

## 쌀 adjunct를 첨가한 맥주의 품질 특성

현성기 · 권영안<sup>1</sup> · 이승주\*

동국대학교 식품공학과, <sup>1</sup>우석대학교 외식산업조리학과

### Quality Characteristics of Brewed Beer with Rice Adjunct

Sung Ki Hyeun, Young An Kwon<sup>1</sup>, and Seung Ju Lee\*

Department of Food Science and Technology, Dongguk University-Seoul

<sup>1</sup>Department of Food Science and Culinary Art, WooSuk University

#### Abstract

The effects of rice adjunct on the quality attributes of beer were investigated. The results showed that the sweetness, reducing sugar content, and viscosity of beer were decreased while the pH was increased by the effect of rice content. This meant that the saccharification was not completed by the relatively reducing content of enzyme in malt, but it was recovered by the addition of  $\alpha$ -amylase. The results showed that the additional  $\alpha$ -amylase compensated for the reducing saccharification enzyme when the rice powder was added as adjunct. The alcohol content and the bubble stability in the beer were decreased while the bitterness and the yellowness were increased with increasing content of the rice powder. The turbidity of the beer also seemed to be increased with the rice content. Therefore, when the rice adjunct was added in beer brewing, the malt showed undesirable quality characteristics by decreasing saccharification enzyme but it could be improved by the addition of  $\alpha$ -amylase.

**Key words:** quality characteristics, beer, rice adjunct, amylase

#### 서 론

경제적 발전과 국민 생활수준의 향상, 국민소득의 증가, 식생활 패턴의 변화로 쌀 소비가 급격히 감소하면서 쌀 재고는 국가의 큰 문제점으로 대두되고 있다(Ann, 1998).

젊은 층의 서구화로 인해 전통주나 소주에 비해 맥주의 소비가 증가하는 추세이고 다양한 개성과 취향에 맞추기 위해 기존의 전통적인 맥주에 기능성과 기호성을 부가한 맥주의 개발이 늘어나고 있다. 이러한 예로 구기자 맥주의 연구를 볼 수 있다(Kang et al., 2003). 이러한 추세에 따라서, 순수한 보리만을 사용한 맥주가 아닌 다른 부산물을 첨가하여 기능성과 기호성을 높인 맥주의 연구가 활발히 진행되고는 있으나, 보고된 연구 결과는 드물다. 더욱이 맥주의 부원료로 쌀을 소비한다면 쌀 재고의 문제점 해결과 맥주의 다양성을 증대하는 효과를 함께 볼 수 있을 것으로 기대된다(Lee & Park, 1995; Park et al., 2004).

종전에는 맥주의 부원료로써 쌀 전분, 옥수수 전분이나 감자 전분을 첨가하여 제조하였다. 그 밖에 다른 부원료로 사탕수수, 호밀, 귀리, 야생 쌀이 사용되고 있으며 양조용 당류(갈색당, 캐러멜, 벌꿀, 젓당, 단풍시럽, 당밀, 종려당, 과일 등)를 첨가하여 독특한 향과 색, 맛을 가지는 맥주가 제조되고 있다(Jeong et al., 2000; Kang et al., 2003). 사탕수수를 부원료로 한 맥주의 연구를 보면 여러 종류의 사탕수수의 함량을 조절하여 적합한 배합 비율을 찾아내고 사탕수수를 부원료로 한 맥주를 제조하였다(Ratnavathi et al., 2000). 또한 부원료로써 40%이하의 쌀을 사용하여 맥주를 연구하여 제조하는 공정이 있으나(Lee et al., 1995), 쌀을 50% 이상 첨가한 제품은 보고되지 않은 것으로 알려져 있다. 50% 이상의 쌀을 첨가한 맥주는 맥아 100%의 맥주보다 공정 중에 당화에 어려움을 겪고 있다(Lee et al., 1998). Lee et al.(1998)의 쌀 당화액 최적화에 관한 연구에서 이를 보완하기 위해 맥주 뿐만 아니라 다른 식품의 쌀 당화에서 다양한 당화효소를 첨가하거나 당화조건에 변화를 주는 것으로 보고되고 있다.

