Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 40(4): 209~215, 2020
https://doi.org/10.5333/KGFS.2020.40.4.209
ISSN 2287-5824 (Print)
ISSN 2287-5832 (Online)

Research Article

조생 다수성 조사료용 4배체 호밀 '대곡그린'

구자환[1*], 한옥규[2], 오영진[3], 박태일[4], 김대욱[5], 김병주[1], 박명렬[1], 라경윤[1]
[1]농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물과, [2]국립한국농수산대학교 식량작물학과, [3]농업기술실용화재단 종자생산팀,
[4]농촌진흥청 국립식량과학원 밀연구팀, [5]농촌진흥청 국립식량과학원 작물재배생리과

An Early-Maturing and High-Biomass Tetraploid Rye (*Secale cereale* L.) Variety 'Daegokgreen' for Forage Use

Ja-Hwan Ku[1*], Ouk-kyu Han[2], Young-Jin Oh[3], Tae-Il Park[4], Dae-Wook Kim[5], Byung-Joo Kim[1], Myoung Ryoul Park[1] and Kyung-Yoon Ra[1]
[1]Central Area Crop Breeding Div., National Institute of Crop Science, Suwon, Gyeonggi-do 16429, Republic of Korea
[2]Dept. of Food Crops, Korea National College of Agriculture and Fisheries, Jeonju-si, Jeollabuk-do 54874, Republic of Korea
[3]Seeds Production Team, Foundation of Agri, Tech, Commercialization and Transfer, Iksan, Jeollabuk-do 54667, Republic of Korea
[4]Wheat Research Team, National Institute of Crop Science, Wanju-gun, Jeollabuk-do 55365, Republic of Korea
[5]Crop Production & physiology Div., National Institute of Crop Science, Wanju-gun, Jeollabuk-do 55365, Republic of Korea

ABSTRACT

A winter forage tetraploid rye (*Secale cereale* L.) cultivar, 'Daegokgreen', was developed at the Department of Central Area Crop Science, NICS, RDA in 2016. The mutant line 'CG11003-8-B', which was induced from rye cultivar 'Gogu' (diploid) by colchicine treatment, was selected for its excellent agronomic performance and was placed in preliminary yield trials for one year, 2013. The line was designated "Homil59" and was tested for regional yield trials at the four locations in Korea from 2014 to 2016. Finally, the new cultivar was named as the 'Daegokgreen' (grant number 8274). The leaf of cultivar 'Daegokgreen' is wide, long and dark-green color. The cultivar also has a big-size grain with light-brown color. The heading date of cultivar 'Daegokgreen' was April 17 which was 2 days later than that of check cultivar 'Gogu'. The tolerance to cold and wet injury, and resistance to powdery mildew and leaf rust of the new cultivar were similar to those of the check cultivar but the resistance to the lodging of the new cultivar was stronger than that of the check. The average roughage fresh and dry matter yield of the new cultivar after 10 days from heading were 37.0 and 7.7 MT ha^{-1}, respectively, which were similar to those (38.4 and 8.0 MT ha^{-1}) of the check cultivar. The roughage quality of 'Daegokgreen' was higher in crude protein content (8.9%) than that of the check cultivar (7.9%), while was similar to the check in total digestible nutrients (56.9%). This cultivar is recommended for fall sowing forage crops at all of crop cultivation areas in Korea.
(**Key words**: Rye, Colchicine, Tetraploid, Forage, Daegokgreen)

Ⅰ. 서 론

호밀은 추위에 강하고 불량 환경에 대한 적응성이 뛰어나 러시아나 폴란드 등 겨울추위가 심한 지역에서 주로 사료용과 제빵용으로 생산 및 이용이 되고 있으며, 우리나라에서는 조사료용이나 풋거름용으로 매년 3만ha 정도가 재배되고 있는 것으로 추정된다(FAO, 2020). 호밀은 종자 결실 습성이 타식성이고 성숙기가 늦으며, 등숙기에 도복이 잘되어 국내에서 종자 생산에 어려움이 많아 호밀 종자의 대부분은 매년 해외에서 3천 ~ 4천 톤을 도입하고 있다(FAO, 2020). 국내 호밀 품종 개발은 재래종을 수집하여 선발한 팔당호밀(Hwang et al., 1985)을 시작으로 1980년대 후반까지는 외국 도입종인 '두루', '조춘' 등이 선발되었다(Hwang et al., 1987; Ha et al., 1989, 1990). 1990년 후반부터는 올호밀(Heo et al., 1998), 곡우호밀(Heo et al., 2004), 이그린(Heo et al., 2009a), 올그린 (Heo et al., 2009b), 씨드그린(Han et al., 2015) 등이 집단선발방법에 의해 육성되었다. 많은 호밀 품종이 육성되었으나, 현재는 육종 소재의 한계성으로 인해 형질을 개선하는데 어려움이 있으며, 이를 극복하기 위해 1대 잡종, 돌연변이 육종, 배수

