논 재배에 적합하고 맥주용 품질이 우수한 맥주보리 신품종 ‘다품’

윤영미¹ · 박종호¹ · 김양길¹ · 김태현¹ · 강천식¹ · 김경호¹ · 정영근¹ · 박종철^{2*}

¹농촌진흥청 국립식량과학원, ²전라북도농업기술원

A Malting Barley (*Hordeum vulgare* L.) Variety, ‘Dapum’, with Suitable Yield in Paddy Fields and Enhanced Brewing Quality

Young-Mi Yoon¹, Jong-Ho Park¹, Yang-Kil Kim¹, Tae-Heon Kim¹, Chon-Sik Kang¹, Kyong-Ho Kim¹, Young-Keun Cheong¹, and Jong-Chul Park^{2*}

¹National Institute of Crop Science, RDA, Wanju, 55365, Republic of Korea

²Jeollabukdo Agricultural Research and Extension Services, Iksan, 54591, Republic of Korea

Abstract We developed a malting barley, ‘Dapum’, with stable yield and enhanced quality for brewing. ‘Dapum’ was developed in 2015, by crossing Hopum, which has high brewing quality, and ‘GobDH96’, which has steady yield. The regional yield trials were conducted for ‘Dapum’ as a breeding line ‘Iksan173’ in four different regions from 2013 to 2015. It has a type I growth habit, and the average heading and maturing date in paddy fields were April 20 and May 26, respectively, which were 1 day earlier than those of ‘Hopum’. The yield potential of ‘Dapum’ was 411 kg/ha, which is approximately 10% higher than those of ‘Hopum’ under paddy field condition. ‘Dapum’ possesses the *rym5* gene and is resistant to barley yellow mosaic virus (BaYMV), although susceptible to powdery mildew and lodging tolerance. It is similar to ‘Hopum’ in terms of enhanced brewing quality. ‘Dapum’ had a higher 1,000-grain weight (46.1 g) and assortment ratio (92%) than those of ‘Hopum’, at 43.8 g and 90%, respectively. Analysis of grain quality for malting showed that ‘Dapum’ has high quality protein content, β -glucan content, and water sensitivity. Malt quality analysis revealed that ‘Dapum’ has 73.3% extraction rate, 3.7% soluble protein content, 32.6% Kolbach index, 244 WK (Windisch-Kolbach) diastatic power, and 80.2% friability, which were similar to those of ‘Hopum’. It would be suitable for cultivation in the zones of Korea that have a daily minimum temperature of -4°C in January (Registration No. 7512).

Key words malting barley, paddy field, malt, variety

Received on July 17, 2020. Revised on August 7, 2020. Accepted on August 21, 2020.

* Corresponding Author (E-mail: pacc43@daum.net, Tel: +82-63-290-6187, Fax: +82-63-290-6198)

서 언

국내 보리의 재배면적과 생산량은 2018년 48천ha, 103천톤으로, 쌀보리가 52천톤, 겉보리가 26천톤, 맥주보리가 25천톤의 생산량을 보이고 있다. 국내 맥주보리 재배면적은 전남이 전체의 69%, 제주도가 23%를 차지하고 있다(MAFRA 2019). 국내에서 생산된 보리는 주로 혼반용, 보리차용, 엿기름용, 맥주용으로 이용되고 있으며, 근래에는 보리 새싹의 향산화, 항염증 효과 등이 알려지면서 새싹용으로 이용되고 있다(Eun et al. 2016, Chae et al. 2019, Lee et al. 2018). 보리는 껍질과 과피와의 분리성에 따라 겉보리와 쌀보리로 나뉘며, 이삭 형태에 따라 2조와 6조 보리로 구분된다. 국내에서는 2조 겉보리가 맥주용으로 주로 육성되고 있으며, 이는 단백질과 베타글루칸 함량이

낮고 전분 함량이 높아 맥주제조용에 적합하기 때문이다. 그러나 6조 겉보리도 맥주용에 이용되기도 하며, 6조 겉보리를 이용한 맥주제조 및 품질특성에 대한 연구도 수행되고 있다(Kim & Kang 2002, Kim et al. 2013).