본 연구에서는 쌀을 첨가한 맥주를 제조할 때, 맥주의 맛과 질 등을 좌우하는 맥즙을 제조하는 과정 중에 기본이 되는 당화를 실험하였다. 맥주 제조과정 중 당화는 당화 정도에 따라서 당도가 결정이 되고 당도는 알코올 함량에

\*Corresponding author: Seung Ju Lee, Department of Food Science and Technology, Dongguk University, Seoul, 100-715, Korea  
Tel: +82-2-2260-3372; Fax: +82-2-2260-3372  
E-mail: Lseungju@dongguk.edu  
Received March 27, 2012; revised April 17, 2012; accepted April 20, 2012

영향을 미치게 된다. 맥아의 당화는 맥아에 함유되어 있는 당화효소의 작용으로 당화에 크게 걸림돌이 되지 않지만 쌀을 부원료로 첨가함으로써 당화에 영향을 미치게 된다. 쌀은 겨층을 도정하여 제거한 가공품이라고 볼 수 있다. 겨층에 당화효소가 함유되어 있는 쌀은 겨층을 제거함으로써 당화효소가 없어지게 되고 도정된 쌀 자체만으로는 당화를 할 수 없게 된다. 따라서 본 연구에서는 첨가하는 쌀의 함량에 따라 달라지는 맥주의 특성을 연구하여 당화의 최적화를 찾아내고, 이를 맥주 제조공정에 반영하고자 하였다.

**재료 및 방법**

**재 료**

맥주 양조에 사용한 쌀가루(Nam-Yang Agricultural Cooperative, Bu-ye, Korea)는 200 mesh 쌀 분말 제품을 사용하였으며, 맥아가루(Pilsner종)와 hop(Nugget, saaz, Winekitkorea, Chungnam, Korea)를 사용하였다. Beer yeast(Saflager W34/70)는 비전바이오캡(Bisionbiocam, Sungnam, Korea)에서 구매하여 사용하였다.

**맥주 양조**

250 mL 삼각플라스크에 물 70 mL와 200 mesh 쌀가루를 각각 5.2 g, 6.5 g, 7.8 g, 9.1 g을 넣고 잘 섞어준 후에 70°C로 설정되어 있는 shaking water bath에 넣고 120 rpm으로 20분간 호화시켰다. 맥아의 효소 불활성화를 방지하기 위하여 70°C를 유지하고 있는 shaking water bath의 온도를 50°C로 낮춘 후에 맥아를 첨가하였다. 쌀가루 5.2 g의 호화액(물 70 mL)이 담긴 삼각플라스크에 맥아가루 7.8 g을 첨가하여 총 고형분량이 13 g인 쌀 함량 40% 맥아즙을 만들었다. 같은 방법으로 쌀 함량 50%, 60%, 70%의 맥아즙을 제조하였다. 또한 대조구로서 맥아가루 13 g과 물 70 mL의 맥아즙을 준비하였다.

상기 제조된 맥아즙이 담긴 삼각플라스크를 shaking water bath에서 50°C, 15분간 유지하였다. 이는 맥아의 전분, 텍스트린, 소당류 등이 용출되어 가수분해효소가 잘 작용할 수 있는 당화에 적합한 환경을 만들어 주기 위함이다. 계속해서 shaking water bath의 온도를 62°C로 승온시킨 후 90분간 지속하여 실질적인 당화과정을 거쳤다. 이 모든 과정이 끝나면 삼각플라스크가 담겨있는 shaking water bath의 온도를 75°C까지 승온하여 맥아 자체에 있는 효소를 불활성화시켜서 계속적으로 당화가 이루어지지 않도록 하였다.

여과를 거친 당화액을 100°C에서 15분간 끓인 후 bitter hop를 넣고, 계속해서 70분간 끓인 후 aroma hop를 넣고 상온에서 냉각하였다. 효모와 함께 소형 맥주 발효기에서 25°C에서 7일간 발효하였다. 2°C에서 3일간 추가적으로 발효를 하여 맥주를 제조하였다(Fig. 1).

