

발 간 등 록 번 호

11-1543000-001017-01

신개념 지역특산 국산일반보리  
프리미엄 맥주를 위한 제조기술 개발

(Development of brewing technology for specialty  
premium beer using domestic regional six-row barley)

동 국 대 학 교

농 립 축 산 식 품 부

# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “신개념 지역특산 국산일반보리 프리미엄 맥주를 위한 제조기술 개발” 과제의 보고서로 제출합니다.

2015년 9월 18일

주관연구기관명 : 동 국 대 학 교  
주관연구책임자 : 이 승 주  
세부연구책임자 : 홍 광 원  
연 구 원 : 김 왕 준  
연 구 원 : 김 혜 진  
연 구 원 : 안 현 우  
연 구 원 : 홍 주 희

협동연구기관명 : 우 석 대 학 교  
협동연구책임자 : 권 영 안

참 여 기 업 명 : BNC KOREA  
참여기업책임자 : 이 용 선

# 요 약 문

## I. 제 목

신개념 지역특산 국산일반보리 프리미엄 맥주를 위한 제조기술 개발

## II. 연구 성과 목표 대비 실적

### 1. 정량적 성과

(단위 : 건수)

| 구분 |    | 특허 |    | 활용목표 |     |      | 논문  |      | 기타   |
|----|----|----|----|------|-----|------|-----|------|--|
|    |    | 출원 | 등록 | 기술이전 | 상품화 | 언론홍보 | SCI | 비SCI |  |
| 계  | 목표 | 4  |    | 1    | 1   | 1    | 3   | 3    |  |
|    | 달성 | 4  |    | 1    | 1   | 1    | 4   | 2    | - SCI 4편: 1편 출판,<br>2편 accepted, 1편 minor revision<br>- 비SCI 2편: 2편 출판 |

### 2. 정성적 성과

| 구분       | 연도                | 세부연구개발 목표           | 가중치 | 달성도  | 정성적의 착안점 및 기준                             |
|----------|-------------------|---------------------|-----|------|---|
| 최종<br>평가 | 2012<br>~<br>2015 | 국산일반보리 맥아 제조 신기술 개발 | 30% | 100% | - 6조맥 맥아제조 기술 개발 여부                       |
|          |                   | 국산일반보리 당화기술 개발      | 30% | 100% | - 6조맥 및 부원료 당화 기술 개발 여부                   |
|          |                   | 국산일반보리 맥주제조기술 개발    | 30% | 100% | - 6조맥 및 부원료가 첨가된 맥주의 발효기술 개발 및 숙성기간 단축 여부 |
|          |                   | 프리미엄맥주 품질관리기술 개발    | 10% | 100% | - 6조맥 및 부원료가 첨가된 맥주의 품질관리기술 개발 여부         |

### Ⅲ. 연구개발의 목적 및 필요성

국내 맥주 생산량이 매년 증가함에 따라 외국산 맥주보리 원맥 및 맥아의 수입도 점차 증가하는 추세에 있는 반면, 국내보리의 자급률은 해마다 감소하고 있다. 국산 일반보리 6조맥을 맥주제조에 사용할 수 있는 기술력의 확보를 통하여 국내 일반보리의 소비를 촉진시키고 국내 농산물을 부원료로 활용하여 고품질의 차별화된 지역특화 맥주시장의 활성화에 기여하고자 한다.

국산보리로 만든 맥주산업이 발전한다는 것은 우리농산물 생산이 활성화되고 곧 농업과 농촌이 활성화되며 지역 경제가 발전한다는 것을 의미한다. 보리를 포함하여 부원료의 사용을 국산 농산물로 연계하여 계약재배, 맥주용 원료 생산, 지역맥주 공동클러스터 조성 등을 통해 맥주산업의 기반을 다지면 지역경제의 활성화에 일익을 담당할 뿐만 아니라 국내 농업과 농촌이 동반성장하는 계기가 될 것이다. 본 연구를 통하여 국내 보리농업의 자생력 강화와 제조업 활성화를 통한 일자리 창출 및 지역 경제 활성화에 기여할 것이다.