*Corresponding author: Ja-Hwan Ku, Central Area Crop Breeding Div., National Institute of Crop Science, Suwon, Gyeonggi-do 16429, Republic of Korea, Tel: +82-31-695-4053, Fax: +82-31-695-4029, E-mail: jhku@korea.kr

성 육종(Geiger and Miedaner, 2009; Falke et al., 2008; Hwang et al., 2012) 등 여러 가지 육종법이 행해지고 있다.

배수성 육종은 염색체의 집합인 게놈의 양적인 배가를 통해 얻어지는 배수체를 소재로 새로운 유용 형질의 출현이나 수량을 급진적으로 증대시키고자 하는 방법으로써 수박(Jaskani et al., 2005), 바나나(Duren et al., 1996) 등에서 배수체가 얻어졌다. 호밀에서는 Dorsen(1936)이 개발한 4배체 품종 'Rosen'을 시작으로 여러 육종연구자들에 의해 4배체의 우량 품종들이 많이 육성되고 있다. 배수체의 유도는 대부분 콜히친 처리로 이루어지며, 콜히친 처리 방법은 식물체의 부위나 생육단계 등에 따라 다르고 농도(0.01~1.0%)나 처리시간(1~12시간)에 따라서도 매우 다양하다. 최근 국내에서는 Hwang et al.(2012)이 호밀에서 백체가 출현한 최아종자와 2엽기에 도달한 유식물체에 콜히친을 처리하여 호밀 4배체를 육성하였다.

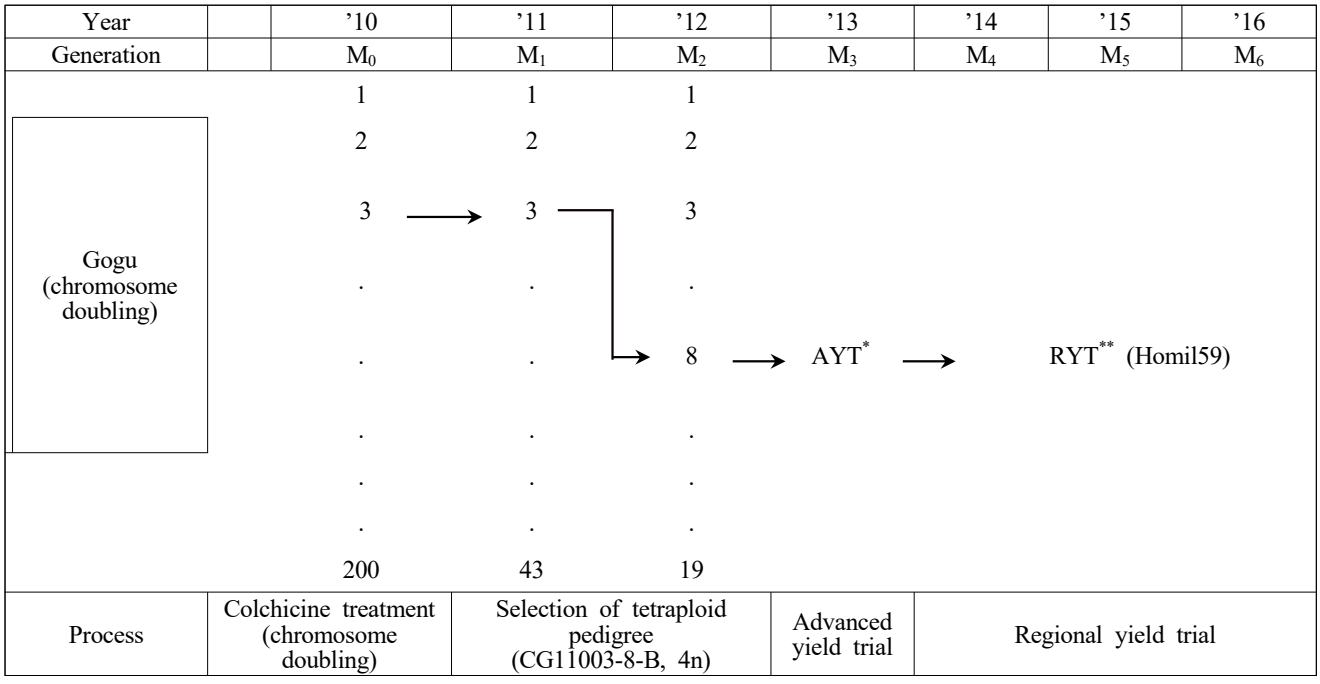
최근 염색체의 배가 여부는 Flow cytometry(FC, 유세포분석기)를 통해 DNA의 양의 변화를 추정하는 방법이 많이 이용되고 있다(Ochatt, 2008). FC를 이용하여 감자에서는 95%의 확률로 배수체 확인이 가능하였고(Ono and Hosaka, 2010), 밀에서도 4배체가 보고되었다(Pfosser et al., 1995). Kubalakoba et al.(2003)은 FC를 이용하여 호밀에서 1R부터 7R까지의 전체 염색체를 DNA 양에 의해 식별하였으며, Lee et al.(2004)은 밀, 트리티케일, 듀럼, 호밀에 대해 FC 방법으로 게놈 및 염색체 양을 조사하여 세포당 RR의 DNA 양이 16.9pg이라고 보고하였다.