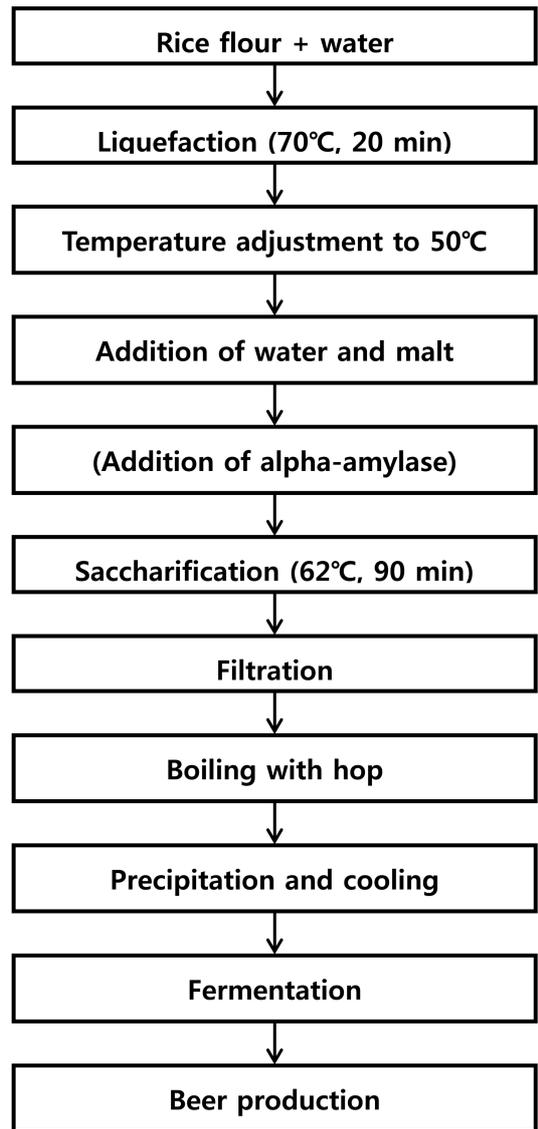


Fig. 1. Flow diagram for brewing beer.

**당도 및 환원당**

여과를 거친 당화액을 20°C로 일정하게 유지시켜서 당도계(Master-M, Atago, Tokyo, Japan)로 당도를 측정하였다. 환원당 측정은 여과를 거친 당화액 1mL를 10 배 희석된 DNS 용액 3 mL에 혼합하여 5분간 100°C에서 가열하였다. 가열된 시료의 온도를 상온(25°C)까지 낮추어 UV/VIS spectrophotometer(Optizen 2120, Mecasys, Seoul, Korea)를 이용하여 흡광도를 측정하였다.

**pH**

여과를 거친 당화액의 온도를 25°C로 유지시킨 후에 pH meter(SevenMulti pH, Mettler Toledo, Switzerland)를 이용하여 pH를 측정하였다

**점도**

여과를 거친 당화액의 점도를 향한 수조에 설치된 모세관 점도계(Ostwald type model 70, Nexus Technology, Seoul, Korea)를 사용해서 25°C에서 측정하였다.

**알코올 함량**

맥주의 밀도는 부피에 대한 무게로 측정하였다. 밀도로 부터 아래와 같은 식(1, 2)에 의하여 알코올 함량(v/v)을 산출하였다.

$$\rho_{mixture} = \frac{\rho_{water} V_{water} - \rho_{EtOH} V_{EtOH}}{V_{mixture}} \quad (1)$$

$$\frac{V_{EtOH}}{V_{total}} = \frac{\rho_{mixture} - \rho_{water}}{\rho_{EtOH} - \rho_{water}} \quad (2)$$

**거품 안정성**

하부에 cock이 있는 유리 칼럼(높이; 250 mm, 직경; 50 mm)을 사용하였다. 시료 50 mL를 붓고 30 초 후에 거품 이외의 하층액을 cock을 열어 제거한 후 cock을 다시 막았다. 그 후 230초간 거품이 깨지는 시간을 허용하여 깨진 거품 양(b)과 남은 거품 양(c)을 측정하여 다음과 같은 식(3)으로 거품 안정성(sigma, Σ)을 산출하였다(Ratnavathi et al., 2000).