### Ⅳ. 연구개발 내용 및 범위

#### 1. 국산일반보리(6조맥) 프리미엄맥주 제조의 적성 분석

- 1) 보리 품종별 제맥 적성 분석
- 2) 보리 품종별 맥즙 적성 분석
- 3) 보리 품종별 맥주 발효 적성 분석

#### 2. 국산일반보리 프리미엄맥주 제조에 신기술 적용

- 1) 맥아 제조에 신기술 적용
- 2) 맥즙 제조에 신기술 적용
- 3) 맥주 발효에 신기술 적용

#### 3. 부원료(adjunct)를 사용한 국산일반보리 프리미엄맥주 제조

- 1) 신기술을 적용한 맥아 제조; 부가적으로 맛의 향상을 위한 kiln 건조 공정 개발
- 2) 신기술을 적용한 맥즙 제조
- 3) 맥주 제조; 품질관리기술 개발

## V. 연구개발결과

### 1. 국산일반보리(6조맥) 프리미엄맥주 제조의 적성 분석(1차년도)

#### 가. 보리 품종별 제맥 적성 분석

국산일반보리로 맥주를 제조하기 위해서 맥종 선정을 하였다. 맥종은 전라북도 익산시 소재 농촌진흥청 산하 국립식량과학원 벼맥류부의 협조를 받아, 국산일반보리(6조맥) 중 쌀보리인 자수정 보리, 흰찰쌀 보리와 겉보리인 다향 보리, 삼광찰 보리의 총 4종 선발하였으며, 대조군으로 국산맥주보리(2조맥 맥주보리)인 진양 보리를 선발하였다. 맥아 제조의 전통적인 방법에 대하여 문헌을 통하여 자료를 수집하고 이로부터 맥아 제조의 표준조건으로 확립하였다. 침맥을 위한 맥주보리의 품질특성 중 천립중(보리알 무게), 침맥시간(수반함량 45% 도달시간) 측정하고 단백질과 수분 함량 및 발아세와 발아율로 발아력 측정 제맥을 위해 침맥한 보리를 발아상에서 발아시킨 후 제맥적성 확인을 위한 맥아수율, 신장도, 맥아뿌리 미발아율 등 제맥손실 측정, 맥아의 품질 평가를 위해 맥아 단백질 함량, 맥즙 여과시간, 맥즙 색도와 당도, 추출율 및 효소역가와 friability 측정하였다. 결과적으로 맥아 제조의 표준조건을 확립하였고 다향보리가 가장 우수하게 판명되었다.

#### 나. 보리 품종별 맥즙 적성 분석

맥아 당화의 전통적인 방법에 대하여 문헌을 통하여 자료를 수집하고 이로부터 표준조건으로 확립하였다. 맥즙의 품질평가를 위해 추출율, pH, Brix, 환원당, free amino nitrogen(FAN), total soluble nitrogen, 점도의 7가지 항목을 측정하였다. 품종별 맥즙의 여과성능분석은 같은 조건에서 여과지와 깔때기를 사용하여 여과시간 측정을 통해 여과성능 확인하였다. 맥주의 거품형성능과 밀접한 관계를 갖는 단백질 함량은 맥즙의 FAN과 total soluble nitrogen 측정을 통해 분석하였다. 그 결과 6조맥 보리 중 다향보리가 맥즙에서 가장 중요시 되는 환원당량과 FAN의 함량이 가장 높은 수치를 나타내었고 다른 분석 항목들은 비슷한 결과를 나타내었다.

#### 다. 보리 품종별 맥주 발효 적성 분석

맥즙 발효의 전통적인 방법에 대하여 문헌을 통하여 자료를 수집하고 이로부터 표준조건으로 확립하였다. 6조맥 4종과 대조군으로부터 제조된 맥즙을 사용하여 ale 맥주식 발효 적성을 분석하였다. 맥주의 비중은 1차 발효 후, 현격히 떨어졌으며 2차 발효 후에도 더 감소하여 지속적으로 알코올 생성함을 확인하였으며, 다향 보리가 다른 6조 보리에 비해 비중이 높은 것을 확인 할 수 있다. 다향보리와 대조군의 비중이 상용 맥주와 가장 유사하게 나타났다. 효모의 생육 변화의 경우, 다향 보리가 대조군에 가장 가까운 범위로 성장함을 볼 수 있었다. 발효기

간 동안의 색도 변화 중 L 값(lightness)은 발효기간에 따라 약간 감소하는 경향을 보였으며, 특히 자수정 보리로 제조된 맥즙이 어두운색을 형성하였고, a 값(redness)은 발효가 진행됨에 따라 진해지는 모습을 볼 수 있었다. 또한 13개의 관능 속성 변화를 측정된 결과, 다향보리가 대조군과 가장 유사하게 나타났다. 결론적으로 다향보리로 제조한 맥주가 가장 우수하였고 2차년도 실험에서는 다향보리로 실험을 진행하였다.

