

Research Note

## 맥주 보리 “호품” 선별체 크기별 파일럿 스케일 제맥 및 맥아 품질 특성

박지영 · 박혜영 · 김홍식 · 정현정<sup>1</sup> · 오세관<sup>2\*</sup>

농촌진흥청 국립식량과학원 증부작물부, <sup>1</sup>전남대학교 생활과학대학,  
<sup>2</sup>농촌진흥청 국립식량과학원

### Pilot-Scale Malting and Malt Quality of “Hopum” for Barley Brewing Classified by the Size of the Sorting Body

Jiyoung Park, HyeYoung Park, Hong-Sik Kim, Hyun-Jung Chung<sup>1</sup>, and Sea-Kwan Oh<sup>2\*</sup>

Department of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration

<sup>1</sup>Division of Food and Nutrition, Chonnam National University

<sup>2</sup>National Institute of Crop Science, Rural Development Administration

#### Abstract

Consumer demand for imported and craft beer is increasing. Almost all the malt used by craft beer companies is imported. This study sought to develop a malting technology to expand the use of domestic barley, the main raw material for beer, and to examine its influence on the quality of domestic malt. The Hopum cultivar of beer barley was purchased and used at the Jeollanam-do Seed Management Center. A pilot-scale malting facility built by the National Institute of Crop Science was used. One sack (40 kg) of barley was sieved through screening sieves, and the barley was classified according to size (3.1, 2.8, 2.5,  $\geq 2.2$ , and  $\leq 2.2$  mm), with the size-related composition being 18.1, 48.9, 23.3, 6.4, and 1.0%, respectively. The malt yields were 89.0, 87.6, 86.6, 82.2, and 76.1%, respectively. The coleoptiles elongation decreased as the barley size decreased. The protein content of malt tended to be high at small particle sizes of 2.2 mm. The soluble solid content of wort prepared from malt revealed good values of 17.4-17.5°Bx, except for 15.3°Bx for particles  $< 2.2$  mm in size. According to barley size in the malting process, these findings should be valuable quality indicators of malt.

**Keywords:** malt quality, pilot-scale malting, beer barley

## 서 론

맥주보리(*Hordeum vulgare* L.)는 맥주 양조에 있어서 가장 중요한 주원료이다(Gupta et al., 2010). 하지만 보리 그대로 이용되지 않고, 가공단계를 거쳐 맥아로 이용되는데 이를 제맥(malting)이라 하며, 이 공정은 담금, 발효와 함께 맥주 생산을 위한 가장 중요한 단계 중 하나이다(Kok et al., 2019). 제맥은 보리 종실내에 물리적, 생화학적 변화를 주고, 안정화시키기 위한 곡물의 제어된 발아라고 할 수 있다. 이러한 변화를 주기 위해 3가지 필수적인 제맥 공정이 수반된다. 첫 번째는 침맥(steepling)이며 종실의 수분을 최소 12에서 40%까지 적절하게 흡수하기 위한 단계이다. 두 번째는 발아(germination)이다. 배를 성장시키고,

효소를 합성하며, 제한적인 배유 분해를 유지하는 것이다. 그리고 세 번째는 생산물을 안정화 시키는 건조(kilning)이다(Ogushi et al., 2002). 이렇게 제맥 공정에서 종자가 발아할 때 맥주보리 전분 가수분해효소가 활성화 되어 맥주보리 종자립의 부분적인 가수분해나 전분 및 단백질의 변형을 야기한다(Gupta et al., 2010).

맥주는 한국인에게 가장 인기가 있으며, 2019년 주류 출고량의 50.8%로 보고되었다(TASIS, 2020). 최근 수입맥주가 2019년까지 7년 동안 6.8배나 수입량이 증가하여 큰 인기를 얻었고 소비자들의 새롭고 차별화된 제품에 대한 수요와 함께 마이크로브루어리(5 kL-75 kL 규모의 소규모 맥주 양조장)에서 만든 맥주를 뜻하는 craft beer 제품이 다양화되고, 시장도 2016년 대비 2배 증가한 2017년 400억 원으로 상승하였고, 마이크로브루어리도 2014년 54개 업체에서 2019년 139개까지 증가하여 새로운 한국 맥주 문화를 구성하고 있다. 이러한 소규모양조장들은 국내 수제맥주산업 활성화를 위해 주세법 개정을 통한 세금 감면, 국산 원료 사용 희망을 통한 품질 차별화 및 고급화를 희망하고 있다. 따라서 국산 맥주 원료에 대한 관심이 크게

\*Corresponding author: Sea-Kwan Oh, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Wanju-gun, Jeollabuk-do 55365, Korea

Tel: +82-31-695-0622; Fax: +82-31-695-0608

E-mail: ohskwan@korea.kr

Received October 6, 2022; revised November 1, 2022; accepted November 7, 2022

증대되었다.