국내 맥주보리는 병저항성(보리호위축병, 흰가루병 등), 내재해성(내도복, 불시출수안정, 내한성 등), 고품질(고정립률, 고효소역가 등)과 다수성 등을 목적으로 육성되고 있다(Ha et al. 2019). 맥주보리 초기 육성 품종들은 보리호위축병에 감수성인 특성을 보였으며, 1999년도에 보리호위축병 저항성유전자 중 하나인 *rym5*를 가지고 있는 신품종이 개발된 이래로 ‘호품’과 ‘호진’ 등 보리호위축병에 저항성인 품종들이 꾸준히 육성되고 있다(Suh et al. 2003). 또한 2003년도 육성된 ‘호품’은 수량과 품질면에서 국내 업체에서 인정을 받아 2020년 현재까지 맥주용

보리로 농협에서 구매되고 있다. 그러나 ‘호품’은 흰가루병, 도복과 추위에 약한 특성을 보이고 있어 이에 대한 개선이 요구되고 있다(Hyun et al. 2006). 2010년도 육성된 광맥은 추위에 강하고 불시출수가 발생하지 않으며 바이러스에도 저항성을 보이는 품종으로, 현재 전북·전남 등에 재배면적이 늘고 있고, 소규모 수제맥주업체의 이용도 증가하고 있다(Kang et al. 2017).

국내 맥주 시장은 4조원 수준으로 주원료인 맥아의 90% 이상을 수입에 의존하고 있어 연간 약 18만톤의 맥아가 수입되고 있다. 국내에서 생산되고 있는 맥주보리는 농협과의 계약재배로 맥주업체에 전량 구매되는 형태로 공급되지만, 2019년도 맥주용 구매량이 11천톤 정도로 전체 생산량 45천톤의 25%에 미치지 못하고 생산량의 50%가 주정용으로 구매되어 이용되고 있다(Ha et al. 2019). 맥주용으로 이용되지 못하는 데는 국내 맥아생산시설 부재와 수입산과의 가격경쟁력, 정립률 등 품질 저하가 원인이라 할 수 있다(Ha et al. 2019). 최근 국내 맥주시장은 개인의 기호도를 살린 소규모 수제 맥주가 활성화되고 있으며, 지역별로 다양하고 차별화된 원료를 이용하고자 하는 업체들의 요구도 또한 증가하고 있다. 따라서 국내 육성 맥주보리의 이용성 증진을 위해서는 지역별로 재배 적응성이 우수한 고품질 다수성 맥주보리 품종의 육성과 보급이 필요할 것으로 생각된다. 농촌진흥청 국립식량과학원에서는 맥주용으로 정립률이 높고, 호위축병에 강하면서 답리작 재배에 안정성을 보이는 ‘다품’을 육성하여 이 품종의 육성 경위와 주요 특성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

시험재료 및 재배 방법

맥주보리 신품종 육성을 위해 교배 모본으로 고품질의 ‘호품’을, 부본으로 다수성이며 붉은곰팡이병 저항성인 ‘GobDH96’을 이용하여 2005년도에 교배하였다. 선발은 국립식량과학원 맥류포장(익산)에서 F₁ 양성, F₂와 F₃는 집단, F₄는 계통 전개하여 이루어졌다. 생산력검정시험 중 예비시험은 밭 조건에서 0.4 m × 0.18 m × 3.0 m × 3열(휴폭 × 파폭 × 휴장 × 열수)로 조파하였으며, 시험구배치는 난괴법 2 반복으로 수행하였다. 생산력검정본시험은 1.5 m × 1.2 m × 5 m × 1열의 휴립광산파로 파종하여 난괴법 3 반복으로 실시하였다. 지역적응시험은 전남 나주, 경남 진주, 전북 익산은 논 조건으로, 제주는 밭 조건으로 재배하여 수행되었다. 논조건은 휴립광산파로서 1.5 m × 1.2 m × 5~6 m로 파종하였고, 밭조건은 협폭파로 0.4 m × 0.18 m × 5.0 m × 6열로 파종하였다. 파종량은 익산 15 kg/10a, 나주와 진주 14 kg/10a,

제주 13 kg/10a로 하였다. 시비량은 맥주보리 지역별 표준시비량을 기준으로 진단시비하였으며, 그 중 질소는 분시(60:40)를 하였는데 기비는 경운 후 전면 살포하고, 추비는 생육재생기에 살포하였다. 기타 생육관리는 농촌진흥청 맥주보리 표준재배법에 준하였다(RDA 2012).