이러한 연구 배경으로 국내 환경에서 생육특성과 수량성이 우수한 4배체 호밀 품종 육성에 노력 한 결과 전국에 재배가 가능하고 도복에 강하며 조숙 다수성 호밀 신품종을 육성하였기에 이를 보고하고자 한다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 육성경위

본 신품종은 국내환경에 적합하며 숙기가 빠르고 도복에 강한 호밀 품종 개발을 목표로 2004년에 육성된 2배체 곡우호밀에 콜히친을 처리하여 염색체가 배가된 4배체로 육성되었다. 2010년에 백체가 출현한 곡우호밀 최아종자와 2엽기에 도달한 유식물체에 0.05% 콜히친을 12시간 처리하여 염색체 배가를 유도하였고, 콜히친 처리를 마친 최아종자와 유식물체를 온실에서 생장시킨 후 배수성을 검정하였다. 4배체로 검정된 계통 중 초형, 숙기 및 수량성 등에서 우수한 계통 'CG11003-8-B'을 선발하였다. 선발된 계통 'CG11003-8-B'에 대해 2013년에 생산력검정시험을 실시한 결과 조숙성이고 도복에 강하며 조사료 생산성이 뛰어난 계통으로 판명되어 '호밀59호'로 계통명을 부여하고 수원, 전주(익산), 청원, 대구 등 전국 4개 지역에서 2014년부터 3년간 지역



*AYT : advanced yield trial, **RYT : regional yield trial.

Fig. 1. Pedigree diagram of a new cultivar, 'Daegokgreen'.

적응시험을 실시하였다. 그 결과 '호밀59호'는 조사료용 호밀이 지녀야 할 농업형질이 우수한 계통으로 입증되어 2016년 9월 농촌진흥청 농작물직무육성 신품종선정심의회에서 신품종으로 선정됨과 동시에 '대곡그린'으로 명명되었다.

2. 시험방법

지역적응시험은 경기 수원과 충북 청원에서는 전작으로, 전북 전주(익산)와 대구에서는 답리작으로 각각 실시하였다. 전북지역의 경우 2014년에는 익산에서 시험하였고 2015년부터 전주로 시험장을 이전하여 시험을 실시하였다. 파종기는 수원과 청원이 10월 중순, 전주(익산)와 대구가 10월 하순이었다. 파종방법(휴폭 × 파폭 × 휴장)은 전작이 25 cm × 5 cm × 6 m의 세조파를, 답리작은 150 cm × 120 cm × 6 m의 휴립광산파를 하였으며, 파종량은 전작이 120 kg/ha, 답리작이 150 kg/ha이었다. 시비량은 진단시비를 하여 보리 표준시비량인 ha당 질소 91, 인산 74, 칼리 39 kg의 30 %를 증비하였고, 시비방법은 질소를 수원과 청원은 기비 50% : 추비 50%, 전주(익산)와 대구는 기비 40% : 추비 60%로 분시하였으며, 인산과 가리는 전량 기비로 시용하였다. 조사료 수확량 측정은 출수 후 10일에 하였고, 생초수량은 전체구를 예취하여 ha당 수량으로 환산하였다. 건물수량은 각 품종 별로 생초수량을 평량하고 난 후 1 kg을 취하여 70℃에서 72시간 건조 후 건물률을 산출한 다음 생초수량을 곱하여 ha당 수량으로 환산하였다. 성분 분석용 샘플 채취는 수량 샘플 채취와 동시에 진행하였으며, 조단백질과 세포벽구성물질 분석용은 70℃에서 72시간 열풍건조한 후 4℃ 저온 저장고에 보관하여 조사료 분석용 시료로 이용하였다. 기타 생육관리는 농진청 표준재배법에 준하였고 생육, 수량특성, 내한성 및 병충해 저항성 등의 관련 조사는 농촌진흥청 동계작물 신품종개발 공동연구 계획서의 조사기준에 준하여 실시하였다(RDA, 2010, 2011, 2013). 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. 가소화양분총함량(Total Digestible Nutrients, TDN)은 88.9 - (0.79 × %ADF)의 계산식을 이용하여 산출하였다(Holland et al., 1990).

