

Research Article

수확이 빠른 조숙성 조사료용 월동귀리 ‘하이어리’

박태일¹, 김양길¹, 박형호¹, 오영진¹, 박종철¹, 강천식¹, 박종호¹, 정영근¹,
김경호¹, 최규환³, 홍기흥⁴, 채현석⁵, 구자환², 안종웅², 한옥규^{2*}
¹국립식량과학원, ²국립식량과학원 중부작물부, ³전라북도농업기술원,
⁴충청남도농업기술원, ⁵국립축산과학원 난지축산연구소

‘Hi-early’, Early Heading and Harvestable Winter Forage Oats Cultivar

Tae-II Park¹, Yang-Kil Kim¹, Hyung-Ho Park¹, Young-Jin Oh¹, Jong-Chul Park¹, Chon-Sik Kang¹, Jong-Ho Park¹,
Young-Geun Cheong¹, Kyong-Ho Kim¹, Kyu-Hwan Choi³, Ki-Heung Hong⁴, Hyun-Seok Chae⁵, Ja-Hwan Ku²,
Jong-Woong Ahn², Ouk-Kyu Han^{2*}

¹National Institute of Crop Science, RDA, Jeonju 54875, Korea,

²Central Area Crop Breeding Division, NICS, RDA, Suwon 16429, Korea

³Jellabuk-do, Agricultural Research and Extension Services, Iksan 54591, Korea

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

⁵Subtropical Animal Experiment Station, NIAS, RDA, Jeju 63242, Korea

ABSTRACT

Oats (*Avena sativa* L.), which are known as one of the forage crops of Korea, have good livestock palatability and are popular to cattle farmers because of their high dry matter. However, the cultivation of double cropping in the rice field was reluctant due to the late maturing for farmers to plant rice continuously. ‘Hi-early’, a winter oats for forage use, was developed by the breeding team at National Institute of Crop Science, RDA in 2016. It was derived from a cross between ‘517A2-121’(IT133383) and ‘CI7604’(IT133379). Subsequent generations followed by the cross were handled in bulk and pedigree selection programs at Suwon, Iksan and Jeonju, respectively. After preliminary and advance yield test for 2 years, ‘SO2004015-B-B-23-1-3-7’, designated as a line name of ‘Gwiri92’, were subsequently evaluated for earliness and forage yield during 3 years in four parts such as Jeju (upland), Yesan (upland), Iksan (upland), and Jeonju (paddy), from 2014 to 2016, and finally named as ‘Hi-early’. Cultivar ‘Hi-early’ has the characteristics of medium leaves of green color, thick diameter culm, and medium grain of brown color. Over 3 years, the heading date of ‘Hi-early’ was about 9 days earlier than that of check cultivar ‘Samhan’ (April 26 and May 5, respectively). Average forage fresh yield of ‘Hi-early’ harvested at milk-ripe stage was similar to check cultivar (40.2 tone ha⁻¹ and 40.0 tone ha⁻¹, respectively), and dry matter yield also was similar to check cultivar (14.2 tone ha⁻¹ and 14.0 tone ha⁻¹, respectively). Cultivar ‘Hi-early’ was lower than the check cultivar ‘Samhan’ in terms of the protein content (6.2% and 7.0%, respectively) and total digestible nutrients (61.0%, and 62.5%, respectively), while the TDN yield was more than the check (7.91 tone ha⁻¹ and 7.64 tone ha⁻¹, respectively). Fall sowing cropping of ‘Hi-early’ is recommended only in areas where average daily minimum mean temperatures in January are higher than -6°C, and it should not be cultivated in mountain areas, where frost damage is likely to occur.