## 2. 국산일반보리 프리미엄맥주 제조에 신기술 적용(2차년도)

### 가. 맥아 제조에 신기술 적용

초음파(40 kHz)와 microwave(2450 MHz) 처리의 효과를 보기 위하여 1차년도에서 선발된 국산일반보리 6조맥 다향보리와 국산맥주보리 2조맥 2종(진양보리, 광맥보리)을 사용하였다. 광맥보리가 다른 보리에 비해 제맥 적성이 가장 우수하였으며, 품종 분류면에서는 2조맥이 6조맥에 비해 제맥 적성이 더 우수한 것으로 보인다. 맥아의 가장 중요한 기능은 당화를 위한 효소와 발효를 위한 탄수화물의 공급역할이다. 효소역가는 모든 보리에서 초음파 강도가 클수록 그리고 초음파 처리 시간이 길어질수록 크게 증가하였다. 특히 광맥보리가 다른 보리에 비하여 가장 큰 효소역가의 증가를 보였다. Microwave 처리의 경우에는 광맥보리, 진양보리, 다향보리 모두 microwave 처리 횟수가 증가함에 따라 효소역가가 증가하였다. 하지만 microwave 처리 횟수가 과다할 경우에는 세 품종 모두 효소역가 증가량이 크지 않아서 유의성을 보이지는 않았다. 따라서 초음파와 microwave의 맥아 제조에 대한 효과는 유의적으로 나타났고 본 연구 대상인 국산일반보리인 다향보리 맥아 품질 향상에 적용할 수 있음을 확인하였다.

### 나. 맥즙 제조에 신기술 적용

초음파, 효소처리, 고압을 적용하여 다향보리의 맥즙 당화를 향상시키고자 하였다. 초음파의 강도(200 W, 300 W, 400 W, 500 W), 물의 온도(45°C, 55°C, 65°C 70°C)를 조절하여. 당화된 맥즙의 추출률, Brix, 환원당, FAN 등을 분석하였다. 초음파 강도가 증가할수록 Brix, 환원당, FAN이 증가하였다. 65°C에서 더 높은 당화정도를 보였다. 액화효소( $\alpha$ -amylase), 당화효소(amyloglucosidase), 점도저하효소( $\beta$ -glucanase)를 사용하였다. 당화의 촉진과 여과공정에 필수적인 점도조건(점도 저하, 여과시간 단축)를 구현할 수 있었다. 초음파와 효소를 동시에 사용하여 당화를 최적화한 결과 최종 맥즙 제조 조건은 초음파 강도 400 watt, 조사시간 10분, 물의 온도 65°C, amyloglucosidase 50 units로 나타났다. 고압처리에 의해서도 당화 및 소화(당화의 전 과정)의 개선 효과를 볼 수 있었다. 고압의 조건에는 최적점이 존재하여 2 MPa에서 가장 높은 당화정도를 보였다.

## 다. 맥주 발효에 신기술 적용

다향보리의 맥즙 발효에 초음파를 적용하였다. 초음파 처리는 1차 발효 중 1일차부터 조사하였다. 초음파 세기(120 W, 160 W, 200 W)와 조사시간(2 h, 6 h, 12 h)을 달리하여 처리하였다. 맥주의 비중은 200 W를 제외하고 급격히 떨어지는 것을 확인하였다. 효모 생육 변화의 경우 120 W와 160 W에서 1차 발효 동안 약 2 log cells/ml로 증가하였다. 하지만 200 W의 경우에는 효모의 생육이 감소하였다. 환원당의 변화는 초음파 세기와 조사시간이 증가할수록 환원당이 더 감소하였지만, 200W의 경우에는 그 효과가 없었다. 색도(L 값, a 값, b 값)는 초음파 처리에 의하여 유의적 차이를 보이지 않았다. FAN 함량 변화를 보면 초음파 세기와 조사시간이 증가할수록 그 함량이 더 급격히 감소하는 경향을 보였다. 관능검사 결과 초음파 처리에 의하여 관능적 선호도는 증가하였다. 결론적으로 초음파 처리(최적조건: 160 W, 12 h)에 의해서 알코올 생성능이 향상되었고 관능적 선호도 또한 증가하여 긍정적인 효과를 얻을 수 있었다.