하지만 한국에서 맥주의 주요 원료인 홉, 효모, 맥아(보리) 대부분 수입에 의존하고 있는 현실이며, 국산 맥주보리 원료 비중이 5% 미만이다. 한국에서는 2003년 주로 바이러스 병에 강하고 다수성이며 단백질 함량이 낮은 고품질 맥주보리 품종인 호품을 개발되어 제주도지역에서 주로 재배되고 있고, 현재도 대기업에서 이용하고 있는 품종이다(Kim, 2020). 이에 오비 맥주에서 제맥과 맥아 품질에 대한 구명한다 있다. 국내 대기업 맥주 회사에서 요구하는 국산 맥주보리(원맥) 품질 기준은 품종 순도 95% 이상 단백질 함량은 9.5-11.5%, 정립률 2.5 mm 이상 88% 등이다(Kim & Kang, 2002). 한편, 농촌진흥청의 맥주보리 원맥의 조사 기준은 정립률은 2.5 mm 이상이고, 세립은 2.2 mm 이하로 2.2-2.5 mm 범위의 구간은 빠져있어, 품종개발이나, 품질 분석 시 그 기준이 모호하다(RDA, 2012). 한국 맥주 산업에서 국산 맥아가 거의 이용되지 않는 데에는 다양한 요인이 있으나, 그 중 수입산에 비해 가격이 비싸고, 국산 맥주보리의 품질이 좋지 않다는 오랜 선입견이 있어왔다는 이유가 지배적이다. 이러한 국산 맥주보리 원료에 사용에 대한 기피 때문에 맥아 가공 산업도 활성화가 되어있지 않아 현재 국산맥아 사용 기반이 미흡한 것이 현실이다.

본 연구에서는 맥주 양조용으로 국내에서 상업적으로 재배 및 이용되는 맥주 보리 “호품”을 선별체 크기로 나누어 형태적인 품질 비율을 조사하고, 이를 크기별로 분류하여 파일럿 규모의 제맥을 통해 생산된 맥아의 품질을 구명함으로써, 맥주보리 원료 선정 및 맥아 대량가공을 위한 기초자료로서 활용하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 시험 재료 및 시료 선별

본 연구에 사용된 맥주보리 품종은 “호품”으로 Fig. 1(a)에 나타내었고, 2021년 전라남도 농업기술원에서 생산된 보리를 40 kg 단위로 구매하여 조사와 분석에 이용되었다. 종자 포대 당 4종(3.1 mm, 2.8 mm, 2.5 mm, 2.2 mm) 선별체(Doori Innovarion Corp. Gimje, Korea)를 사용하였고, 본 연구에서 이용된 선별체는 Fig. 1(b)에 나타내었다. 총 4 번의 반복으로 수행되었고, 3.1 mm 체를 통과시킨 후, 통과한 시료들은 각각 순서대로 2.8, 2.5, 2.2 mm 선별체로 통과시켰다. 본 연구에서는 각 3.1, 2.8, 2.5, 2.2 mm 선별체에 통과하지 않는 시료들은 각각 3.1, 2.8, 2.5, 2.2 mm 이상 및 2.2 mm 이하로 정의하여 총 5개의 크기로 분류하였고, 이물은 따로 중량을 측정하였다.