$$\Sigma = \frac{230}{2.303 \log \left[ \frac{(b+c)}{c} \right]} \quad (3)$$

**쓴맛**

맥주를 거품의 손실이 없도록 가스를 제거하여 20°C로 조절하고 10 mL를 원심관에 취한 후 6 N 염산 0.5 mL, 이소옥탄 20 mL를 가하여 밀봉한 다음 진탕기를 250 rpm에서 15분간 흔들었다. 3000 rpm에서 3분간 원심분리 후 이소옥탄 층을 10 mm 셀에 취해 순수한 이소옥탄을 대조로 275 nm에서 흡광도 A를 측정하였다(AACC, 2000).

$$\text{Bitterness} = \sigma_0 \times A \quad (4)$$

**색도**

맥주 1 mL를 vial에 넣고 특수하게 제작된 holder에 삽입하고 일정한 환경조건 하에서 색도계(CR-300, Minolta, Seoul, Korea)를 사용하여 측정하였다. 먼저 관능적으로 관찰한 결과 밝기와 노란색의 차이를 보이는 것으로 나타나 L(lightness)과 b(yellowness)의 값을 측정하여 정량적으로 나타내었다.

**결과 및 고찰**

**당화도에 대한 쌀 첨가량의 효과**

쌀의 함량이 증가할수록 pH는 증가하였다(Fig. 2(a)). 이는 당화가 많이 될수록 pH는 낮아진다고 알려진 바 있어(Kim et al., 1999), 쌀의 함량이 증가할수록 당화도는 떨어 짐을 나타낸다. 쌀의 첨가량 증가에 의하여 맥아의 양이 상대적으로 줄어들므로써 맥아에 내재된 당화효소의 양이 작아지기 때문이며 기존에 발표된 연구 결과와 일치한다(Lee et al., 1995; Jeong et al., 2000; Ratnavathi et al., 2000).

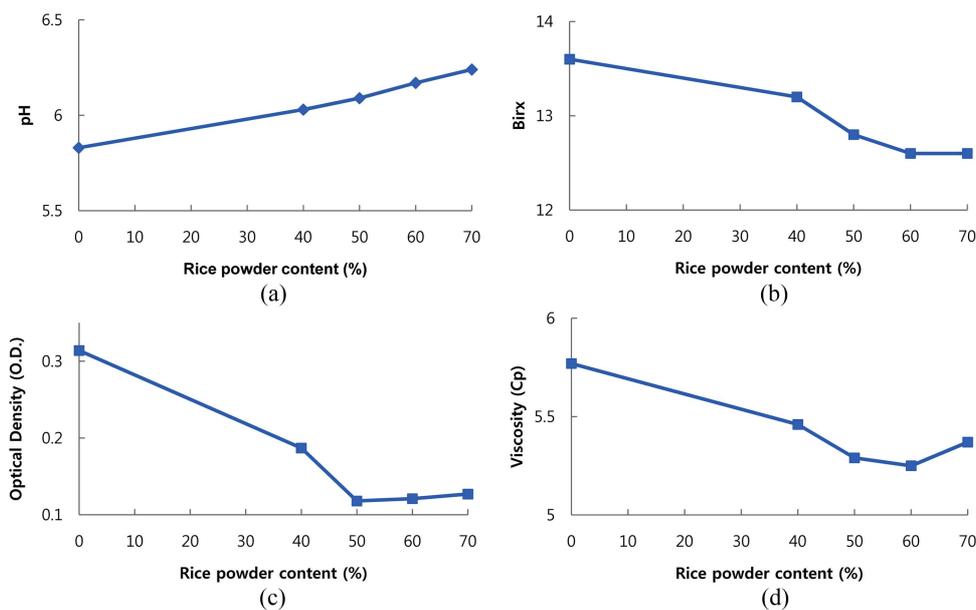


Fig. 2. The changes of wort with rice powder: (a) pH, (b) Brix, (c) absorbance, (d) viscosity.

쌀의 함량이 증가할수록 Brix는 감소하였는데(Fig. 2(b)), Brix 역시 당화 정도를 나타내는 척도로서 쌀 함량이 증가할수록 당화도가 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 pH와 당화도에 대한 실험 결과와 일치하는 것을 알 수 있다.