(Key words : Oats, Forage, Earliness, Hi-early)

I. 서론

귀리는 건물수량이 많고, 사료가치가 높을 뿐만 아니라 가축 기호성도 높은 작물이며(Han et al., 2014), 종자의 자가 채종도 가능해 단파 또는 혼파용 사료작물로 매우 유망하다. 우리나라에서 조사료용 귀리품종은 생육기간 연장에 의한

수량 확보를 목적으로 내한성이 강화된 추파용으로 중점 개발되었다(Han et al., 2009, 2010a, 2010b, 2013, 2014; Heo et al., 2003; Park et al., 2007; Park et al., 2008). 그 결과로 육성된 귀리품종은 내한성이 강화돼 남부지역에 한정되었던 재배 북한계선이 충청이남지역까지 북상하는 등 괄목할만한 성과를 거두었으며, 수량성도 증가하였다.

* Corresponding author : Han Ouk-Kyu, Central Area Crop Breeding Division, National Institute of Crop Science (NICS), RDA, Suwon 16429, Korea. Tel: +82-31-695-4052, Fax: +82-31-695-4029. Email: okhan98@korea.kr.

우리나라에서 추파용 귀리는 겨울철의 휴경지를 활용하는 차원에서 답리작 재배가 주로 이루어지는데, 귀리를 사일리 지용으로 수확할 경우 곤포작업이 이루어지는 시기가 6월 상순으로 벼 이앙시기보다 늦어 농가에서 재배를 꺼려하고 있다. 그러나 벼 이앙시기와 겹치는 문제를 회피하고자 귀리를 조금 일찍 수확할 경우 경제적 수량을 얻을 수 없는 문제가 있다(Lee et al., 2000; Song et al., 2009).

따라서 국내 농업환경에서 귀리의 재배면적을 확대하기 위해서는 기존의 내한성 강화와 더불어 숙기가 매우 빠른 조생종을 육성하여 하계작물인 벼와의 경합문제를 해결해야 한다. 이에 본 연구팀에서는 내한성이 있어 충청지역에서도 월동이 가능하면서 숙기가 빨라 논에서 벼 앞그루로 재배할 수

있는 귀리 품종을 개발하고자 본 시험을 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 육성경위

귀리 품종 '하이어리'가 육성된 과정과 육성계보도는 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다. 잡종은 2004년에 '517A2-121(IT133383)'에 'CI7604'(IT133379)를 교배하여 작성되었다. 잡종세대는 2005년부터 2011년까지 전북 익산의 국립식량과학원 시험포장에서 집단 및 계통 육종법에 의해 출수기가 빠른 'SO2004015-B-B-23-1-3-7' 계통이 선발되었다. 이 계통은 2012년부터

