-5-9-4-3' 계통을 선발하였다. 이 계통은 2008년부터 2009년까지 2개년에 걸쳐 생산력검정시험을 실시하였으며, 숙기가 빠르고 수량이 많아 '귀리78호'로 계통명을 부여하고 2010년부터 2012년까지 3년간 충남 예산, 전북 익산(전작과 답리작), 제주 등 4개 지역에서 지역적응시험을 실시하였다. 그 계통은 2012년 9월 신품종으로 선정되었으며, 그 특성은 다음과 같다. 귀리 신품종 '태한'은 녹색 잎, 황색 줄기, 담황색의 종실을 가졌다. 출수기는 전국 평균 5월 8일로 표준품종인 '삼한' 보다 7일 빨랐다. '태한'의 내한성은 '삼한'과 대등하였고, 도복에 강하였다. 건물수량은 ha당 평균 14.5톤으로 14.1톤인 '삼한'에 비해 다소 높은 경향을 보였으나 유의성은 없었다. '태한'은 조단백질 함량이 6.3%, 가수화양분총량(TDN)이 60.7%로 '삼한' (각각 7.7 %, 62.1%)에 비해 다소 낮았으나 TDN 수량은 ha당 9.1톤으로 8톤인 '삼한' 보다 1.1톤 많았다. '태한'의 적응지역은 1월 최저평균기온이 -6℃ 이상인 지역이면 전국 어느 곳에서나 재배가 가능하며, 특히 벼 이앙이 빨라 월동작물의 재

배가 곤란한 지역에서도 답리작 재배를 통한 조사료 생산이 가능하다.

V. REFERENCES

- AOAC. 1995. Official method of analysis (15th ed.) Association & Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agric. Handbook 379*, U.S. Gov. Print. Office Washington, DC.
- Han, O.K., Park, H.H., Heo, H.Y., Park, T.I., Seo, J.H., Park, K.H., Kim, J.G., Ju, J.I., Hong, Y.G., Jeong, J.H. and Park, N.G. 2009. A new early-heading and high-yielding forage winter oat cultivar, 'Punghan'. *Korean Journal of Breeding Science*. 41:168-172.
- Han, O.K., Park, T.I., Park, H.H., Song, T.H., Kim, K.J., Ju, J.I., Jang, Y.J., Hwang, J.J. and Kwon, Y.U. 2013. A new early-heading and high-yielding oat cultivar for whole crop forage 'Okhan'. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 33:87-91.
- Han, O.K., Park, T.I., Seo, J.H., Park, K.H., Park, H.H., Kim, K.H., Kim, K.J., Ju, J.I., Jang, Y.J., Park, N.G. and Kim, J.G. 2010a. 'Gwanghan', a new forage winter oat cultivar for the mid-southern regions of Korea. *Korean Journal of Breeding Science*. 42:226-230.
- Han, O.K., Park, T.I., Seo, J.H., Park, K.H., Park, H.H., Kim, K.H., Kim, K.J., Ju, J.I., Jang, Y.J., Park, N.G. and Kim, J.G. 2010b. 'Jopung', a new forage winter oat cultivar for the southern regions of Korea. *Korean Journal of Breeding Science*. 42:231-235.
- Heo, H.Y., Park, H.H., Kim M.J., Choi S.U., Park, K.G., Nam, J.H., Kim, J.G., Lee, C.K. and Kwon, Y.U. 2003. A new cold tolerant, high forage and grain yielding winter oat cultivar 'Samhan'. *Korean Journal of Breeding Science*. 35:331-332.
- Holland, C., Kezar, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mahanna, W.C. and Reinhart, R. 1990. Pioneer Hi-Bred International, Inc., Des

- moines, IA.
- Park, H.H., Heo, H.Y., Park, K.H., Park, T.I., Seo, J.H., Cheong, Y.K., Choi, J.S., Kim, J.G., Kwon, Y.U., Ju, J.I., Ryu, I.M., Hong, Y.G., Jung, K.Y. and Han, O.K. 2007. A new early-heading and high-yielding forage winter oat cultivar, 'Chohan'. Korean Journal of Breeding Science. 39:124-125.
- Park, T.I., Han, O.K., Seo J.H., Choi, J.S., Park, K.H. and Kim, J.G. 2008. New barley cultivars with improved morphological characteristics for whole crop forage in Korea. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 28:193-202.
- Rural Development Administraion (RDA). 2010a. 2009/2010 year project plan for collaborative research program to develop new cultivars of winter crops. pp. 67-71.
- Rural Development Administraion (RDA). 2010b. 2010/2011 year project plan for collaborative research program to develop new cultivars of winter crops. pp. 67-70.
- Rural Development Administration (RDA). 2011. 2010/2011 year project report for collaborative research program to develop new cultivars of winter crops. pp. 217-230.
- (Received September 29, 2013/Revised October 28, 2013/Accepted November 1, 2013)