### 맥주보리 크기별 파일럿 규모 맥아 제조

선별된 맥주 보리 “호품”의 제맥 공정은 Kim & Kang (2002) 방법을 일부 변형한 Park et al. (2021) 방법으로

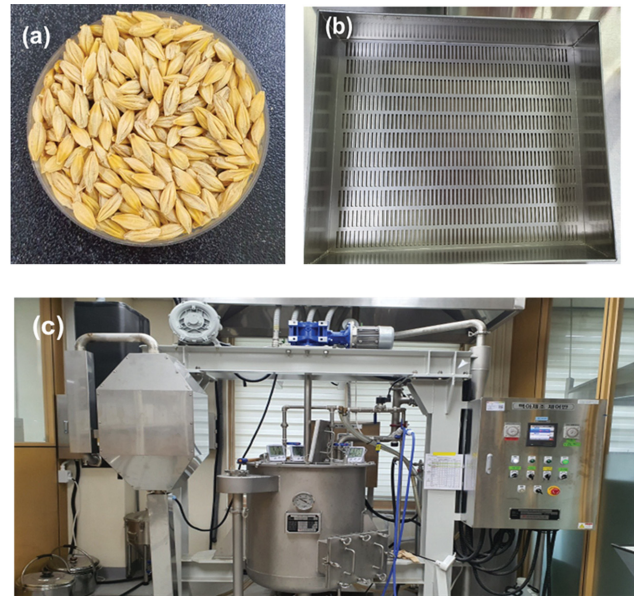


Fig. 1. (a) “Hopum” barley, (b) Screen sieve used in this study for size classification and malting, (c) Pilot-scale malting manufacturer in the National Institute of Crop Science in Suwon.

Fig. 1(c)에 제시된 바와 같이 국립식량과학원에 설치되어 있는 맥아제조기를 이용하여 1회 20 kg씩 제맥 공정을 수행하였다. 제맥은 침맥공정(steeeping), 발아공정(germination) 건조공정(kilning) 순서대로 진행되었으며, 표준체 사이즈 별로 선별된 5종 맥주보리 중 부서지지 않은 선별된 보리를 세척하였다. 종자 침맥도를 42%에 도달하기 위해 18°C에서 약 50 시간을 침지한 후, 17°C에서 100시간 발아시켰다. 맥아 건조는 45°C에서 14시간, 75°C에서 7시간 건조 후 80°C에서 curing하고 종료하였다. 건조가 다된 맥아를 35°C 이하가 되게 냉각하여 뿌리를 제거한 후 맥아 시료로서 활용하였다.

### 맥아 초엽신장도 및 맥아 수율 측정

맥주보리 “호품”의 선별체 크기별로 분류되어 제조된 맥아는 Kim & Kang (2002) 및 Oh et al. (2003) 등의 방법을 일부 변형하여 초엽신장도와 맥아 수율을 측정하였다. 총 맥아종자 길이에 대한 신장된 초엽의 길이의 비율을 계산하고, 초엽 신장도(%)로 나타내었다. 신장도 측정에는 디지털 캘리퍼(CD-10APX, Mitutoyo Corporation, Kawasaki, Japan)를 사용하여 측정한 맥아 종자 100개의 평균값을 사용하였다. 맥아 수율은 건조된 맥아를 제근 한 후, 다음과 같이 계산되었다.

$$\text{수율 (\%)} = \frac{\text{맥아 중량(dry basis)}}{\text{보리 중량(dry basis)}} \times 100$$

맥아의 조단백, 총전분 함량 및  $\alpha$ -amylase activity 분석  
맥주보리 “호품”의 선별체 크기별로 제조된 맥아는 분쇄

기(CT293 Cyclotec™, FOSS Analytical Co, Ltd. Suzhou, China)를 이용하여 분쇄 후 100 mesh 표준체를 통과시킨 가루를 AACC (2000)에 따라 분석에 이용하였다. 조단백질은 kjeldahl법으로 자동 단백질 분석기(Kjeltec 2400 AUT, Foss Tecator, Mulgrave, Australia)로 측정하였다. 총전분 함량과 α-amylase activity 분석은 Megazyme kit (Megazyme International, Ltd., Wicklow, Ireland)을 이용하였다.

**당화액 제조 및 가용성 고형분 측정**

맥주보리 “호품”의 선별체 크기별로 선별되어 제조된 맥아의 가용성 고형분을 측정하기 위해 Park et al. (2019)의 방법으로 국립식량과학원에서 자체적으로 수립한 양조 공정을 변형하여 활용하였다. 분쇄된 맥아 50 g과 200 mL 증류수를 첨가하여 가온하였다. 물의 온도가 65°C에 도달한 후 1시간 뒤, 72°C 승온 시킨 후, 1시간 뒤 78°C까지 승온하여 당화과정을 종료한 후 당화액(wort)을 얻었다. 이 때 각 온도별(65°C, 72°C, 78°C) 당도를 3번 측정하였다. 당화액의 가용성 고형분은 여과를 거친 당화액을 20°C로 냉각을 시켜 일정하게 온도를 유지시키고 1시료에 1 mL 가량을 취하여 당도계(PAL-1, ATAGO, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다.