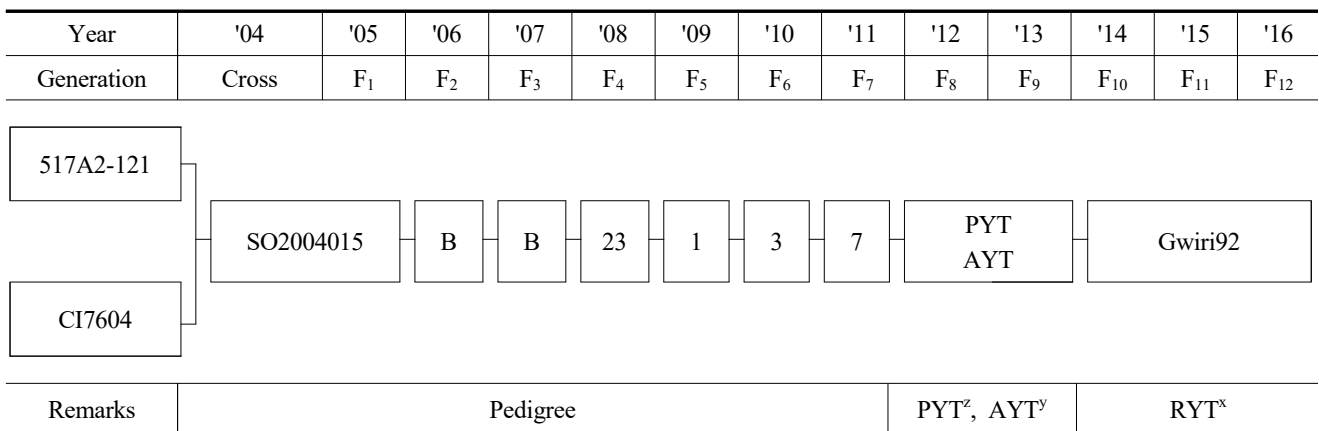


Fig. 1. Pedigree diagram of oats cultivar, 'Hi-early'.

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

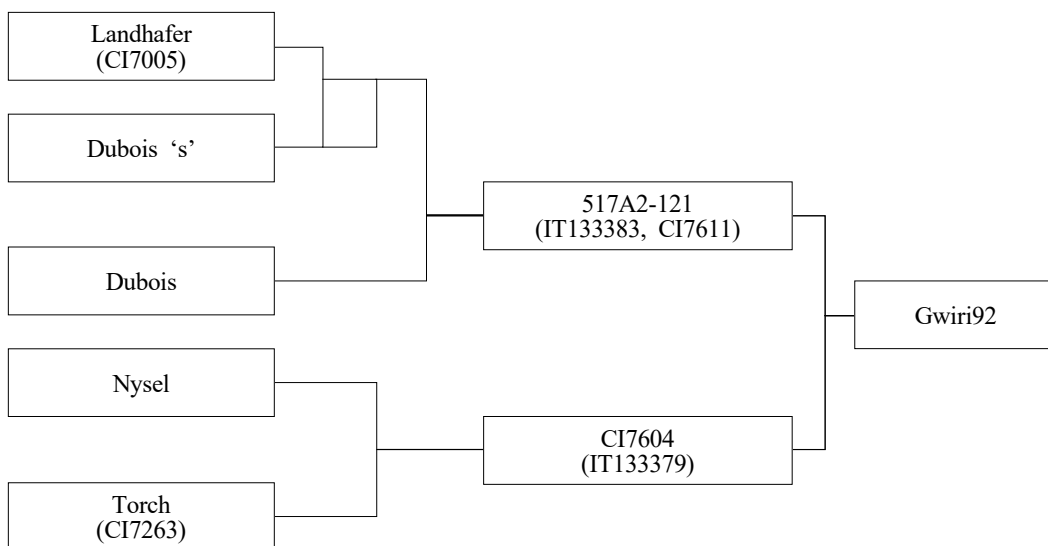


Fig. 2. Genealogy of oats cultivar 'Hi-early'.

터 2013년까지 2년간 생산력검정예비시험 및 생산력검정본 시험을 통해 재배적 특성과 수량성이 평가되었으며, 조사료 용 추파 귀리로 우수한 계통으로 판명되어 '귀리92호'로 계통명을 부여하고 2014년부터 2016년까지 3년간 제주, 예산, 익산, 전주 등 4개 지역에서 지역적응시험을 실시하였다.

'귀리92호'는 지역적응시험 지역에서 조사료용 귀리의 육종목표에 부합되는 속기가 빠르면서 조사료 생산성이 뛰어나고, 내한성 등 월동용 사료작물로 우수한 계통으로 판명되어 2016년 9월 농촌진흥청 농작물 직무육성 신품종선정심의회에서 품종으로 결정되었으며, '하이어리'로 명명되었다.