농업형질 및 수량성 조사

출수기, 성숙기, 수량구성요소 및 수량 등은 농업과학기술연구조사 분석기준(RDA 2012)에 준하여 이루어졌으며, 표준품종인 ‘호품’과 비교하였다. 수량구성요소 중 천립중은 2.2 mm 종목체를 통과한 종실, 즉 설립을 제거한 종실에서 1,000립의 무게를 측정하였으며, 수량은 설립을 제외한 10a 당 조곡 수량을 수분 13%로 보정하여 환산하였다. 기타 조사는 농업과학기술연구조사 분석기준(RDA 2012)에 준하였다.

보리호위축병 저항성은 익산 바이러스검정포에서 3월 하순에서 4월 상순 사이에 조사하였으며 발병정도를 무 발생(0), 10% 미만(1), 11~30%(3), 31~50%(5), 51~70%(7), 71% 이상(9)로 나타내었다. 보리호위축병저항성 유전자 확인(*rym5*)은 CAPS marker를 이용하여 Tibor et al. (2010)에 준하여 이루어졌으며, 저항성유전자의 확인을 위한 표준품종으로는 Misato golden (*rym5*), Mokusekko 3 (*rym5*) 등이 이용되었다. 흰가루병저항성은 비닐하우스에서 자연감염을 유도하여 성체시기에 조사하였으며, 0(저항성) ~ 9(감수성)으로 나타내었다.

내한성은 중산간지대인 전북 운봉(해발 500 m)에서 10월 하순경 파종하여 다음해 2월과 3월초에 고엽 정도를 달관조사하였다.

파성검정은 저온처리와 무처리 두 조건으로 파성별 대조품종과 비교하여 주경의 엽수와 지엽 전개 일수를 조사하여 파성정도를 I~VII 범위로 판정하였다.

원맥 품질 특성

원맥 품질 특성은 단백질, 전분, 베타글루칸 함량과 곡피율, 발아세, 발아율, 천립중 등을 조사하여 이루어졌다. 원맥의 전분 분석은 소모기법, 단백질 함량과 곡피율은 각각 EBC (European Brewery Convention 1998) 방법 3.3.1과 3.9에 따라 측정하였고, β -glucan 함량은 Mixed linkage beta-glucan kit (megazyme, Ireland)와 UV/Vis spectrophotometer (U-2800, Hitachi, Japan)을 이용하여 분석하였다. 발아세, 발아율, 천립중은 EBC (1998) 방법 3.6.2와 ASBC (American Society of Brewing Chemists 1992) 방법 Barley-2에 따라 측정하였다. 정립률은 체(Sortimat,

Pfeuffer GmbH, Germany)를 이용하여 2.5 mm 종목체를 통과하지 않고 남아있는 종자를 전체 종자에 대한 비율로 표시하였다.

맥아제조 및 맥아품질 특성

맥아의 제조는 Automatic micro malting system (Phoenix Bio, Australia)을 이용하여 침맥(steeeping), 발아(germination), 배조(kilning) 공정으로 수행되었다. 침맥은 wet steeping(16°C)과 dry steeping(15°C)을 3회 반복하여 실시하였으며, 발아는 16°C에서 5일간 수행하였다. 배조는 처음 2시간 동안 55°C를 유지한 후 82°C까지 점차적으로 온도를 상승시킨 후 40°C로 감소시켜 이루어졌으며, 건조된 malt는 즉시 제근 후 품질 분석에 이용되었다. Malt 품질 분석은 신장도, 맥아수율, Friability, 효소역가 등을 ASBC(1992), EBC(1998)와 농업과학기술 연구조사 분석기준(RDA 2012)의 방법을 이용하여 분석하였다.

맥즙제조 및 품질 분석

맥아는 Buhler-Miag disc mill (DLFU, Buhler-Miag Ltd., Germany)을 이용하여 EBC (1998) 방법 1.1으로 분쇄하여 맥즙 제조에 사용하였다. 맥즙은 EBC (1998) 방법 4.5.1, ASBC (1992) 방법 Malt-4에 따라 당화조(LB-12, VLB, Germany)를 이용하여 맥즙(congress wort)를 제조하였다. 분쇄한 malt 50 g과 증류수 200 ml를 당화조에서 45°C, 30분간 반응시키고 25분간 75°C로 승온 후 증류수 100 ml 첨가 하고, 1시간 동안 반응하여 냉각한 다음 맥즙을 제조하였다. 1차 여과는 No.597 1/2 folded filter (Schleicher & Schuell), 2차 여과는 0.45 µm filter를 사용하여 EBC (1998) 방법과 ASBC (1992) 방법을 이용하여 수행한 후 추출물을 분석하였다. 맥즙 색도, 콜박지수와 가용성 단백질 함량은 UV-Vis spectrophotometer (U-2800, Hitachi, Japan)를 이용하여 각각 EBC (1998) 방법 4.7.1, 4.9.1과 4.9.2에 의해 측정하였다.