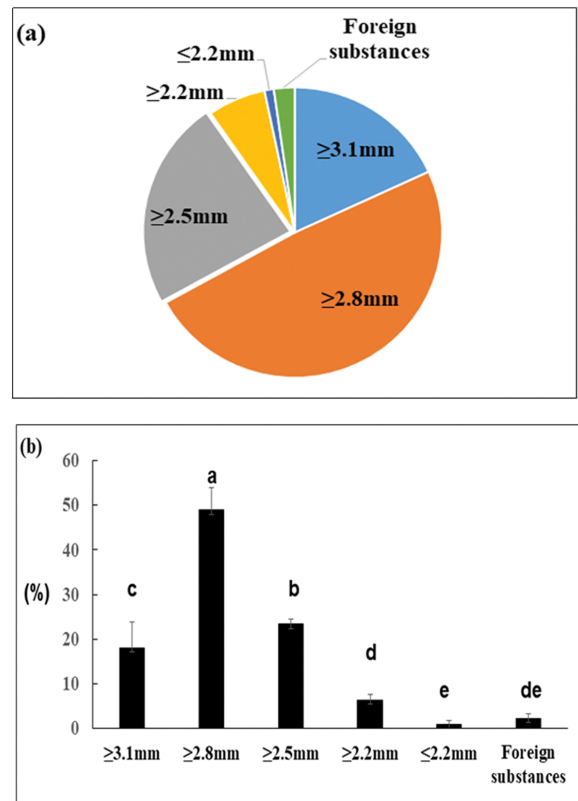
**통계분석**

자료 분석은 SAS 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) PC package를 이용하였다. 실험결과는 3번 반복 값을 구하여 평균±표준편차로 나타내었으며, 각 변수에 대해 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였고, 사후검정으로는 Duncan’s multiple range test를 적용하였으며, α = 0.05 수준에서 유의성을 검정하였다.

**결과 및 고찰**

**맥주보리 선별체 크기별 크기 분류**

맥주보리 “호품”의 선별체 크기별로 분류 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 맥주보리 40 kg 포대별로 3.1 mm 이상, 2.8 mm 이상, 2.5 mm 이상, 2.2 mm 이상, 2.2 mm 이하 및 이물로 나누어서 시료 종류를 분류하였고, Fig. 2a)에서는 비율을 2b)에서 수치로 표기하였다. 가장 많은 비중을 차지한 순서는 각각 2.8 mm, 2.5 mm, 3.1 mm 이상이었으며, 각각 49±5, 23±1, 18±5% 비율을 나타내었다. 2.2 mm 이상은 6%, 세립인 2.2 mm 이하는 1%, 이물은 2% 함량을 나타내었다. RDA (2012)의 농업과학기술 연구조사 분석기준에 따르면 2.5 mm 이상을 정립이라고 규정하는데, 본 연구에서 2.5, 2.8, 3.1 mm 이상이 90%의 정립률을 나타내어, 국내 대기업에서 요구하는 기준인 88% 이상으로 품질이 양호하다고 판단된다.



**Fig. 2. Size-related composition of a sack of barley. The standard deviations of 3.1, 2.8, 2.5, ≥2.2, ≤2.2 mm, and foreign substances are 5.7%, 5.1%, 1.2%, 1.3%, 0.8%, and 0.9%, respectively. \*All values indicate the mean of four replicates (4 sacks of barley). a-e Different letters indicate significant differences (p<0.05).**

**맥아 초엽신장도 및 맥아 수율**

맥주보리 “호품”의 선별체 크기별로 분류하여 맥아를 제조한 후, 발아단계가 끝난 직후 시료 채취를 한 결과를 Fig. 3과, 각 시료의 초엽 신장도를 측정하여 평균한 결과 값을 Table 1에 나타내었다. 세립인 2.2 mm 이하의 초엽신장도가 92.0±9.5%로 가장 높았으며, 3.1 mm 이상이 79.7±4.5%로 가장 낮은 유의성을 나타내었다. 2.2 mm 이상부터, 2.8 mm 이상까지 중간 크기의 세 가지 시료는 85-89%의 범위를 보였고 통계적으로는 차이가 없었다. 중앙유럽 맥주위원회(MEBAK, 2013)의 공인된 양조기술 분석방법에 따르면 초엽 신장도는 발아의 균질도를 판정한다고 하고, 보통 독일 맥아의 경우 0.7-0.8 범위여야 한다고 하였는데, 본 연구에서는 세립인 2.2 mm 이하는 제시된 범위보다 과발아 되었으며, 표준편차가 커서 균일하지 않게 발아되었고, 이를 제외한 시료는 적절하게 제조가 되었다고 판단된다. 하지만 다른 품질 항목등을 추가적으로 조사하여 종합적인 평가가 필요하다.