2. 시험방법

지역적응시험은 제주, 충남 예산, 전북 익산에서 밭 재배, 전북 전주에서 논 재배로 실시하였다. 파종기는 제주가 11월 상순, 예산이 10월 중순, 익산과 전주가 10월 하순이었다. 파종양식은 밭 재배의 경우 휴폭 25 cm, 파폭 5 cm, 휴장 6 m의 휴립세조파, 논 재배는 휴폭 150 cm, 파폭 120 cm, 휴장 6 m의 휴립광산파로 하였다. 파종량은 밭의 경우 ha당 150 kg, 논은 170 kg 이었다. 시비는 진단시비를 하였으며, 시비량은 보리의 표준시비량인 ha 당 N₂ 91: P₂O₅ 74: K₂O 39 kg을 기준으로 질소는 30 %를 증비하였다. 시비방법은 질소를 파종 시 기비로 40 %와 월동 후 생육재생기에 추비로 60 %를 나눠주었으며, 인산과 가리는 전량 기비로 사용하였다. 수확은 출수 후 30일경에 지상부 전체인 총체로 하였다. 생초수량은 시험구 전체를 예취하여 ha당 수량으로 환산하였다. 건물수량은 생초수량을 평량하고 난 후 시료 1 kg을 취하여 70 °C에서 60시간 건조시킨 후 건물물을 산출한 다음 생초수량을 곱하여 ha당 수량으로 환산하였다. 건물수량을 조사한 재료는 4 °C 저온 저장고에 보관하여 사료가치 분석용 시료로 이용하였다. 기타 생육관리는 농진청 표준재배법에 준하였고, 생육·수량특성·내한성 및 병충해 저항성 등의 관련 조사는 농진청 신품종개발 공동연구사업 과제 수행계획서 조사기준에 준하여 실시하였다(RDA, 2013, 2014, 2015). 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 et al., 1990).

III. 결과 및 고찰

1. 고유특성

귀리 품종 '하이어리'의 고유특성은 Table 1과 같다. 잎은 색이 녹색이고, 잎 넓이는 표준품종인 '삼한'과 비교할 때 중간이다. 줄기는 굵기가 중간 정도인 '삼한'과 비교할 때 굵은 편이다. 이삭의 모양은 지경이 사방으로 고르게 퍼지는 산수형이다. 종실의 길이는 중간 정도인 '삼한'과 큰 차이가 없지만 종자는 갈색으로 회갈색인 표준품종 '삼한'과 구별된다.

2. 생육특성

'하이어리'의 출수기는 Table 2와 같이 시험지 전체에서 평균 4월 26일로 표준품종인 '삼한'의 5월 5일 보다 9일 빨랐다 ($p<0.05$). '하이어리'의 지역별 출수기는 제주가 4월 14일로 가장 빨랐고, 익산·전주 4월 26일, 예산 5월 8일 순이었다. 표준품종인 '삼한'과 비교할 때 '하이어리'는 출수기가 제주와 익산에서 평균 11일 빨랐고, 예산과 전주에서 평균 8일 빠른 극조생종의 특성을 가지고 있었다.

지상부 형질 중에서 초장, m²당 경수, 엽신 및 이삭비율은 Table 3과 같다. '하이어리'는 초장이 시험지 전체에서 평균 119 cm로 표준품종인 '삼한'의 106 cm에 비해 13 cm가 큰 장간 품종이었다($p<0.05$). m²당 경수는 1,192개로 '삼한'의 1,069개 보다 123개가 많았다($p<0.05$). 엽신비율은 '하이어리'가 9.5 %로 '삼한'의 10.9 %보다 다소 낮았고($p<0.05$), 이삭비율도 44.9 %로 54.9 %인 '삼한'보다 낮았다($p<0.05$).