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 고유특성

출수가 완료된 시기에 호밀 신품종 '대곡그린'의 초형은 직립으로 표준품종인 '곡우'와 같다. 또한 출수가 완료된 시기의 '대곡그린' 엽색은 진녹색으로 표준품종보다 더 진하였고, 엽폭이 표준품종에 비해 약간 넓고 길이가 긴 편이다. 성숙기에 도달한 줄기의 색은 황갈색이고, 줄기 굵기는 중간 정도로 표준품종과 같다. 성숙하여 수분함량이 14% 이하로 건조된 '대곡그린'의 종실은 담갈색이며, 종실 무게는 표준품종 '곡우'보다 무겁다(Table 1).

2. 출수기, 초장과 경수

지역적응시험지 전체 평균 출수기는 4월 17일로 표준품종인 '곡우'(4월 15일)에 비해 2일 늦었다(Table 2). 지역별 '대곡그린'의 출수기를 살펴보면 남부지방인 대구에서 평균 4월 15일로 가장 빨랐고, 중부지방인 수원에서 4월 18일로 가장 늦었는데, 대구와 수원 간에는 3일의 출수기 차이를 보였다(Table 2). 표준품종인 '곡우' 또한 대구에서 4월 14일로 출수가 가장 빨랐지만, '대곡그린'과 달리 청원과 전주가 4월 16일로 가장 늦은 지역이었다(Table 2). 표준품종은 출수가 빠른 지역과 늦은 지역이 2일의 차이를 보여 지역별 변이 정도가 '대곡그린'과 큰 차이를 보이지 않았다(Table 2).

초장은 호밀 조사료 수확시기인 출수 후 10일경에 측정하였으며 '대곡그린'의 초장은 시험지 전체에서 평균 138 cm로 표준품종인 '곡우'의 137 cm와 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2). 지역별로 볼 때 '대곡그린'의 경우 대구가 평균 161cm로 가장 컸으며, 전주가 123 cm로 가장 작았고, 표준품종인 '곡우'도 대구에서 162 cm로 가장 컸고, 전주에서 125cm로 가장 작아 '대곡그린'과 같은 경향이었다(Table 2). 전주와 대구에서 출수기가 각각 4월 15일과 4월 17일로 2일 차이를 보였음에도 불구하고 초장에서 대구가 38cm 이상 큰 것은 대구지역의 특성상 봄의 기온이 다른 지역보다 높아 출수 후 줄기 신장이 촉진되었기 때문인 것으로 판단되었다. 이는 Mirsky et al.(2009)가 호밀에서 유효적산온도가 높을 경우 생육이 증가한다는

Table 1. Morphological characteristics of cultivar 'Daegokgreen' and 'Gogu'

Cultivar	Plant type	Leaf			Culm		Grain	
		Color	Length	Width	Color	Diameter	Weight	Color
Daegokgreen	Erect	Dark green	Long	Wide	Yellow brown	Medium	Heavy	Light brown
Gogu(SV)	Erect	Light green	Long	Medium	Yellow brown	Medium	Medium	Light brown

SV = standard cultivar for comparison

Table 2. Heading date, plant height, and culm number of cultivar 'Daegokgreen' estimated in 4 regions for 3 years (2014 ~ 2016)

Regions	Heading date		Plant height(cm)		Culm number(No./m^2)	
	Daegokgreen	Gogu(SV)	Daegokgreen	Gogu(SV)	Daegokgreen	Gogu(SV)
Suwon	April 18	April 15	136	129	816	1,059
Cheongwon	April 17	April 16	133	133	679	886
Jeonju	April 17	April 16	123	125	652	717
Daegu	April 15	April 14	161	162	621	789
Mean	April 17[b]	April 15[a]	138[ns]	137[ns]	692[b]	863[a]

[†]Heading date of 'Daegokgreen' and 'Gogu' were measured at Iksan. in 2014, and Jeonju in 2015, 2016.
[a,b]Values within column followed by the different letters were significantly different between cultivar 'Daegokgreen' and 'Gogu' at 5% probability by t-test.
[ns]not significant between cultivar 'Daegokgreen' and 'Gogu' at 5% probability by t-test.
SV = standard cultivar for comparison

결과와 유사하였다.