침지, 발아, 건조 단계까지 모두 끝난 후 제근을 마친 맥아의 수율을 계산한 결과 또한 Table 1에 나타내었다. 맥

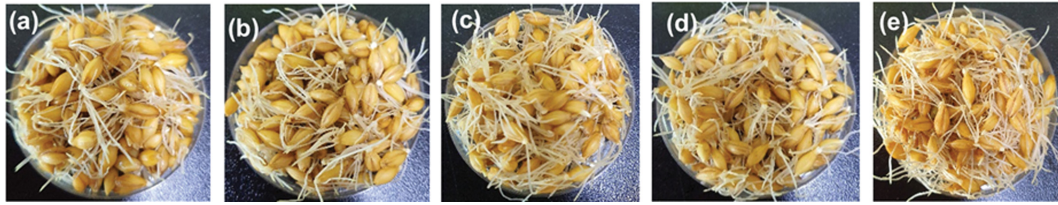


Fig. 3. Germinated barley produced and classified based on the size of the sorting body: (a)  $\geq 3.1$ , (b)  $\geq 2.8$ , (c)  $\geq 2.5$ , (d)  $\geq 2.2$ , and (e)  $\leq 2.2$  mm.

Table 1. Coleoptiles elongation, malt yields, protein, starch contents, and enzyme activity classified based on the size of the sorting body

Size (mm)	Coleoptiles elongation (%)	Malt yields (%)	Crude protein (%)	Total starch (%)	$\alpha$ -Amylase activities
$\geq 3.1$	79.7 $\pm$ 4.7 <sup>b</sup>	89.0 $\pm$ 0.6 <sup>a</sup>	11.6 $\pm$ 0.1 <sup>c</sup>	60.2 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>	113.9 $\pm$ 4.1 <sup>d</sup>
$\geq 2.8$	85.9 $\pm$ 1.9 <sup>b</sup>	87.6 $\pm$ 2.1 <sup>a</sup>	11.0 $\pm$ 0.6 <sup>c</sup>	60.4 $\pm$ 0.4 <sup>a</sup>	109.3 $\pm$ 3.8 <sup>d</sup>
$\geq 2.5$	89.6 $\pm$ 5.8 <sup>b</sup>	86.6 $\pm$ 1.8 <sup>a</sup>	11.7 $\pm$ 0.5 <sup>c</sup>	59.5 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup>	137.2 $\pm$ 0.5 <sup>c</sup>
$\geq 2.2$	87.2 $\pm$ 4.9 <sup>b</sup>	82.2 $\pm$ 1.7 <sup>b</sup>	12.8 $\pm$ 0.1 <sup>b</sup>	56.0 $\pm$ 0.2 <sup>b</sup>	170.6 $\pm$ 5.3 <sup>b</sup>
$\leq 2.2$	92.0 $\pm$ 9.5 <sup>a</sup>	72.8 $\pm$ 2.8 <sup>c</sup>	14.5 $\pm$ 0.0 <sup>a</sup>	54.9 $\pm$ 1.1 <sup>b</sup>	194.5 $\pm$ 14.6 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Values indicate the means of three replications.

a-c Different letters within the same column indicate significant differences ( $p < 0.05$ ).

아 수율은 종실 크기가 클수록 높은 경향을 나타내었고, 정립인 2.5 mm, 2.8 mm, 3.1 mm 이상에서 86% 이상의 수율을 보여 2.2 mm 이상과 이하 크기의 맥아보다 높은 유의성이 인정되었다. 특히 2.2 mm 이하의 시료는 72.8%로 크게 낮은 결과를 보였다. 보리에서 맥아가 만들어진 비율을 제맥 수율(malting yield)라 하고, 제맥 수율은 가능한 높은 것이 좋다. Jung et al. (2015)에 따르면, 일반적으로 보리 100 kg를 제맥 하였을 때 75-85%의 맥아를 생산할 수 있다고 하였고, 그 중 맥주보리와 맥아의 수분함량의 차이로 인한 수분의 감소로 약 10%의 손실이 기본적으로 발생한다고 하였다. 본 연구에서는 “호품” 맥아의 수율이 2.2 mm 이상의 경우 82% 범위를 보여 일반적인 수준이었고, 2.5, 2.8, 3.1 mm 이상의 정립에서는 일반적인 수준 보다 높아 맥아 가공에 적합한 품질을 나타낸다고 판단된다.