3. 내재해성

제주, 예산, 익산 및 전주 등 4개 지역의 지역적응시험에서 3년간에 걸쳐 월동 후 달관 조사한 고엽률로 평가한 내한성은 Table 4와 같다. '하이어리'는 평균 2.3으로 표준품종인

Table 1. Morphological characteristics of cultivar 'Hi-early' evaluated in Jeonju, 2016

Cultivar	Leaf		Diameter of culm	Panicle type	Grain	
	Color	Width			Color	Length
Hi-early	Green	Medium	Thick	Spread	Brown	Medium
Samhan	Dark green	Medium	Medium	Spread	Grayish brown	Medium

Table 2. Heading date of cultivar 'Hi-early' evaluated in 4 regions for 3 years

Regions	Hi-early				Samhan			
	2014	2015	2016	Mean	2014	2015	2016	Mean
Jeju	April 12	April 7	April 23	April 14	April 26	April 25	April 25	April 25
Yesan	May 2	May 14	May 8	May 8	May 21	May 20	May 8	May 16
Iksan	April 25	April 29	April 25	April 26	May 5	May 9	May 3	May 7
Jeonju	April 27	May 1	April 20	April 26	May 2	May 5	May 6	May 4
Mean	April 24	April 28	April 27	April 26 ^b	May 6	May 7	May 3	May 5 ^a

^{a, b}The days calculated from January 1 to heading date is significantly different between cultivar 'Hi-early' and cultivar 'Samhan' at the 5% probability by *T*-test.

'삼한'의 1.7과 유의성은 보이지 않았다. 이는 추위에 매우 강한 품종으로 알려져 있는 표준품종 '삼한'(Heo et al., 2003)과 비교할 때 '하이어리'의 내한성이 '삼한'과 유의성이 없다는 것은 적응지역에서 월동 중이나 월동 후에 한해로 인한 피해가 거의 발생하지 않을 정도로 추위에 강하다는 것을 의미한다. '하이어리'의 도복은 시험지 평균 2.0으로 표준품종인 '삼한'의 1.0보다는 다소 약했지만, 내한성과 마찬가지로 통계적인 유의성은 없었다.

4. 조사료 생산성

출수한 후 30일 경에 수확하여 평가한 '하이어리'의 ha당 조사료 생산성은 Table 5와 Table 6에서 보는 바와 같다. 생체수량은 Table 5에서와 같이 시험지 전체에서 평균 ha당 40.2톤으로 표준품종인 '삼한'의 40톤보다 약간 많았으나 유의성

은 없었다. 지역별로는 제주에서 46톤으로 가장 많았고, 다음으로 익산 42.8톤, 전주 38.1톤, 예산 33.8톤 순이었다. 표준품종도 제주가 54.9톤으로 가장 많았고, 그 다음이 익산의 40.6톤이었으며, 예산과 전주에서 약 32톤으로 다른 지역에 비해 생체수량이 적었다. 동일한 지역 내에서 표준품종 대비 '하이어리'의 수량성을 비교할 때 전주에서 20%, 익산 6%, 예산에서 5% 높았으며, 제주는 16%가 낮았다.

건물수량은 Table 6에서와 같이 '하이어리'의 건물수량은 시험지 전체에서 ha당 평균 14.2톤으로 표준품종인 '삼한'의 평균 14톤과 유의성을 보이지 않았다. 지역별로는 제주에서 17.2톤으로 가장 많았고, 다음으로 익산 13.9톤, 전주 13.0톤, 예산 12.6톤 순이었다. 표준품종도 제주가 19.7톤으로 가장 많았고, 그 다음이 익산의 13.3톤이었으며, 전주와 예산에서 12.2톤과 10.7톤으로 다른 지역에 비해 수량이 적었다. 동일한 지역 내에서 표준품종 대비 '하이어리'의 건물수량은 예산

Table 3. Plant height and ratio of aerial parts of cultivar 'Hi-early' evaluated in 4 regions for 3 years

Cultivar	Plant height (cm)	No. culm per m ²	Ratio of aerial parts (%)	
			Leaf blade/culm	Spike/plant
Hi-early	119 ^a	1,192 ^a	9.5 ^b	44.9 ^b
Samhan	106 ^b	1,069 ^b	10.9 ^a	54.9 ^a
Mean	113	1,131	10.2	49.9

²Leaf blade(%)=[dry weight of leaf blade/dry weight of culm+dry weight of leaf blade]×100. ^{a, b}Plant height, ratio of leaf blade per culm and spike per plant is significantly not different between cultivar 'Hi-early' and cultivar 'Samhan' at the 5% probability by *T*-test.