출수 후 10일경에 조사한 '대곡그린'의 경수는 시험지 전체에서 평균 m^2당 692개로 표준품종인 863개인 '곡우'와 유의한 차이를 보였다(Table 2). 지역별로 볼 때 초장과 달리 '대곡그린'의 경우 대구가 평균 621개로 가장 적었고, 수원이 816개로 가장 많았으며, 표준품종인 '곡우'는 전주에서 717개로 가장 적었고, 수원에서 1,059개로 '대곡그린'과 같이 가장 많았다(Table 2). 초장과 달리 '대곡그린'과 '곡우' 모두 남부지역인 전주와 대구 보다 중부지역인 수원에서 경수가 더 많은 것은 수원지역의 기후 특성상 남부지역보다 파종기가 빠르고 봄 평균온도가 낮아 Table 2와 같이 출수기가 늦어져 호밀의 영양생장 기간이 길어졌기 때문인 것으로 판단되었다. 이는 온도가 낮을 경우 호밀의 생육이 지체된다는 Mirsky et al.(2009)의 보고와 유사한 경향이었다.

3. 내재해성

수원, 청원, 전주(익산) 및 대구 등 4개 지역에서 평가한 '대곡그린'의 내한성은 평균 1로 표준품종인 '곡우'와 같은 수준이었다(Table 3). 도복은 평균 1로 표준품종인 '곡우'의 3보다 강하였으며, 국내 답리작의 조사료 생산 환경에서 흔히 발생할 수 있는 습해나 병해 또한 0으로 '대곡그린'은 '곡우'와 같이 습해와 병해에 매우 강한 면모를 보였다(Table 5). 호밀은 다른 동계작물에 비해 강한 내재해성을 가지고 있지만 도복이 잘되는 편이나 '대곡그린'은 도복에 강한 편으로 수확 작업의 용이성 측면에서 유리한 특성을 지닌 것으로 판단되었다.

4. 조사료 생산성

호밀의 조사료 적정 수확 시기인 출수 후 10일경에 평가한 '대곡그린'의 ha당 생초수량은 시험지 전체에서 평균 37.0톤으로 표준품종인 '곡우'의 38.4톤에 비해 96% 수준으로 다소 적었으나 통계적 유의성은 없었다(Table 4). 지역별 '대곡그린'의 ha당 생초수량은 수원에서 46.1톤으로 가장 높았고, 전주와 대구에서는 31.0톤과 30.5톤으로 낮았다. 표준품종인 '곡우'의 지역간 생체수량도 '대곡그린'과 같은 경향을 보였다(Table 4). 건물수량은 생초수량과 경향이 유사하였는데, '대곡그린'은 시험지 전체에서 ha당 평균 7.7톤으로 표준품종인 '곡우'와 거의 같은 수준이었다(Table 4). 지역별로는 수원에서 ha당 9.5톤으로 가장 많았고, 청원 8.5톤, 전주 6.6톤, 대구 6.1톤의 수량성을 보여 남쪽지역 답리작지대에서는 중부지역 전작지대보다 상대적으로 낮은 수량성

Table 3. Resistances to the environmental stress, lodging, and disease of 'Daegokgreen' cultivated in 4 regions for 3 years (2014 ~ 2016)

Cultivar	Cold tolerance (0~9)*	Lodging (0~9)*	Wet injury (0~9)*	Disease(0~9)*	
				Powdery mildew	Leaf rust
Daegokgreen	1	1	0	0	0
Gogu(SV)	1	3	0	0	0

*Rating score : 0 = excellent or strong, 9 = worst or weak.
SV = standard cultivar for comparison

Table 4. Yield of fresh roughage and dry roughage of cultivar 'Daegokgreen' cultivated in 4 regions for 3 years (2014 to 2016)

Regions	Fresh roughage(MT ha^{-1})		Dry roughage(MT ha^{-1})	
	Daegokgreen	Gogu(SV)	Daegokgreen	Gogu(SV)
Suwon	46.1	49.6	9.5	10.0
Cheongwon	40.4	43.7	8.5	9.0
Jeonju	31.0	29.8	6.6	6.5
Daegu	30.5	30.6	6.1	6.2
Mean	37.0^{ns}	38.4^{ns}	7.7^{ns}	8.0^{ns}

^{ns}not significant between cultivar 'Daegokgreen' and 'Gogu' at 5% probability by t-test.
SV = standard cultivar for comparison

을 보였다. 표준품종인 '곡우'도 수원에서 가장 높은 수량성을 보였고, 전주와 대구에서 매우 낮은 수량성을 보여 지역간 편차는 '대곡그린'에 비해 조금 더 큰 경향이었다(Table 4).