흡광도(환원당의 양)는 감소하였으나 50% 이상의 쌀 첨가량에 대해서는 비슷한 흡광도 값을 보여주었다(Fig. 2(c)). 이는 DNS법의 흡광도가 당이 많이 생성될수록 커지므로(Choi & Sohn, 1997), 역시 쌀의 함량이 증가할수록 당화 정도가 떨어짐을 보여주었으나, pH나 Brix의 변화가 보여주는 당화되는 정도에 대한 정확성은 떨어지는 것으로 보인다. 그럼에도 불구하고 pH, Brix, 흡광도에 대한 실험 결과들은 첨가되는 쌀의 함량이 많을수록 당화효소의 양이 상대적으로 줄어들어 따라 당화도가 떨어짐을 공통적으로 보여준다.

점도는 감소(Fig. 2(d))하였다. 점도는 쌀의 함량에 따른 추세가 명확하지 않았으나 쌀 함량이 증가할수록 낮아지는 것으로 나타났다. 점도는 가용성 고형분이 증가할수록 증가한다. 이에 따라 쌀 함량이 높은 조건에서 만들어진 당화 액에는 가용성 고형분이 적은 것으로 볼 수 있다. 즉, 전분으로부터 당화된 가용성 물질이 적다고 해석된다.

**발효에 대한 쌀 첨가량의 효과**

당화력의 차이에서 본 바와 같이 쌀 함량이, 즉 쌀의 첨가량이 증가할수록 알코올 함량은 낮아지며, bitterness는 증가하는 경향을 보였으며, sigma 값(거품안정성)은 감소하고, 노란색(Hunter's b value)은 증가하는 경향을 보였다(Fig. 3).

쌀의 첨가량이 증가할수록 당화도는 낮아지므로, 발효에

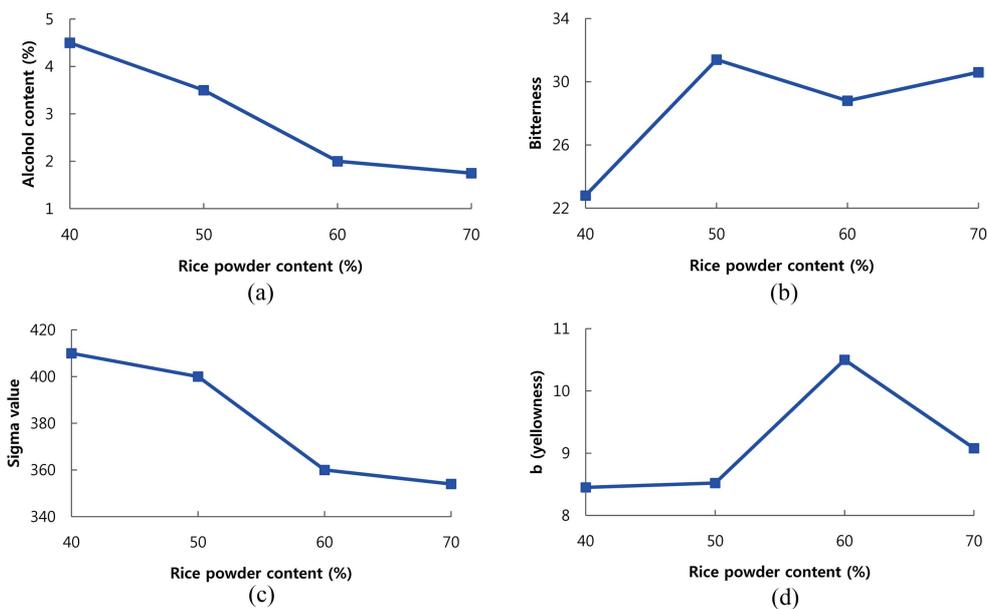
사용될 가용성 당의 양이 작아져서 결국 발효 산물인 알코올 함량이 낮아진 것으로 분석된다. 거품안정성이 낮아진 것은 쌀은 보리에 비하여 상대적으로 거품형성에 중요한 성분인 단백질 함량이 낮아서 거품 안정성이 낮아진 것으로 보인다. 그러나 bitterness와 외관(노란색)은 소비자의 취향에 따라 다르므로 품질 요소의 경향을 판단하기는 주관적이라 볼 수 있다. 한편 맥주는 산미, 고미, 감미, 기타 맛들이 잘 조화되어야 한다고 알려져 있다.

또한 눈으로 관찰한 결과 쌀을 첨가한 맥주는 검은 녹색 빛이 돌았으며 이는 쌀을 많이 첨가할수록 강해지는 것을 확인하였다. 쌀 첨가량이 증가할수록 혼탁한 느낌이 강하였다.