Table 4. Cold tolerance and resistance to lodging of cultivar 'Hi-early' evaluated in 4 regions for 3 years

Cultivar	Cold tolerance (0~9)				Resistance to lodging (0~9)
	2014	2015	2016	Mean	
Hi-early	3.0	2.0	2.0	2.3	2.0
Samhan	2.0	2.0	1.0	1.7	1.0
Mean	2.5	2.0	1.5	2.0	1.5

²Rating score : 0 = no leaf killed by low temperature, 9 = 100% killed.

³Cold tolerance and resistance to lodging are significantly not different between cultivar 'Hi-early' and cultivar 'Samhan'.

에서 18 %, 전주 6 %, 익산에서 5 % 높았으며, 제주는 16 %가 적었다. '하이어리'는 Table 2에서와 같이 기존품종인 '삼한'에 비해 출수기가 9일 빠른 극조생종이다. 조생종은 빠른 생식생장으로의 전환으로 수량이 적은 것이 일반적이다(Cho et al., 2004). 제주지역에서 '하이어리'가 표준품종보다 생체 및 건물수량이 두드러지게 낮은 것은 제주지역이 다른 지역에 비해 남쪽에 위치해 있어 생육기간 중 기온이 높아서 조생종인 '하이어리'가 표준품종보다 빨리 생식생장으로 전환됨으로써 충분한 영양생장이 진행되지 못했던 것으로 사료되었다.

5. 사료가치

출수기로부터 30일에 수확하여 총체시료로 평가한 '하이어리'의 조사료 품질 특성은 Table 7에서와 같다. '하이어리'의 조단백질 함량은 6.2 %로 표준품종 '삼한'보다 0.8 % 낮았

다($p<0.05$). '하이어리'의 NDF와 ADF 함량은 각각 61.9 %와 35.3 %로 각각 58.2 %와 33.4 %인 '삼한'보다 높았다($p<0.05$). TDN 함량은 61.0 %로 '삼한'의 62.5 %에 비해 약간 낮은 수준이었으나, ha당 TDN 수량은 표준품종보다 0.29톤이 많은 7.91톤이었다($p<0.05$). Flieg 점수로 평가한 '하이어리'의 사일리지 등급은 2로 좋은 편이었다.

6. 적응지역 및 재배상 유의점

귀리 품종 '하이어리'는 1월 최저평균기온이 $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 이상 지역이면 월동재배가 가능하다. 따라서 등온선으로 볼 때 충남의 남쪽지역과 전북, 전남 및 경남지역, 그리고 강원도 해안에서 적응지역이다(Fig. 3).

그러나 '하이어리'를 일찍 파종할 경우 월동 전 과잉생장으로 인해 월동 중에 추위 피해가 발생할 수 있고, 월동 후인

Table 5. Forage fresh yield of cultivar 'Hi-early' evaluated in 4 regions for 3 years

Regions	Hi-early (A, MT ha ⁻¹)				Index(A/B)×100	Samhan (B, MT ha ⁻¹)			
	2014	2015	2016	Mean		2014	2015	2016	Mean
Jeju	47.3	35.4	55.4	46.0	84	46.7	43.6	74.6	54.9
Yesan	33.2	22.9	45.2	33.8	105	30.2	23.8	42.2	32.1
Iksan	56.2	28.7	43.6	42.8	106	54.4	31.1	37.3	40.6
Jeonju	44.4	29.5	40.4	38.1	120	38.0	28.0	29.4	31.8
Mean	45.3	29.1	46.2	40.2	101	42.4	31.6	50.0	40.0

^zFresh yield is significantly not different between cultivar 'Hi-early' and cultivar 'Samhan'.