5. 사료가치

조사료 품질은 출수 후 10일경에 전라북도 전주 소재 국립식량과학원 시험포장에서 수확한 총체시료로 평가하였다. '대곡그린'의 조단백질 함량은 8.9%로서 7.9%인 표준품종 '곡우'보다 1.0%포인트 높았다(Table 5). '대곡그린'의 ADF와 NDF, TDN 함량(%)은 각각 40.6%와 63.7%, 56.9%로 '곡우'와 비슷하였다. TDN 수량 또한 ha당 3.74 톤으로 '곡우'와 통계적 유의성은 없었다(Table 5).

6. 종실 생산성

종자 생산을 위한 종자 수량구성요소 및 단위면적당 종자 생산량을 평가한 결과 '대곡그린'의 m^{2}당수수와 1수립수는 '곡우'에 비해 각각 103개와 22개 적었고, 리터중도 '곡우'보다 50g 낮았으나, 천립중은 12.9g 더 무거웠다(Table 6). '대곡그린'의 단위면적당 종실수량은 '곡우'의 58% 수준으로 종실 생산성은 '곡우'보다 낮았는데, 이는 종실 수량 구성요소 중 단위면적당 수수와 1수립수가 '곡우'보다 현저히 적은 것에 기인하였다. 단위면적당 수수와 1수립수 증가는 향후 품종 육성에서 개선해야 할 형질이다.

7. 적응지역 및 재배상 유의점

호밀 4배체 신품종 '대곡그린'은 조사료 또는 풋거름용으로 이용 가능하다. '대곡그린'은 추위에 강하고, 조기 조사료 수확이 가능하기 때문에 전국의 답리작 및 전작지대에서 가을 파종에 의한 월동재배가 가능하다. 도복에 강하나 다른 호밀 품종과 마찬가지로 다비 및 과도한 밀식을 하면 도복이 발생하여 수확작업을 어렵게 하고 조사료 품질을 떨어뜨리므로 표준 시비량과 적정 파종량을 준수하여야 한다. 또한 답리작 재배 시에는 배수로를 만들어 습해를 방지하여야 한다. 호밀은 작물의 특성상 출수 10일 이후 줄기가 급격히 목질화 되어 조사료 품질이 저하됨으로 출수 후 10일 이내에 수확하여 총체 담근먹이용인 베일리지(bailage)나 헤일리지(haylage)를 제조해야 한다.

Table 5. Percent crude protein, acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF) and total digestible nutrients (TDN) of 'Daegokgreen' and 'Gogu' cultivated in Suwon from 2014 to 2016

Cultivar	CP^{I} (%)	ADF^{II} (%)	NDF^{III} (%)	TDN^{IV} (%)	TDN yield	
					Yield (MT ha^{-1})	Index
Daegokgreen	8.9^{a}	40.6^{ns}	63.7^{ns}	56.9^{ns}	3.74^{ns}	101
Gogu(SV)	7.9^{b}	40.2^{ns}	64.4^{ns}	57.1^{ns}	3.72^{ns}	100

This results were measured by whole crop plant harvested at after 10 days from heading.
^{I}CP : Crude Protein, ^{II}ADF : Acid Detergent Fiber, ^{III}NDF : Neutral Detergent Fiber, ^{IV}TDN : Total Digestible Nutrients. TDN (%)=88.9-(0.79×%ADF). TDN yield=Dry matter yield×%TDN.
^{a,b}Values within column followed by the same letter were not significantly different between cultivar 'Daegokgreen' and 'Gogu' at 5% probability by t-test.
^{ns}not significant between cultivar 'Daegokgreen' and 'Gogu' at 5% probability by t-test.
SV = standard cultivar for comparison

Table 6. Grain yield and yield component of 'Daegokgreen' in Suwon from 2014 to 2016

Cultivar	No. of spikes per m^2	No. of grains per spike	1,000-grain weight (g)	1 ℓ weight (g)	Grain yield	
					Yield (MT ha^{-1})	Index
Daegokgreen	765[b]	23[b]	42.3[a]	699[b]	312[b]	58
Gogu(SV)	868[a]	45[a]	29.4[b]	749[a]	543[a]	100