통계분석은 R을 이용하였으며, 대조품종(‘호품’)과의 차이는 *t*-test로 유의수준 5%($p < 0.05$)에서 검정하였다.

결과 및 고찰

육성 경위

맥주용 보리로는 2003년도에 육성된 ‘호품’이 수량성과 품질 면에서 우수하여 가장 많이 재배되고 있으며, 농협에서 계약재배를 통해 맥주제조회사에 공급하고 있다. 그러나 ‘호품’은 도복과 흰가루병, 추위에 약하여 이에 대한 개선과, 종실의 대립화, 정립

률 증진 등의 품질 개선이 요구되고 있다(Hyun et al. 2006). 또한 이상기온으로 농가 수량성이 낮아지는 경향이 있어 수량이 증진된 품종개발이 필요하다.

이에 ‘호품’을 모본으로 수량성이 우수하고 붉은곰팡이병에 저항성이면서 대립인 GobDH 96부본으로 하여, 국립식량과학원 호남농업시험장(전북 익산)에서 2005년 인공교배하여 IM05082 계통명을 부여하였다. F₁ 양성과정을 거친 후 F₂와 F₃는 집단으로 세대를 진전하였으며, F₄ 이후는 1수 1열법으로 계통을 전개하면서 키가 크면서도 도복에 강하고, 수량이 많으며 농업형질이 우수한 계통을 선발하여 IM05082-B-B-18의 계통 번호를 부여하였다. 본 계통은 형질이 고정된 F₆ 이후 생산력 검정 시험에서 표준품종인 ‘호품’에 비해 15% 증수하는 수량성을 나타내었다(자료 미포함).

2013년부터 익산 173호라는 계통명을 부여하여 3 개년간 4개 지역에서 수량성, 원맥과 맥아 등의 품질 특성을 검정하여 ‘호품’과 비교하였다. 시험을 통해 ‘호품’보리보다 수량성, 원맥 및 맥아품질에서 우수한 특성을 보여 2015년 직무육성 신품종선정심의회 심의를 거쳐 ‘다품’으로 명명하였다. 이후 국립종자원의 재배심사를 거쳐 2019년 종자산업법 제 55조에 따라 품종보호 등록(제7512호)되었다. 육성경위는 Fig. 1과 같다.

고유특성

‘다품’의 고유특성은 Table 1과 같다. ‘다품’의 엽색은 녹색이며 잎의 길이와 넓이는 중간 정도로 ‘호품’과 비슷하였다. 줄기 길이와 굵기는 장간에 중간 정도로 ‘호품’과 비슷하였다. 이삭형태는 2조, 중정도의 밀도로 배열되어 있었으며, 까락이 길고 탈망은 양호하였다. 파성은 I로 ‘호품’과 같았다.

농업적 형질 및 병과 재해 저항성

‘다품’의 출수기와 성숙기는 발재배에서 각각 4월 11일과 5월 19일로 나타났고, 논재배에서는 4월 20일과 5월 26일로 ‘호품’과 같거나 비슷하였다(Table 2). ‘다품’과 ‘호품’의 성숙기 식물체의 모습은 Fig. 2와 같다.

‘다품’의 농업적 형질은 Table 3과 같다. ‘다품’의 간장은 발재배와 논재배에서 각각 92 cm와 80 cm, 이삭길이는 6.4 cm와 6.2 cm로 ‘호품’과 유사하였다. 단위면적당 수수는 논재배에서 655 개/m²로 ‘호품’ 626 개/m² 보다 많았으며 유의성은 없었다. 천립중 또한 46.1 g으로 ‘호품’ 43.8 g보다 무거웠으며, ‘호품’과 같은 대립종이었다. 맥주용 보리는 단백질함량이 낮고 전분함량이 높은 대립종 품종이 육성 개발되어왔으며, ‘대아’보리 38.8 g

Fig. 1. Pedigree diagram of barley variety, ‘Dapum’.

Table 1. Inherent characteristics of ‘Dapum’.