## 3. 부원료(adjunct)를 사용한 국산일반보리 프리미엄맥주 제조(3차년도)

### 가. 신기술을 적용한 맥아 제조와 맛의 향상을 위한 kiln 건조 공정 개발

맥아 제조에서 kiln(배조) 공정은 배조 시간과 온도를 변화시키면 변화량에 따라 제조되는 맥아의 색깔 및 품질을 결정할 수 있는 중요한 공정이다. Kiln 공정의 배조 시간과 온도에 따른 맥아의 품질 변화를 알아보았다. 배조에서 온도를 증가시키면 따라 맥아가 훨씬 검고 쓴맛이 강했으며, 특히 온도의 영향은 배조 전반부에 비하여 후반부에서 영향력이 크다고 나타났다. 즉, 맥아 타입으로 보면 온도가 약한 kilning으로 Wien type의 맥아를, 온도를 증가시키면 따라 Pilsner type과 Munich type의 맥아를 생산할 수 있었다. 배조 초기 시간을 감소시킨 맥아나 배조 후기 시간을 감소시킨 맥아에서는 L값의 감소, 즉 옅은 색을 가지는 맥아를 생산할 수 있었다. 특히, 색의 감소 현상은 배조 후기에 시간을 감소시킨 것에서 더 크게 나타났다. 반면에, 전체적으로 배조 시간을 증가시킨 맥아는 관능 평가에서도 알 수 있듯이 짙은 색의 훨씬 쓴 맛을 가지는 맥아를 생산할 수 있었다.

### 나. 신기술을 적용한 맥즙 제조

초음파, 효소처리를 적용하여 부원료(쌀, 옥수수, 밀, 감자)가 첨가된 다향보리의 맥즙 당화를 향상시키고자 하였다. 초음파 조사시간(10분, 20분), 물의 온도(55, 65℃)를 조절하여 당화된 맥즙의 추출률, Brix, 환원당, FAN 등을 분석하였다. 초음파 조사시간이 증가할수록 Brix, 환원당, FAN이 증가하였는데 특히 쌀의 경우 상용 Pilsner 맥주 제품에 상응하는 수준으로 높게 나타났다. 조사시간 20분, 물의 온도 55℃에서 당화도가 가장 높았다. 액화효소( $\alpha$ -amylase), 당화효소(amyloglucosidase), 점도저하효소( $\beta$ -glucanase, xylanase)를 사용하였다. 당화의 촉진과 여과공정에 필수적인 점도조건(점도 저하, 여과시간 단축)을 구현할 수 있었다. 초음파와 효소를 동시에 사용하여 당화를 최적화한 결과 최종 맥즙 제조 조건은 부원료는 쌀, 초음파 강도는 400 watt,

조사시간 20분, 물의 온도 55°C,  $\alpha$ -amylase 10 units, amyloglucosidase 10 units,  $\beta$ -glucanase 10 units, xylanase 10 units로 나타났다. 2차년도 최적조건과 달리 조사시간이 10분에서 20분, 물의 온도가 65°C에서 55°C로 수정되었다.

#### 다. 부원료에 따른 맥주 특성

부원료를 달리하여 제조한 맥주의 이화학적 및 관능적 특성을 분석하였다. 다량보리맥아와 부원료(맥아대비 10%, 20%; 쌀, 옥수수, 밀, 감자)의 혼합물로부터 제조된 맥즙을 발효에 사용하였다. 맥주의 효모 생육에는 부원료를 처리하지 않은 대조군과 처리군 간에는 유의적인 차이가 없었다. FAN 함량은 감자의 경우 대조군보다 높게 유지되었고 다른 부원료는 대조군보다 낮게 유지되었으며 쌀이 가장 낮았다. 발효 중 환원당의 유지는 대조구에 비하여 높게 유지되었다. 발효 후 비중의 감소는 대조구보다 더 컸고 감자의 경우가 더 현저했다. L값은 감자의 경우가 가장 낮았고, a값은 감자가 가장 높았고, b값은 대조구가 가장 높았다. 알콜 함량은 감자가 가장 높았다. 하지만 쓴맛, 거품안정성에서는 부원료로 사용한 맥주에서 유의적인 차이는 없었다. 차이식별 관능검사에서는 쌀, 밀, 옥수수의 경우 관능적 속성에서 대조구와 유의적 차이를 보였지만 감자는 그 변화가 없었다. 선호도 관능검사에서는 쌀, 옥수수, 감자, 밀, 대조구의 순으로 선호되었다. 단 감자, 밀, 대조구 간에는 유의적 차이가 없었다.

#### 라. 품질관리기술 개발

제조한 프리미엄 맥주의 일정한 품질을 유지하기 위해 필요한 각 품질의 검사 및 관리 방법을 확립하였다. 품질 검사는 관능검사, FAN, 환원당, 알코올 함량, 거품안정성, IBU, 색도의 측정을 대상으로 한다. 품질 검사 결과에 대한 관리는 맥주 제조 설비 및 기구, wort, yeast의 상태를 주요 대상으로 한다. 품질 검사 및 관리 진행 결과는 항상 문서화하며 차후에 발생하는 문제에 대한 빠른 대처하는데 활용한다.