#### 맥아의 조단백, 총전분 함량 및 $\alpha$ -amylase activity 분석

맥주보리 “호품”의 선별체 크기별로 분류하여 가공한 맥아의 조단백, 총전분,  $\alpha$ -amylase activity 분석결과를 Table 1에 나타내었다. 단백질과 전분 함량, 당화에 큰 영향을 미치는 효소활성은 맥주의 원료인 맥아의 품질 중 가장 중요한 지표를 나타내는 것이라고 할 수 있다. 조단백질 함량의 경우, 2.5, 2.8, 3.1 mm 이상의 크기 맥아 모두에서 11.0-11.7% 범위를 보여 그 외 시료에 비해 통계적으로 낮은 결과가 인정되었다. 2.2 mm 이상과 이하의 시료에서 종자 크기가 작을수록 단백질 함량이 증가하였다. 양조용 맥주보리 품종은 일반적으로 8-12%의 단백질 함량 범위에서 선별되는데, 이와 같이 단백질 함량이 너무 높거나, 너무 낮을 경우 맥주 품질에 저하의 큰 요인이 되기도 한다

(Celus et al., 2006). 따라서 본 연구에서 2.2 mm 이상의 경우 12.8%, 특히 2.2 mm 이하의 세립에서 가장 높은 14.5%의 결과를 보여 맥주보리용 원료로서 단백질 함량이 높다고 판단되며, 특히 2.2 mm 이하의 세립은 양조로 사용될 때 맥주 품질 저하의 기준이 될 수 있다고 생각된다.

총전분 함량은 맥아 크기 클수록 높은 경향을 보였고, 2.5 mm, 2.8 mm, 3.1 mm 이상의 시료에서 유의적 차이는 보이지 않았다. 하지만, 2.2 mm 이상 및 이하의 시료에서는 총전분 함량이 낮았으며, 통계적인 차이도 나타났다. 전분은 보리의 주요 구성성분(51%-77%)으로서 발효를 위한 당으로 가수분해 된다. 따라서 맥주 품질을 결정하는 가장 중요한 것 중에 하나이다(Gupta et al., 2010). 전분은 제맥 공정동안 분해되기 시작하고, 소실이 일어난다(Wenwen et al., 2019). 따라서 전분함량이 상대적으로 낮은 2.2 mm 이상 및 이하의 시료보다, 2.5, 2.8, 3.1 mm 이상의 정립이 양호한 맥주 품질의 원료로서 적합할 것이라 판단된다.

$\alpha$ -Amylase activities는 종자 크기가 작을수록 높은 결과를 보였으며, 2.2 mm 이하와 이상에서 가장 높았으며, 각각의 시료에서 유의적인 차이를 보였다. 3.1 mm 이상과 2.8 mm 이상에서 가장 낮은 효소활성 결과를 보였지만 두 가지 시료에서 유의적인 차이는 없었다. 효소활성은 양조에 있어서 아주 중요한 요인 중 하나이며, 제맥 공정에서 전분의 분해를 야기하며, 담금 공정에서 알코올생성을 위한 당을 생성하게 한다(Yu et al., 2020).

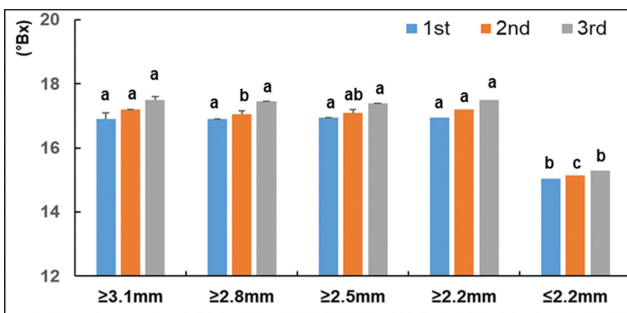
Kim & Kang (2002)은 맥주보리의 높은 단백질 함량이 일반적으로 맥아의 높은 가용성 단백질과 관계하여 맥아의 효소활성을 촉진시켜 효소역가를 증가시킨다고 하였고, 단백질 함량이 높은 맥아의 효소활성이 높은 결과를 보였는