Variety	Leaf			Culm		Spike		Awn		Growth habit
	Color	Length	Width	Length	Diameter	Type	Density	Length	Brittless	
Dapum	Green	Medium	Medium	Long	Medium	2-row	Compact	Long	Good	I
Hopum	Green	Medium	Medium	Long	Medium	2-row	Compact	Long	Good	I

*‘Hopum’ is a check variety to comparing to the characteristics of ‘Dapum’. These properties were investigated in paddy field condition at Iksan region

Table 2. Heading and maturity dates of ‘Dapum’ from 2013 to 2015.

Field condition	Location	Heading date		Maturity date	
		Dapum	Hopum	Dapum	Hopum
Upland	Jeju	Apr. 11 ^{ns}	Apr. 11	May 19 ^{ns}	May 19
	Jinju	Apr. 21	Apr. 21	May 24	May 23
Paddy	Naju	Apr. 17	Apr. 17	May 28	May 28
	Iksan	Apr. 23	Apr. 23	May 29	May 30
	Mean	Apr. 20 ^{ns}	Apr. 21	May 26 ^{ns}	May 27

^{ns}means no significant at $p<0.05$ by T -test.

Fig. 2. Plant comparison of ‘Dapum’(a) and ‘Hopum’(b) in paddy field.

Table 3. Agronomic characteristics of 'Dapum' from 2013 to 2015.

Field condition	Cultivar	Culm length (cm)	Spike length (cm)	No. of spikes per m ²	No. of grains per spike	1000-grain weight (g)	Liter weight (g)
Upland	Dapum	92 ^{ns}	6.4 ^{ns}	732 ^{ns}	25 ^{ns}	41.0 ^{ns}	657 ^{ns}
	Hopum	93	6.2	763	26	40.1	658
Paddy	Dapum	80 ^{ns}	6.2 ^{ns}	655 ^{ns}	23 ^{ns}	46.1 ^{ns}	680 ^{ns}
	Hopum	79	6.1	626	23	43.8	675

^{ns}means no significant at $p < 0.05$ by *T*-test.

Table 4. Yield of 'Dapum' in the regional yield trials from 2013 to 2015.

Field condition	Location	Dapum (kg/10a)				Hopum (kg/10a)			
		2013	2014	2015	Mean	2013	2014	2015	Mean
Upland	Jeju	614	454	435	501 ^{ns}	634	493	439	522
	Jinju	588	499	398	495	545	426	394	455
Paddy	Naju	-	429	339	384	-	362	313	338
	Iksan	326	298	-	312	318	261	-	290
	Mean	457	409	369	411 [*]	432	350	354	374

^{ns}means no significant and ^{*}means significant at $p < 0.05$ by *T*-test.

Fig. 3. Identification of *rym5* gene of 'Dapum' and 'Hopum' (M: marker, a: Sonate, *rym4*, b: Misato Golden, *rym5* c: Mokusekko3, *rym5*, d: 'Dapum', *rym5*, e: 'Hopum', *rym5*, f: 'GobDH96', not detected).

(2001년 육성, Hyun et al. 2002), '호품' 42.1 g (2003년, Hyun et al. 2006), '백호' 40.7 g (2008년, Kim et al. 2011), '광맥' 42.1 g (2010년, Kang et al. 2017), '이맥' 45.6 g (2013년, Kang et al. 2016)으로 천립중이 무거운 대립화되고 있음을 알 수 있다.

보리호위축병은 1990년대 그리고 2000년 초기 육성 품종들에서 문제화되었으며, 토양 곰팡이인 *polymyxa graminis*의 매개로 감수성 품종의 경우 40~100%의 수량 감소를 초래한다고 알려져 있다(Frahm 1989). 또한 Kim et al. (2003)은 보리호위축병 이병

Table 5. Resistance to Barley yellow mosaic virus, powdery mildew and cold tolerance.

Cultivar	BaYMV ^z (0~9)			Powdery mildew ^y Infection type	Cold tolerance ^x (0~9)
	Naju (I)	Jinju (IV)	Iksan (III)		
Dapum	0	0	3	Susceptible	5
Hopum	0	0	3	Susceptible	5

^zInvestigation at viral infested field for three years (0: Resistance, 9 : Susceptible). BaYMV means viral disease by Barley Yellow Mosaic Virus. ^yDisease incidence induced natural infection at plastic house at Iksan for three years. ^xCold tolerance was tested at Unbong, about 500meter above sea level region from 2013 to 2015.