### VI. 연구성과 및 성과활용 계획

국산 일반보리(6조맥)를 이용한 맥아 제조의 시도는 있었으나 6조맥 맥주가 제조되어 시판된 경우는 없었다. 기술적 측면에서 초음파, microwave 등과 같은 신기술을 접목하여 개발하는 국산 일반보리맥주 제조기술은 국내외에서 최초의 시도였으며 국산 일반보리맥주 제조기술의 개발은 실용화를 위해 기업에 기술이전을 하여 중소기업의 양조시설에서 지역 특화된 다양한 맛과 고품질의 맥주 생산이 가능하게 한다. 지역 특화된 지역맥주 또는 하우스 맥주 생산을 기반으로 주변관광지, 지역축제, 지역행사 등을 연계하여 점차 수도권

franchise 사업화로 거점을 확대할 수 있다.

국내보리를 이용한 맥주개발에 생산 지역과 관련한 부원료의 사용은 국내산 보리의 소비뿐만 아니라 쌀, 밀, 옥수수, 감자 등 국내작물의 소비증대와 농한기 농가수입 증대에 기여가 가능하다. 참여기업인 (주)비앤씨코리아에 기술이전을 하였으며, (주)비앤씨코리아는 단계별 실용화 계획을 가지고 있으며 최종적으로 하우스맥주/지역맥주 프랜차이즈용 제품을 출시할 계획이다.

# SUMMARY

## I. Project name

Development of brewing technology for specialty premium beer using domestic regional six-row barley

## II, R&D performance achievements

1. Quantitative achievements
2. Qualitative achievements

## III. R&D objectives and necessity

As the production amount of domestic beer increases, amount of imported barley or malt is increasing. It is because the supply of barley produced in Korea is almost absent. This study attempted to increase the amount of domestic barley used in beer production by developing technologies to make domestic barley used for producing beer.

Development of beer industry using domestic barley as a raw material means the development of rural agricultural industries. In beer production, additional materials are used together with barley, called adjuncts such as rice, corn, wheat, potato, etc. If the domestic adjuncts are able to be used, it will double economical effect. This R&D is also expected to be absolutely effective in terms of regional economic vitalizations, job creation, etc.

## IV. R&D outcome

[1st year]

1. A variety of Korean barley were investigated to make malt. The test varieties were supported by a government research center such as Jasujung barley, Hinchalssal barley, Dahyang barley, Samgwangchal barley. Jinyang barley was used as a control, which has

been used to make beer. Jinyang is two row barley basically different from the test varieties which are of six row barley, commonly cultivated in Korea. The methods of malt production and quality test were established through documentary survey. Steeping time, protein and water contents, germinating power, loss, color, etc. were tested for the final selection.

2. The malt was used in mashing process. The malt was gelatinized and saccharified according to a conventional method, producing wort. pH, Brix, reducing sugar amount, free amino nitrogen amount, total soluble nitrogen amount, viscosity were measured to evaluate the wort qualities. Filtration time was also measured. Through the tests for malting and mashing, Dahyang ranked first in terms of the qualities.

3. The wort was used in beer fermentation. The four domestic barley, Jasujung, Hinchalssal, Dahyang, Samgwangchal, were finally examined in beer qualities as compared to a control, Jinyang. The density rapidly decreased during primary fermentation, and gradually decreased during secondary fermentation, indicating alcohol production. Dahyang was smallest in alcohol production. The final alcohol percent of commercial ale type beer was closest to Jinyang beer and Dahyang beer. The yeast concentration of Dahyang beer was almost the same as that of the control. L-value (lightness) decreased during fermentation. Jasujung beer showed the lowest L-value, and higher a-value (redness). Hinchalssal was the same in a-value as the control. There were no significant difference in b-value (yellowness) between the samples. Dahyang beer was the most similar in b-value to the control. FAN value of Jasujung beer was the highest, but those of Hinchalssal, Dahyang, Samgwangchal were not significantly different ( $p>0.05$ ). The sensory properties of the samples were tested for 13 attributes. Overall Dahyang beer was the most similar to the control. Dahyang was determined to be the most appropriate for making beer.