데, 본 연구에서도 일치하는 결과를 보였다. 한편,  $\alpha$ -amylase는 전분의  $\alpha$ -1,4 결합을 무작위로 가수분해 시키는 효소로, 보리 원맥에는 거의 존재하지 않으나 곡립이 발아할 때 충분히 합성되어진다(Muralikrishna & Nirmala, 2005). 효소 활성은 단백질 함량이외에도 보리 품종에 따라 차이가 나며, 높은 효소활성이 요구되는 엇기름의 경우 초엽 신장도를 더 길게 키운다고 하였다(Cho, 1990; Ryu et al., 2008). 본 연구에서 3.1 mm 이상의 종자의 경우 다른 크기의 시료에 비해 신장도가 가장 낮아 제맥 조건 등을 조절하여 효소활성을 더 높일 수 있다고 판단되며, 높은 효소 활성이 요구되는 맥아 생산의 경우에는 이에 대한 추가 연구가 필요하다.

**당화액 가용성 고형분 함량**

맥주보리 “호품”의 선별체 크기별로 분류하여 가공한 맥아의 당화액을 제조하고, 가용성 고형분을 측정된 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 가용성 고형분은 각 3단계 온도(65, 72, 78°C)에서 당화시킨 후 3번씩 측정되었고, 3번째 측정된 것이 최종 당도(°BX)이다. 가용성 고형분의 경우 2.2 mm 이하의 맥아의 경우 15.1-15.3°BX로 당도 변화가 거의 없었고, 다른 크기의 맥아 시료에 의해 모두 통계적으로 낮은 결과를 나타내었다. 2.2 mm 이하 맥아 시료를 제외하고는 최초 측정 시 16.9°BX 범위를 나타내었으며, 최종 측정시 17.4-17.5°BX 결과를 보여 증가하였고, 각 시료별 차이는 없었다.

맥주보리는 제맥 공정을 통해 전분 분해가 일어나고, 가수분해 효소가 활성화 되는데, 이것이 담금 공정인 전분 분해 과정에서 전분이 양조를 위한 환원당이 생성된다(Fangel et al., 2018). 따라서 전분 가수분해효소인  $\alpha$ -amylase activities는 가장 높았지만 총 전분의 함량이 가장 낮았던 2.2 mm 이하의 맥주보리 당화액의 가용성 고형분



**Fig. 4.** Soluble solid content of malts classified based on the size of the sorting body. \*Measurements were made three times. The first was 1 h from 65°C, the second was 1 h after raising the temperature to 72°C, and the third was 10 min after the final saccharification temperature of 78°C. All values indicate the mean of three replications. Each error bar, standard deviations, is shown on the graph. a-c Different letters indicate significant differences (p<0.05).

함량이 유의하게 낮았으며, 낮은 총 전분 함량은 당화액의 당도에 영향을 미쳤다고 판단된다.

**요 약**

본 연구는 맥주 양조용으로 국내에서 상업적으로 재배 및 이용되는 맥주 보리 “호품”을 선별체 크기로 나누어 비율을 조사하고, 이를 크기별로 분류하여 파일럿 규모의 제맥을 통해 생산된 맥아의 품질을 분석하였다.

맥주보리 40 kg 포대별로 3.1 mm 이상, 2.8 mm 이상, 2.5 mm 이상, 2.2 mm 이상, 2.2 mm 이하 및 이물로 나누어서 시료 종류를 분류한 결과 2.5, 2.8, 3.1 mm 이상 정립률이 90%를, 2.2 mm 이상은 6%, 세립인 2.2 mm 이하는 1%, 이물은 2% 함량을 나타내었다. 수율은 정립의 경우 86% 이상의 수율을 보였다. 조단백질 함량은 정립에서 11.0-11.7%의 범위를 보였고, 2.2 mm 이상 및 이하의 시료에서 12% 이상으로 높은 단백질 함량을 나타내었다. 효소 활성은 단백질 함량이 높을수록 높은 결과를 보였고, 총 전분 함량의 경우, 정립에서 유의적으로 높은 전분 함량을 나타내었다. 당화액의 가용성 고형분 측정결과 2.2 mm 이하를 제외하고는 유의적인 차이가 없어 양호한 품질 결과를 보였다. 따라서 국내 생산된 “호품” 맥주보리 원맥은 정립률이 90%로 양호한 것으로 나타났으며, 품질이 향상된 맥아 생산을 위해 호품 보리를 활용 시 2.2 mm 이하는 제거하고, 2.5, 2.8 3.1 mm 이상인 정립을 맥아가공 및 양조에 이용하는 것이 바람직하다고 생각된다.