**아밀라아제 첨가의 효과**

쌀을 첨가한 맥아즙의 당화능력을 향상시키기 위하여 효소( $\alpha$ -amylase)를 일정하게 0.013 g을 첨가하였다. 효소 첨가를 함에 따라서 무 첨가에 비하여 pH, Brix, 흡광도, 점도 모두 큰 값을 보여주어 증가하는 경향을 보였다(Fig. 4). 그러나 쌀 첨가량에 따른 변화 양상은 무 첨가의 경우와 동일하였다. 이는 식혜의 당화과정 중 성분 변화나 연료용 알코올을 생산을 위한 타피오카 전분의 액화 및 당화에서의 경향과 일치함을 보여준다(Kim et al., 1984; Kim & Park, 1995).

pH의 경우 효소 첨가에 의하여 당화가 더 잘 되었을 것으로 예상하여 이에 따라 pH가 낮아질 것으로 예상하였다. 이는 압출조리를 이용한 쌀 이유식 제조에서 아밀라아제를 첨가했을 때 물성변화에서 pH가 낮아졌기 때문이다(Lee et al., 1994). 그러나 pH가 더 높아진 것은 효소와 함께 투여된 buffer용액의 효과로 추측된다. 즉, 본 실험에서는 약



**Fig. 3. The changes of beer with rice powder: (a) alcohol content, (b) bitterness, (c) sigma value, (d) yellowness in color.**

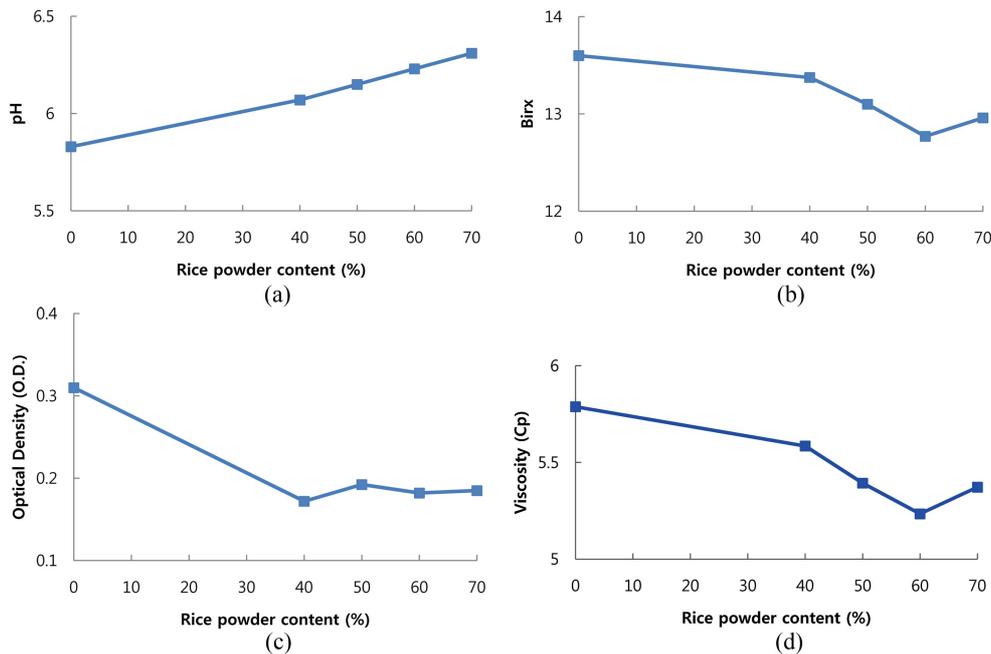


Fig. 4. Effect of amylose addition on (a) pH, (b) Brix, (c) absorbance, and (d) viscosity of wort.

90 분 당화시킨 것으로 당화로 인한 pH 값 감소보다 buffer의 pH에 더 많은 영향을 받아 오히려 pH가 높았다. 따라서 당화시간을 연장한다면 효소에 의한 당화로 buffer의 효과가 배제될 것으로 추측된다.