[a,b]Values within column followed by the different letters were significantly different between cultivar 'Daegokgreen' and 'Gogu' at 5% probability by t-test.
SV = standard cultivar for comparison

Ⅳ. 요 약

국립식량과학원에서 국내 환경에 적합한 조사료용 4배체 호밀 품종을 개발하기 위하여 2010년에 백체가 출현한 곡우호밀 최아종자와 2엽기에 도달한 유식물체에 콜히친을 처리하여 4배체로 검정된 계통 중 초형, 숙기 및 수량성 등에서 우수한 'CG11003-8-B'을 3년에 걸쳐 선발하였다. 2013년에 생산력검정시험을 실시한 결과 조숙성이고 조사료 생산성이 높아 '호밀59호'로 계통명을 부여하고, 2014년부터 3년간 전국 4개 지역에서 지역적응성을 검정한 결과 조사료 수량 뿐만 아니라 내도복 등 내재해성이 높은 것으로 나타나 2016년 직무육성신품종 선정위원회에서 신품종으로 선정되어 '대곡그린'으로 명명되었다. 출수가 완료된 시기의 '대곡그린'의 초형은 직립이고, 엽색은 진녹색이며, 잎 길이는 길고, 엽폭은 넓은 편이다. 성숙한 시기의 줄기는 황갈색으로 중간 정도의 굵기이며, 종실은 연갈색이고, 크기가 대립이다. '대곡그린'의 출수기는 4월 17일로 표준품종인 '곡우' 보다 2일 늦다. 출수 후 10일경 초장은 138cm로 '곡우'와 비슷하였다. 내한성은 '곡우'와 같은 수준이며, 도복은 '곡우' 보다 강하였고 습해와 병해는 발생하지 않았다. '대곡그린'의 생초수량은 ha당 37.0톤(곡우 38.4톤), 건물수량은 평균 7.7톤(곡우 8.0톤)으로 '곡우' 보다 약간 적었으나 통계적 유의성은 없었다. '대곡그린'의 조단백질 함량은 8.9%로서 '곡우' 보다 1.0%포인트 높았으며, TDN은 56.9%로 '곡우'(57.1%)와 비슷한 수준이었다.

Ⅴ. 사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호 PJ012691012020)의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

Ⅵ. REFERENCES

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

Dorsey, E. 1936. Induced polyploidy in wheat and rye. Journal of Heredity. 27:155-160.

Duren, M., Morpurgo, R., Dolezel, J. and Afza, R. 1996. Induction and verification of autotetraploids in diploid banana (*Musa acuminata*) by in vitro techniques. Euphytica. 88:25-34.

Falke, K.C., Susic, Z., Hackauf, B. and Korzun, B. 2008. Establishment of introgression libraries in hybrid rye (*Secale cereal* L.) from an Iranian primitive accession as a new tool for rye breeding and genomics. Theoretical and Applied Genetics. 117(4):641-652.

Food and Agriculture Organization of the United Nations(FAO). 2020. FAOSTAT/Food and agricultural data. Available from:http://www.fao.org/faostat/en/#data

Geiger, H.H. and Miedaner, T. 2009. Cereals, rye breeding. In M. J. Carena (Ed.), Springer, ND, USA. pp. 157-181.

Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. Agic. Handbook 379, U.S. Government Print. Office Washington, DC.

Ha, Y.W., Hwang, J.J., Park, M.E., Song, H.S., Park, C.S., Kim, Y.S. and Sung, B.R. 1990. A new high forage yielding rye variety "Chunchuhomil". Research Report RDA (U&I) 32(3):7-12.

Ha, Y.W., Hwang, J.J., Sung, B.R., Lee, S.Y., Youn, K.B., Park, J.H., Song, N.H. and Hur, H.S. 1989. A new high forage yielding and early rye variety "Chochunhomil". Research Report of RDA (U&I) 31(2):51-55.

Han O.K., Hwang, J.J., Park, H.H., Kim, D.W., Oh, Y.J., Park, T.I. Ku, J.H., Kwon, Y.U., Kwon, S.J. and Park, K.G. 2015. A new high grain yielding forage rye cultivar, "Seedgreen". Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 35(2):105-111.

Heo, H.Y., Park, H.H., Hwang, J.J., Kim, H.S., Han, O.K., Park, T.I., Seo, J.H., Kim, D.W., Kim, S.Y., Kim, S.J. and Park, K.H. 2009a. A new early-heading and high forage yielding rye variety "Egreen". Korean Journal of Breeding Science. 41(4):620-624.