**감사의 글**

본 연구는 농촌진흥청 국립식량과학원 농업과학기술사업 (과제번호 PJ015057022022)의 지원에 의해 이루어진 것이며 이에 감사드립니다.

**References**

AACC. 2000. Approved methods of the AACC. 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.  
 Celus I, Brijis K, Delcour JA. 2006. The effects of malting and mashing on barley protein extractability. *J. Cereal Sci.* 44: 203-211.  
 Cho SH. 1990. A study on the production of malt and sikhye. *Korean J. Food Sci. Technol.* 6: 77-83.  
 Fangel JU, Eiken J, Sierksma A, Schols HA, Willats WGT, Harholt J. 2018. Tracking polysaccharides through the brewing process. *Carbohydr. Polym.* 196: 465-473.  
 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. Food Saf.* 9: 318-328.  
 Jung C, Park C, Yeo S, Jo H, Noh B. 2015. *Brewing Science.*

- Kwangmoonkag.co., Paju, Korea. pp. 101-107.
- Kim G. 2020. History of Korean brewing industry. *Food Science and Industry*, 53: 225-234.
- Kim KB, Kang KH. 2002. Effect of high-protein Korean malting barley on malt quality. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 407-412.
- Kok YJ, Ye L, Muller J, Ow DSW, Bi X. 2019. Brewing with malted barley or raw barley: What makes the difference in the processes? *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 103: 1059-1067.
- MEBAK. 2013. Wort Beer Beer-based Beverages: collection of brewing analysis methods of the Mitteleuropäische Brautechnische Analysenkommission. Mitteleuropäische Brautechnische Analysenkommission, Freising-Weihenstephan, Germany.
- Muralikrishna G, Nirmala M. 2005. Cereal  $\alpha$ -amylase-an overview. *Carbohydr. Polym.* 60: 163-173.
- Ogushi K, Lim P, Barr AR, Takahashi S, Asakura T, Ito K. 2002. Japanese barley meets australia: quality performance of malting barley grown in different countries. *J. Inst. Brew.* 108: 303-309.
- Park J, Lee SK, Choi I, Choi HS, Kim N, Shin DS, Oh SK. 2019. Quality characteristics of rice wort and rice beer by rice processing. *Food Eng. Prog.* 23: 290-296.
- Park J, Park H, Choi H, Sim E, Kim H, Oh S. 2021. Characteristics of Pilot Scale Malting and Beer Quality for Domestic Malt Commercialization. *Proceedings of 2021 Conference on Digital Innovation of Agricultural Production Technologies*. April 15, Korean Society Of Crop Science (Online), p. 24.
- RDA. 2012. Standard for Research and Analysis of Agricultural Science and Technology. Rural Development Administration. Suwon. Korea, pp. 362-364.
- Ryu BM, Kim JS, Kim MJ, Lee YD. 2008. Comparison of the quality characteristics of sikhye made with N<sub>2</sub>-circulated low-temperature dry malt and commercial malts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 40: 311-315.
- TASIS. 2020. Liquor tax return by type of liquor and by region. Internet: <https://tasis.nts.go.kr/websquare/websquare.html?w2xPath=/cm/index.xml>. (Accessed 24 November 2020).
- Wenwen Y, Tao K, Gidley MJ, Fox GP, Gilbert RG. 2019. Molecular brewing: Molecular structural effects involved in barley malting and mashing. *Carbohydr. Polym.* 206: 583-592.
- Yu WW, Zhai HL, Xia GB, Tao KY, Li C, Yang XQ, Li LH. 2020. Starch fine molecular structures as a significant controller of the malting, mashing, and fermentation performance during beer production. *Trends Food Sci Technol.* 105: 296-307.

### Author information

박지영: 농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부  
 박혜영: 농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부  
 김홍식: 농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부  
 정현정: 전남대학교 생활과학대학  
 오세관: 농촌진흥청 국립식량과학원