주는 간장, 수량, 정립률 등은 낮아지고 단백질 함량은 증가하는 등 수량과 품질에 큰 피해를 준다고 보고하였다. 보리호위축병은 화학적 또는 경종적 방법에 의한 방제가 어렵고 효과가 적어 저항성 품종의 재배가 가장 효과적인 것으로 알려져 있다. 따라서 국내에서는 1999년 *rym5* 유전자를 보유한 Misato golden을 교배원으로 '신호'(2002), '호품' 등의 저항성자원들의 육성을 시작으로 '다진', '백호', '광맥', '이맥' 등의 저항성 품종들을 꾸준히 개발하고 있다. '다품' 또한 *rym5* 유전자를 보유하고 있으며, 보리호위축병 저항성정도는 '호품'과 같았다(Fig. 3, Table 5). '다품'은 흰가루병과 내한성에서 '호품'과 같은 특성을 보여 이에 대한 개선이 필요함을 알 수 있었다(Table 5).

Table 6. Comparison of grain quality between ‘Dapum’ and ‘Hopum’.

Cultivar	Assortment rate (%)	Protein (%)	β -glucan (%)	Husk rate (%)	Germination energy (%)	Germination capacity (%)	Water sensitivity
Dapum	92 ^{ns}	11.0 ^{ns}	3.9 ^{ns}	13.7 ^{ns}	94 ^{ns}	96 ^{ns}	20*
Hopum	90	11.1	4.1	13.5	94	97	26

^{ns} means no significant and * means significant at $p < 0.05$ by *T*-test.

(a)

(b)

Fig. 4. Comparison of ‘Dapum’ malt (a) and ‘Hopum’ malt (b).

수량성

‘다품’의 수량성은 Table 4와 같다. ‘다품’은 발재배에서 501 kg/10a ‘호품’ 522 kg/10 a보다 적었다. 그러나 논재배에서는 411 kg/10a로 ‘호품’ 374 kg/ha보다 많았다. 수량구성요소에서 단위면적당 ‘다품’의 이삭수가 655 개/m²로 ‘호품’ 626 개/m²보다 많았으며, 천립중도 46.1 g으로 ‘호품’ 43.8 g 보다 무거워 ‘다품’의 수량이 높게 나타났을 것으로 생각되며 논재배에 ‘다품’이 유리함을 알 수 있었다. 맥주보리의 2019년 논과 발재배 면적은 각각 6,445 ha, 4,190 ha로 논 재배가 61%를 차지하고 있다. 따라서 논재배에 적합한 맥주보리 품종의 개발이 필요할 것이며, ‘다품’은 논재배에서 ‘호품’보다 수량성이 증진된 보리로 맥주보리 재배농가의 안정적 소득원이 될 것으로 기대된다.

품질특성

Table 6에 ‘다품’과 ‘호품’의 정립률, 단백질 등의 원맥 품질 특성을 분석 비교하였다. 맥주용으로 이용되는 보리는 전분함량이 높고 단백질 함량이 낮은 보리를 선호한다. ‘다품’의 정립률은 92%로 ‘호품’ 90%보다 높았으나 유의성은 없었다. ‘다품’의 단백질 함량, 베타글루칸, 곡피율, 발아세, 발아율은 각각 11.0%, 3.9%, 13.7%, 94%, 96%로 ‘호품’과 비슷하였다. 수감수성은

맥아제조시 다량의 물에 대한 감수성 정도를 표현하며 수감수성이 낮은 보리를 선호한다. ‘다품’의 수감수성은 20%로 ‘호품’ 26%보다 낮은 값을 나타냈다.