Heo, H.Y., Park, H.H., Hwang, J.J., Kim, H.S., Han, O.K., Park, T.I., Seo, J.H., Kim, D.W., Kim, S.Y., Kim, S.J. and Park, K.H. 2009b. A new early-heading and high-yielding forage rye variety, "Olgreen". Korean Journal of Breeding Science. 41(4):625-629.

Heo, H.Y., Park, H.H., Kwon, Y.U., Kim, J.G., Nam, J.H., Kim, S.J. and Lee, J.K. 2004. A new high yielding rye variety 'Gogu'. Treatise of Crop Research 6:59-66.

Heo, H.Y., Park, K.G., Hwang, J.J., Song, H.S., Nam, J.H., Park, H.H., Ha, Y.W., Lim, Y.C., Ju, J.I. and Park, M.W. 1998. Early heading and high forage yielding new rye variety "Olhomil". RDA Journal of Crop Science(II). 40(2):88-91.

Holland, C., Kezar, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mahanna, W.C. and Reinhart, R. 1990. The pioneer forage manual: A nutritional guide. Pioneer Hi-Bred International, Inc., Des Moines, IA.

Hwang, J.J., Ahn, W.S., Youn, K.B., Sung, B.R., Lee, J.H., Lee, W.J., Cho, C.H., Kim, Y.S., Park, C.S., Chung, K.Y. and Kim, B.Y. 1985. An early and high forage yielding rye variety "Paldanghomil" as soiling crops. Research Repot of RDA (Crop). 27(2):156-160.

Hwang, J.J., Kim, D.W., Kim, C.W., Son, B.Y., Baek, S.B., Park, H.H., Ku, J.H., Kim, J.T., Lee, J.S., Moon, J.K., Kwon, Y.U. and Han, O.K. 2012. Production of colchicine induced tetraploids in Rye (*Secale cereale* L.). Korean Journal of Crop Science. 57(4):343-352.

Hwang, J.J., Youn, K.B., Song, N.H., Park, C.S., Kim, Y.S. and Sung, B.R. 1987. A new high yielding forage rye variety "Dooroohomil". Research Report of RDA(Crop). 29(1):193-197.

Jaskani, N.J., Kwon, S.W. and Kin, D.H. 2005. Flow cytometry of DNA contents of colchicine treated watermelon as a ploidy screening method at M1 stage. Pakistan Journal of Botany. 37(3):685-696.

Kubalakoba, M., Valarik, M., Bartos, J., Vrana, J., Cihalikova, Molnar-Lang, J.M. and Dolezel, J. 2003. Analysis and sorting of rye (*Secale cereale* L.) chromosomes using flow cytometry. Genome. 46:893-905.

Lee, J.H., Ma, Y., Wako, T., Li, L.C., Kim, K.Y., Park, S.W., Uchiyama, S. and Fukui, K. 2004. Flow karyotypes and chromosomal DNA contents of genus *Triticum* species and rye (*Secale cereale*). Chromosome Research. 12:93-102.

Mirsky, S.B., Curran, W.S., Mortensen, D.A., Ryanand, M.R. and Shumway, D.L. 2009. Control of cereal rye with a roller/crimper as influenced by cover crop phenology. Agronomy Journal. 101:1589-1596.

Ochatt, S. 2008. Flow cytometry in plant breeding. Cytometry Part A. 73A, pp. 581-598.

Ono, S. and Hosaka, K. 2010. Efficient chromosome number estimation using flow cytometry in the backcross of *Solanum demissum* (2n= 6X=72) to S. *tuberosum* (2n=4X=48). American Journal of Potato Research. 87(6):553-556.

Pfosser, M., Amon, A., Lelley, T. and Heberle-Bors, E. 1995. Evaluation of sensitivity of flow cytometry in detecting aneuploidy in wheat using disomic and ditelosomic wheat-rye addition lines. Cytometry. 21:387-393.

Rural Development Administration(RDA). 2010. 2010/2011 year project plan for collaborative research program to develop new cultivars of winter crops. pp. 62-77.

Rural Development Administration(RDA). 2011. 2011/2012 year project report for collaborative research program to develop new cultivars of winter crops. pp. 65-81.

Rural Development Administration(RDA). 2013. 2012/2013 year project plan for collaborative research program to develop new cultivars of winter crops. pp. 69-85.

(Received : October 4, 2020 | Revised : October 30, 2020 | Accepted : November 2, 2020)