Table 6. Dry matter yield of cultivar 'Hi-early' evaluated in 4 regions for 3 years

Regions	Hi-early (A, MT ha ⁻¹)				Index(A/B)×100	Samhan (B, MT ha ⁻¹)			
	2014	2015	2016	Mean		2014	2015	2016	Mean
Jeju	17.5	12.0	22.2	17.2	87	15.7	17.5	26.1	19.7
Yesan	13.5	9.1	15.2	12.6	118	9.7	8.2	14.1	10.7
Iksan	17.7	10.6	13.4	13.9	105	16.5	10.1	13.4	13.3
Jeonju	14.6	11.2	13.1	13.0	106	12.4	10.8	13.4	12.2
Mean	15.8	10.7	16.0	14.2	101	13.6	11.6	16.8	14.0

^zDry matter yield is significantly not different between cultivar 'Hi-early' and cultivar 'Samhan'.

Table 7. Percentage of crude protein, acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF) and total digestible nutrients (TDN) of 'Hi-early' cultivated in Jeonju for 3 years

Cultivar	Crude protein (%)	ADF ^z (%)	NDF ^y (%)	TDN ^x (%)	TDN yield (MT/ha)	Silage quality ^w (1~5)
Hi-early	6.2 ^b	35.3 ^a	61.9 ^a	61.0	7.91 ^a	2
Samhan	7.0 ^a	33.4 ^b	58.2 ^b	62.5	7.64 ^b	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 ^bValues within column followed by the same letter are not significantly different at the 5% probability by *T*-test.

2월경에도 일교차가 심한 지역에서는 한해로 인해 식물체가 고사할 수 있다. 따라서 지역에 알맞은 표준재배법을 준수하여 적기파종하고, 답리작 재배의 경우 습해가 발생하지 않도록 배수로 관리와 식물체 밝기 등 적절한 관리를 해주어야 한다.

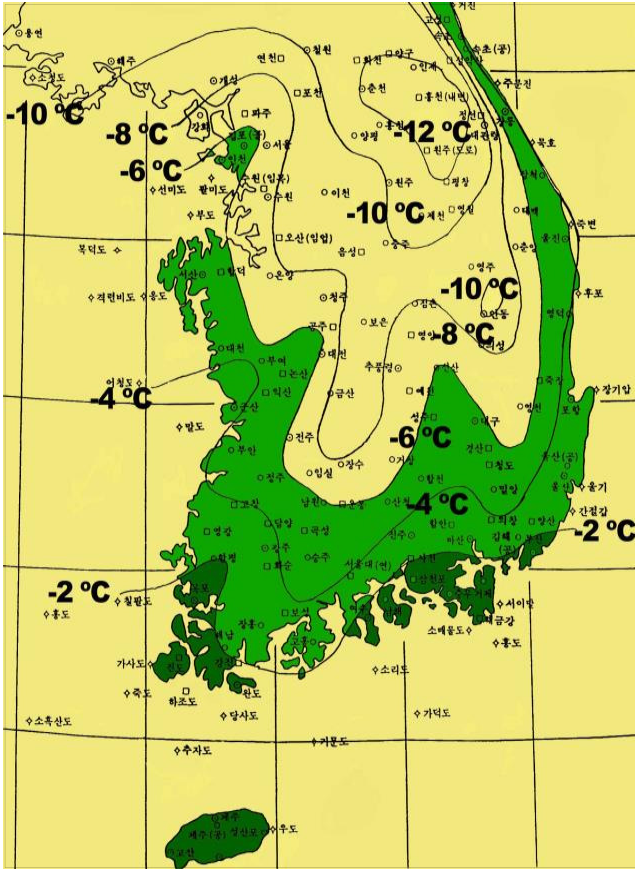


Fig. 3. Cultivation areas of 'Hi-early'.