독일에서는 맥아, 물, 홉만을 맥주제조에 이용하고 있으며, 맥아는 효모의 발효원인 당의 원료로 이용된다. 발아한 보리는 자체내에 있던 베타아밀라아제가 활성화되고, 알파아밀라아제가 생성되면서 보리의 전분을 말토오스 단위로 당화시킨다(Denault et al. 1981). 또한 발아한 보리는 단백질 분해효소를 생성하여 고분자인 단백질을 저분자의 아미노산으로 분해하게 된다. 이러한 아미노산, 말토오스 등의 저분자 물질들은 효모의 대사과정에 이용되어 알코올을 생성하게 된다(Gupta et al. 2010). 그러나 분해되지 않은 고분자 단백질은 저온에서 침전을 일으켜 맥주의 탁도에 부의 영향을 준다(Kim & Kang 2002). 보리의 주요 기능성분으로 알려진 베타글루칸은 맥주 여과를 어렵게 한다고 알려져 있다(Lee 2008). 따라서 맥주용으로 육성된 품종들은 단백질과 베타글루칸 함량은 낮고 전분함량과 효소 역가가 높은 특성을 보인다. Fig. 4는 micro-malting system을 이용하여 제조한 ‘다품’과 ‘호품’의 맥아로 이를 이용하여 맥주를 제조하고 맥아와 맥즙의 품질 특성을 분석하였다(Table 7). 추출률은 ‘다품’이 73.3%로, ‘호품’ 72.9%보다 높았으나 유의성은

Table 7. Comparison of malt quality between 'Dapum' and 'Hopum'.

Cultivar	Extract (%)	Soluble protein (%)	Kolbach index (%)	Diastatic power (WK)	Filtering time (min/100ml)	Friability (%)
Dapum	73.3ns	3.7ns	32.6ns	244ns	25.7ns	80.2ns
Hopum	72.9	3.7	33.1	266	20.9	72.1

^{ns} means no significant at $p < 0.05$ by *T*-test.

없었다. 원맥의 단백질 중 발효원으로 이용가능한 단백질 %함량인 콜박지수는 '다품'이 32.6%로 '호품' 33.1% 보다 낮았으나 유의성은 없었다. 효소역가는 베타아밀라아제의 활성을 주로 나타내며, 고품질 맥주보리를 판단하는 주요 품질 특성이다. '다품'의 효소활성은 244WK로 '호품' (266WK)보다 낮았지만 유의성은 없었다. '다품'의 여과시간은 25.7 min/100ml이었으며, 맥아의 부서짐 정도를 나타내는 friability는 80.2%로 '호품' (72.1%)보다 높았지만 유의성은 없었다. '다품'은 고품질의 '호품'과 수량성이 높은 'GobDH96'와 교배하여 육성한 품종으로, 품질 특성은 '호품'과 비슷하였으며 수량성은 논재배에서 10% 증수한 결과를 보였다.

적 요

'호품'은 국내에서 맥아와 맥주용으로 가장 많이 재배되는 고품질 맥주보리이다. 그러나 기상이변에 의해 수량성이 감소하고 있으며, 수제맥주의 활성화로 지역별 차별화된 맥주보리 품종의 보급이 필요한 실정이다. '다품'은 품질이 우수한 '호품'에 다수성인 'GobDH96'을 2005년 교배하여, F₂와 F₃는 집단선발 과정과 F₄ 이후는 계통 선발하여 육성되었다. 2013년부터 익산 173호라 계통명을 부여하여 3 년간 4개 지역에서 수량성, 원맥과 맥아 등의 품질 특성을 검정하여 '호품'과 비교하였다. '다품'은 '호품'과 같은 파성 I, 줄기는 장간이고 까락이 긴 2조 겉보리이다. '다품'은 논 재배에서 411 kg/10a로 '호품' 374 kg/10a보다 10% 증수하였다. 또한 정립률 92%, 단백질 11%, 베타글루칸 3.9%, friability 80.2%, 효소역가 244WK로 '호품'과 유사한 품질특성을 보이는 고품질 원맥, 맥아 특성을 보였다. '다품'은 보리호위충 병은 중도저항성을 보였으며, 흰가루병은 감수성으로 '호품'과 같은 특성을 보였다. '다품'은 1월 평균 최저 기온이 -4℃ 이상인 지역의 논재배에 유리한 품종이다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립식량과학원 농업과학기술 연구개발 사업(과제명 : 맥주보리 신품종 개발, 과제번호 : PJ015004032020)의 지원에 의해 이루어졌으며, 본 연구를 위해 함께 해주신 각 도원 분들과 농촌진흥청 육종가 분들께 감사의 마음을 전합니다.