그러나 Brix, 흡광도, 점도의 결과는 모두 효소 첨가에 의하여 당화가 더 촉진되었음을 뒷받침한다. 다만 쌀 첨가량이 70%인 경우 Brix와 점도 변화량에서 40-60% 첨가량에 비하여 수치가 증가하는 경향을 보여주었다. 이는 본 실험에서 사용한 아밀라제의 첨가량이 쌀 첨가량으로 인해 줄어든 맥아가 가지고 있던 전분 분해효소의 양에 미치지 못했기 때문으로 생각된다. 따라서 이를 검증하기 위한 추가적인 실험이 진행되었으며 그 결과가 본 학회지에 발표될 예정이다.

## 요 약

본 연구는 쌀을 다량 첨가하여 양조한 맥주의 품질을 조사하고 쌀의 첨가 시 당화도가 떨어지는 것을 보완하기 위하여 아밀라아제를 첨가하여 품질의 변화를 분석하였다. 품질 평가를 위하여 당화액인 wort의 당도, 환원당, pH, 점도의 변화를 측정하였고, 최종 제품인 맥주의 알코올 함량, 거품안정성, 쓴맛, 색도의 변화를 측정하였다. 실험에는 쌀을 200 mesh의 쌀가루를 맥아와 쌀가루의 총량에 대하여 0, 40, 50, 60, 70%를 첨가하였다. 실험결과 쌀 함량이 증가함에 따라 wort의 당도, 환원당 및 점도는 감소하였고, pH는 증가하여 당화력이 떨어졌다. 그러나 아밀라아제 첨

가에 의하여 당화력이 다시 회복되었다. 쌀 함량 증가에 따라 맥주의 알코올 함량 및 거품안정성은 감소하였고, 쓴맛과 노란색이 증가하였다. 또한 쌀 첨가량이 증가할수록 혼탁한 느낌이 강하였다.

## 참고문헌

- AACC. 2000. Approved methods of the AACC. 10<sup>th</sup> ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- Ann YG. 1998. Sugars in Korean and Japanese beer - 2. enzymatic analysis -. Korean J. Food Nutr. 11(2): 150-158.
- Choi JS, Sohn KH. 1997. Physicochemical properties of modified rice powder for rice-based infant foods - Thermal-enzymatic treatment on rice powder. Korean J. Dietary Culture 12(4): 375-382.
- Jeong YJ, Seo JH, Yoon SR, Lee JM, Lee OK, Bang KW. 2000. Liquefaction and saccharification condition of potatoes for alcohol fermentation using potatoes. Korean J. Post-Harvest Sci. Technol. 7(1): 94-98.
- Kang MH, Choi CS, Chung HK. 2003. Physical properties and antioxidant activities of *Lycii fructus* beer. Korean J. Food Culture 18(6): 569-574.
- Kim BS, Lee TS, Lee MW. 1984. Changes of component in Sikhei during saccharification. Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng. 12(2): 125-129.
- Kim KH, Park SH. 1995. Liquefaction and saccharification of tapioca starch for fuel ethanol production. Korean J. Biotechnol. Bioeng. 10(3): 304-316.
- Lee GG, Kim JY, Lee CH. 1994. Studies on the effects of amylose addition to rice extrusion on the rheological properties of

- the extrudate for weaning food base. Korean J. Food Sci. Technol. 26(6): 670-678.
- Lee JW, Cho MK, Chung KM. 1995. Quality characteristics of Korean rice as brewing adjunct. Korean J. Food Sci. Technol. 27(4): 516-519.
- Lee JY, Mook CG, Park JH, Jang HK, Goo DJ. 1998. Optimal preparation of saccharified rice solution for *Bifidobacterium* fermentation. Agri. Chem. Biotechnol. 41(7): 527-532.
- Lee SA, Park HD. 1995. Effect of ground rice particle size on the brewing of uncooked rice Tackju. Korean J. Post-Harvest Sci. Technol. Agri. Products 2(2): 269-276.
- Park JH, Bae SM, Yook C, Kim JS. 2004. Fermentation characteristics of Takju prepared with old rice. Korean J. Food Sci. Technol. 36(4): 609-615.
- Ratnavathi CV, Bala Ravi S, Subramanian V, Rao NS. 2000. A study on the suitability of unmalted sorghum as a brewing adjunct. J. Institute Brewing 106(6): 383-387.