[2nd year]

1. To apply the supplementary treatments to enhance the malting qualities, the selected variety, Dahyang, were rigorously tested with additional control, Kwangmaeg barley plus Jinyang. Ultrasonication, an innovative technique, was employed to produce high quality

malt. Enzyme activity of the malt was primarily considered. As the power and treating time of ultrasound increased, the enzyme activity increased. Dahyang was pronounced in the effect of ultrasonication. Microwave was also treated. The enzyme activity also increased with microwave treatment times.

2. Several innovative techniques were applied to enhance the saccharification of malt extract. Ultrasonication was employed by varying the strength, treatment time, and temperature. The quality variables were measured in extraction rate, Brix, reducing sugar, and FAN (free amino nitrogen). Also several enzymes were treated such as liquefaction enzyme, mashing enzyme, and viscosity reducing enzyme. The ultrasonication and enzyme treatment were found to be effective to increase saccharification and facilitate the filtration performance. In addition, the malt extract was also high pressure-treated, which was found to be very effective in terms of gelatinization and saccharification.

3. Ultrasonication was applied to beer fermentation. Wort of Dahyang, a selected barley, was used. The beer qualities were measured such as density, yeast growth, reducing sugar, color, FAN, and sensory properties. Although they positively increased with ultrasonication intensity, there existed an optimal condition in terms of ultrasound power and treatment times. It was because extremely ultrasound-treated beer was inhibited in yeast activity.

[3rd year]

1. Malting consists of steeping, germination, and kilning. Kilning was studied to make the malt have enhanced flavor and color. Kilning process variables, time and temperature, were varied. The flavor became stronger as temperature and time increased. The color also became darker. Particularly the temperature was more effective in the final stage of kilning. Mild treatments could produce malt having closer quality to Pilsner and Munich typed malt, whereas strong treatments produced dark and bitter malt.

2. In mashing process, adjuncts such as rice, wheat, corn, and potato, were added. To facilitate the saccharification, ultrasonication was treated. Ultrasound power and treatment time, and water temperature were varied. The qualities such as extraction rate, Brix,

reducing sugar, FAN, etc. were measured. In addition, enzymes such as liquefaction enzyme, mashing enzyme, and viscosity reducing enzyme, were treated to promote the saccharification and filtration. The mashing conditions could be optimized to get the more improved qualities of wort.

3. The beer with malt and several adjuncts could optimally be produced. In fermentation process, the wort of Dahyang and several adjuncts were used. Yeast growth, FAN, reducing sugar, density, color, bitterness, foam stability, and sensory properties were tested for the beer produced under various conditions. Conclusively the beer qualities of rice adjunct were found to be the best, followed by corn > potato > wheat > control sample (no use of adjunct).

4. Quality control methods were established. For beer qualities, sensory and physicochemical properties should be measured. The measurement methods were rigorously reviewed and documented. Especially the sensory evaluation method was developed to get more true sensory properties, by using fuzzy reasoning method. For quality control, equipments, wort, and yeast were considered. Documentation format was given for the measurement and control records.

## CONTENTS

### I. Summary and objectives

1. R&D Goals
2. R&D necessity
  - 1) Current conditions and problems
  - 2) Market trends in Korea
3. R&D performance goals

### II. Recent development in the related fields

1. Comparison in R&D between domestic and foreign countries
2. Patent analysis
3. Scientific paper analysis
4. Commodity and market analysis

### III. R&D outcomes

1. Malting of domestic barley
  - 1) Selection of barley
  - 2) Characterization of malting processing
  - 3) Application of innovative technologies to malting processing
  - 4) Characterization of kiln processing
2. Mashing of malt of domestic barley
  - 1) Mashing of malt of domestic barley
  - 2) Mashing of malt of domestic barley and adjuncts
3. Fermentation of wort of domestic barley
  - 1) Fermentation of wort of domestic barley
  - 2) Fermentation of wort of domestic barley and adjuncts
4. Establishment of QC method
  - 1) Quality measurement
  - 2) Quality management

### IV. R&D achievements and contributions

### V. Plans for applications of R&D achievements

### VI. International R&D information and sources

VII. Equipments and facilities

VII. Laboratory safety management

IX. References

X. Appendixes

1. Documentations: technology transfer, patents, paper publications, poster presentations, promotion materials
2. Market analysis report