REFERENCES

1. American society of Brewing Chemists (ASBC). 1992. Methods of analysis of the American Society of Brewing Chemists. 8th edition. ASBC St Paul, Minn, USA.
2. Chae JS, Ryu EH, Kim KD, Kim YS, Kwon JW. 2019. Antioxidant activities of ethanol extracts from barley sprouts. Korean J Food Sci Technol 51: 486-491.
3. Denault LJ, Glenister PR, Chau S. 1981. Enzymology of the mashing step during beer production. J Am Soc Brew Chem 39: 46-52.
4. Eun CS, Hwang EY, Lee GHS, Yang SA, Yu MH. 2016. Anti-oxidant and anti-inflammatory activities of barley sprout extract. J life Sci 26: 537-544.
5. European Brewery Convention (EBC). 1998. Analytica-EBC, 15th edition. EBC. Fahner Druck GmbH, Lauf a.d.Pegnitz, Germany.
6. Frahm JH. 1989. Reduced yields caused by BaYMV in Lippe, Westphalia an analysis of causal factors. Gesunde Pflanzen 41: 45-46.
7. Gupta M, Abu-Ghannam N, Gallagher E. 2010. Barley for brewing: characteristic changes during malting, brewing and applications of its by-products. Compr Rev Food Sci Saf 9: 318-323.
8. Ha YW, Park MW, Suh SJ, Yun YM. 2019. Present status and prospects of malting barley cultivation and its production in Korea. J North Agri Res 42: 18-36.
9. Hyun JN, Han SI, Kim HT, Park DS, Ko JM, Suh DY, Kweon SJ, Suh SJ, Shin DC, Moon HP. 2002. A New Malting Barley Cultivar with early maturity, lodging

- resistance and good quality 'Daeabori'. Korean J Breed Sci 34: 367-368.
10. Hyun JN, Han SI, Kim HT, Kang JR, Ko JM, Lim SG, Kwon YC, Park DS, Suh DY, Kim DH, Yoon CY, Kim ST, Suh SJ. 2006. A New Malting Barley Cultivar, 'Hopum' with High Quality and BaYMV Resistance. Korean J Breed Sci 38: 67-68.
11. Kang CS, Kim YK, Yonn YM, Choi JG, Song JK, Kim SN, Park TI, Kim KH, Cheong YK, Kim BK, Park JC. 2016. New two-rowed covered barley variety, 'Imaeg' with BaYMV (*barley yellow mosaic virus*) resistant and good malt quality. Korean J Breed Sci 48: 521-528.
12. Kang CS, Kim YK, Yonn YM, Son JH, Choi JG, Song JK, Kim SN, Park TI, Kim KH, Cheong YK, Kim BK, Park JC. 2017. Two-rowed and covered barley for beer brewing variety, 'Gwangmaeg' with a cold tolerance and off-season heading. Korean J Breed Sci 49: 403-409.
13. Kim JH, Kim JH, Lee SJ, Hong KW, Kwon YA, Park JC, Kim WJ. 2013. Characterization of fermentation kinetics of beer made of Korean 6 row-barley. Food Eng Prog 17: 1-9.
14. Kim KB & Kang KH. 2002. Effect of high-protein Korean malting barley on malt quality. Korean J Food Sci Technol 34: 407-412.
15. Kim MJ, Hyun JN, Park JC, Kim YK, Lee MJ, Kim DH, Kang SJ, Kim ST. 2011. A new malting barley variety, 'Baegho' with resistance to Barley Yellow Mosaic Virus and powdery mildew. Korean J Breed Sci 43: 538-542.
16. Kim YG, Seo JH, Park JC, Choi JS, Kim SD, Lee JH. 2003. Growth characteristics and grain quality of naked barley infected by barley yellow mosaic virus. Korean J Crop Sci 48: 501-505.
17. Lee MH, Kim DY, Park SJ, Choi DB, Choi BK, Kim KM, Lee JM. 2018. Effect of barley sprout (*Hordeum vulgare* L.) water extracts on blood flow improvement in vitro. J Korean Soc Food Sci Nutr 47: 77-82.
18. Lee YT. 2008. Effects of malt modification on β -glucan solubility and beer viscosity. Korean J Food Sci Technol 40: 360-363.
19. MAFRA. 2019. Food, Agriculture, Forestry and Fisheries Statistical Yearbook. pp. 296-319.
20. Rural Development Administration. 2012. Guideline of Agricultural Practices.
21. Suh SJ, Baek SB, Kim JG, Jang DH, Hong MY, Kim SK, Lee YS, Kim DH, Yun CY, Park MW, Ha YW, Nam JH, Kang DJ, Park TD, Jung MN. 2003. A new malting barley cultivar resistant to BaYMV, 'Sinho'. Korean J Breed Sci 35: 120-121.