IV. 요약

‘하이어리’는 월동이 가능하면서 수확이 빨라 답리작 재배가 가능한 조숙성 귀리 품종을 개발하기 위해서 2016년 농촌진흥청 국립식량과학원에서 육성되었다. 잡종은 2004년 ‘517 A2-121(IT133383)’에 ‘CI7604(IT133379)’을 인공 교배하여 작성되었으며, 집단 및 계통 선발에 우량계통인 ‘SO2004015-B-B-23-1-3-7’을 선발하였다. 이 계통은 2012년부터 2013년까지 2년간 생산력검정시험을 실시하였으며, 월동재배가 가능한 조사료용 귀리로 우수한 계통으로 판명되어 ‘귀리92호’로 계통명을 부여하고 지역적응시험에 상정하였다. 지역적응 시험은 2014년부터 2016년까지 3년간 제주, 예산, 익산, 전주

등 4개 지역에서 실시하였다. 이 계통은 2016년 9월 신품종으로 선정되었으며, 그 특성은 다음과 같다. 귀리 품종 ‘하이어리’는 녹색 잎, 갈색의 종실을 가졌다. 출수기는 전국 평균 4월 26일로 표준품종인 ‘삼한’보다 9일 빨랐다. ‘하이어리’의 내한성은 ‘삼한’과 대등하였고, 도복은 약간 약했다. 건물수량은 ha당 평균 14.2톤으로 14톤인 ‘삼한’에 비해 약간 많았다. ‘하이어리’는 조단백질 함량이 6.2 %, 가소화양분총량(TDN)이 61.0 %로 ‘삼한’(각각 7.0 %, 62.5 %)에 비해 다소 낮았으나 TDN 수량은 ha당 7.91톤으로 7.64톤인 ‘삼한’보다 0.27톤 많았다. ‘하이어리’의 적응지역은 1월 최저평균기온이 -6 °C 이상인 지역이면 전국 어느 곳에서나 재배가 가능하며, 특히 겨울작물의 조기수확이 필요한 벼 이모작 지대에서 활용도가 높을 것으로 기대된다.

V. 사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 사료용 귀리 신품종개발(2단계), 세부과제번호: PJ00919602)의 지원에 의해 이루어진 것임.

VI. REFERENCES

AOAC. 1995. Official method of analysis (15th ed.) Association & Official Analytical Chemists, Washington DC.

Cho, C.H., Han, O.K., Lee, D.J. and Park, M.W. 2004. Wheat and barley science. Hanrimwon Co. Seoul. pp. 353-357.

Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. Agriculture Handbook 379, U.S. Gov. Print. Office Washington, DC. pp. 1-12.

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., Park, H.H., Song, T.H., Kim, K.J., Park, N.G., Ju, J.I., Jang, Y.J., Hwang, J.J. and Kwon, Y.U. 2014. A new high-yielding winter oat cultivar for whole crop forage ‘Dahan’. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 34:26-32.

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.
- 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.
- 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.
- Lee, C.W., Koo, B.C. and Yoon, E.B. 2000. Effect of seeding date on growth duration and yield in spring seeded barley. *Korean Journal of Crop Science*. 45:366-369.
- 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 Administration (RDA). 2013. 2013/2014 year project plan for collaborative research program to develop new cultivars of winter crops. pp. 74-77.
- Rural Development Administration (RDA). 2014. 2014/2015 year project plan for collaborative research program to develop new cultivars of winter crops. pp. 76-79.
- Rural Development Administration (RDA). 2015. 2015/2016 year project plan for collaborative research program to develop new cultivars of winter crops. pp. 62-65.
- Song, T.H., Han, O.K., Yun, S.K., Park, T.I., Seo, J.H., Kim, K.H. and Park, K.H. 2009. Changes in quantity and quality of winter cereal crops for forage at different growing stages. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 29:129-136.

(Received : January 16, 2018 | Revised : March 1, 2018 | Accepted : March 6, 2018)