# 목 차

## 제 1 장 연구개발과제의 개요 및 성과목표

### 제 1 절 연구개발의 목적

1. 프리미엄 맥주의 상품화 및 사업성 확보
2. FTA에 대한 국내 농가 보호와 수익 증대

### 제 2 절 연구개발의 필요성

1. 국내외 현황 및 문제점
2. 국내 맥주시장의 전망

### 제 3 절 연구개발의 성과목표

## 제 2 장 국내외 기술 개발 현황

### 제 1 절 제품 및 시장 분석

1. 본 연구관련 국내외 기술수준 비교
2. 특허분석
3. 논문분석
4. 제품 및 시장분석

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1 절 국산일반보리 맥아 제조

1. 품종 선정과 맥아 제조 표준조건 확립
  - 가. 품종 선정
  - 나. 맥아 제조 표준조건 확립
2. 보리 품종별 제맥 적성 분석
  - 가. 국산보리의 품질특성 분석
  - 나. 국산보리의 제맥 적성 분석
3. 맥아 제조의 신기술 적용
  - 가. 기존 제맥 기술을 이용한 맥아의 제조
  - 나. 신기술 적용 제맥 기술을 통한 맥아의 제조

#### 4. Kiln 건조 특성 확립

가. 공정 변수 조절에 의한 Kiln 건조 특성

나. 맥아 제조 다양화를 위한 Kiln 건조 공정

#### 제 2 절 국산일반보리 맥아 당화기술

##### 1. 국산 6조맥 맥아 당화 기술

가. 한국산 6조맥의 당화

나. 효소 및 초음파처리를 이용한 당화

다. 고압을 이용한 당화

##### 2. 부원료 첨가 국산 6조맥 맥아 당화 기술

#### 제 3 절 국산일반보리 맥아 당화액 발효 기술

##### 1. 6조맥 맥아 당화액 발효 기술

가. 한국산 6조 보리의 맥주 발효

나. 초음파를 적용한 한국산 6조 보리의 맥주 발효

##### 2. 6조맥 맥아와 부원료 혼합물의 당화액 발효 기술

#### 제 4 절 맥주의 품질관리

##### 1. 품질측정

가. 관능적 품질 검사

나. 이화학적 품질 검사-FAN, 환원당, 알코올, 거품안정성, IBU scale, 색도

##### 2. 품질 관리

가. Equipment

나. Wort

다. Yeast

##### 3. Documentation

#### 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

##### 제 1 절 목표달성도

##### 제 2 절 관련분야에의 기여도

#### 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

##### 제 1 절 연구개발 성과

1. 기술이전

2. 학회지등재

3. 사업재산권(특허)

4. 학술발표

5. 인력양성(석사논문)

제 2 절 연구개발 성과활용 계획

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

제 7 장 연구시설·장비 현황

제 8 장 연구실 안전관리 이행실적

제 9 장 참고문헌

<첨부> 기술이전, 특허, 논문, 포스터발표, 시장분석 보고서

## <표 차례>

- Table 1. Standard steeping and germination condition for manufacturing of green malt
- Table 2. Standard kilning condition for manufacturing of malt
- Table 3. Physicochemical properties and compositions of Korean barley
- Table 4. Duration time (days) after germination at each germination rate of Korean barley
- Table 5. Physicochemical properties and compositions of malts made by Korean barley
- Table 6. Enzyme activities of Korean barley malt according to the germination rate
- Table 7. Mean and standard deviation (S.D.) of physicochemical parameters and compositions of Korean barley and malt
- Table 8. Mean and standard deviation (S.D.) of enzyme activities (W.K) in Korean barley malts treated with different ultrasound intensity and treatment time
- Table 9. Changes of enzyme activity in Korean barley malts treated with different ultrasound conditions
- Table 10. Mean and standard deviation (S.D.) of enzyme activities (W.K) in Korean barley malts treated with different number of microwave exposures
- Table 11. Enzyme activities of Korean barley malts treated with ultrasound and standard kilning
- Table 12. Different temperature (°C) programming of kilning for the various types of malts
- Table 13. Color changes of various types of malts changing temperature sequences in kiln operation
- Table 14. Different time (hr) programming of kilning for the various types of malts
- Table 15. Color changes of various types of malts changing time sequences in kiln operation
- Table 16. Physicochemical properties of malting barley, unhulled barley, and hulled barley about wort qualities
- Table 17. Physicochemical properties of malting barley, unhulled barley, and hulled barley about beer qualities
- Table 18. Malt, wort, and beer qualities of Korean barley cultivar
- Table 19. Sensory properties of beer of Korean barley cultivar
- Table 20. Loadings of the three first components, eigenvalues and explained variance in

principal component analysis

- Table 21. Amount of reducing sugar in filtrate (wort) and filter cake of Dahyang
- Table 22. Physicochemical properties of wort of Dahyang, treated with ultrasound and enzymes
- Table 23. Effect of ultrasonication of malt on physicochemical properties of wort of Dahyang
- Table 24. Effect of enzyme ( $\alpha$ -amylase) units on saccharification of adjuncts in term of reducing sugar
- Table 25. Effect of enzyme (amyloglucosidase) units on saccharification of adjuncts in term of reducing sugar
- Table 26. Wort properties of Dahyang with adjuncts
- Table 27. Effect of enzyme treatments on wort viscosity of Dahyang with adjuncts
- Table 28. Sensory properties of wort of 5 different barleys
- Table 29. Sensory properties of young beer of 5 different barleys from the primary fermentation
- Table 30. Sensory properties of beer of 5 different barleys from the secondary fermentation
- Table 31. Kinetic change of yeast viability of ultrasound-treated beer of Dahyang
- Table 32. Sensory properties of young beer of Dahyang from the primary fermentation, treated with ultrasonication
- Table 33. Sensory properties of beer of Dahyang from the secondary fermentation, treated with ultrasonication
- Table 34. Changes in yeast viability of beer of Dahyang with adjuncts added during fermentation
- Table 35. Changes in specific gravity of beer of Dahyang with adjuncts added during fermentation
- Table 36. Colour of beer of Dahyang with adjuncts added
- Table 37. Beer qualities of Dahyang with adjuncts added
- Table 38. Sensory properties of beer with adjuncts added
- Table 39. Sensory evaluation form

## <그림 차례>

- Fig. 1. Plot of loadings of physicochemical and sensory parameters on the first two factors (PC1 vs. PC2) obtained from principal component analysis.
- Fig. 2. Plot of loadings of physicochemical and sensory parameters on the first two factors (PC1 vs. PC2) obtained from principal component analysis.
- Fig. 3. Standard curve for glucose measurement by spectrophometric method.
- Fig. 4. Effect of ultrasound power and temperature on the production of reducing sugar in wort.
- Fig. 5. Time course of amount of reducing sugar in wort of Dahyang during mashing with ultrasonication at 400 W.
- Fig. 6. Amount of reducing sugar in wort of Dahyang, treated with enzymes.
- Fig. 7. Effect of enzyme units on the production of reducing sugar in wort of Dahyang.
- Fig. 8. Time course of amount of reducing sugar in wort of Dahyang during mashing with both ultrasound- and enzyme-treatments.
- Fig. 9. Gelatinization degree of malt at 70°C under high pressure.
- Fig. 10. Microphotographs of malt with iodine-starch reacted, gelatinized at 70°C under high pressure.
- Fig. 11. Amount of reducing sugar in wort of Dahyang, treated with high pressure.
- Fig. 12. Time course of amount of reducing sugar in wort of Dahyang during mashing under high pressure.
- Fig. 13. Effect of pressure and temperature on amount of reducing sugar in wort of Dahyang.
- Fig. 14. Effect of ultrasonication and enzyme treatment on amount of reducing sugar in wort of Dahyang.
- Fig. 15. Effect of enzyme ( $\alpha$ -amylase and amyloglucosidase) units on amount of reducing sugar in wort of Dahyang.
- Fig. 16. Effect of enzyme ( $\alpha$ -amylase and amyloglucosidase) units on amount of reducing sugar in wort of Dahyang with adjuncts (wheat, potato, maize, and rice).
- Fig. 17. Effect of ultrasonication and enzyme ( $\alpha$ -amylase and amyloglucosidase) treatments on amount of reducing sugar in wort of Dahyang with adjuncts (maize, and rice).

- Fig. 18. Effect of ultrasonication times on amount of reducing sugar in wort of Dahyang with adjuncts (wheat, potato, maize, and rice).
- Fig. 19. Effect of enzyme (xylanase and  $\beta$ -glucanase) treatments on filtration time for wort of Dahyang with adjuncts (wheat, potato, maize, and rice).
- Fig. 20. Effect of enzyme ( $\alpha$ -amylase, amyloglucosidase, xylanase, and  $\beta$ -glucanase) treatment on amount of reducing sugar in wort of Dahyang with adjuncts (wheat, potato, maize, and rice), treated with ultrasound.
- Fig. 21. Kinetic change of specific gravity of 5 different beers.
- Fig. 22. Kinetic change of yeast viability of 5 different beers.
- Fig. 23. Kinetic change of color of 5 different beers.
- Fig. 24. Kinetic change of free amino nitrogen of 5 different beers.
- Fig. 25. Kinetic changes of specific gravity of ultrasound-treated beer of Dahyang.
- Fig. 26. Kinetic change of reducing sugar of ultrasound-treated beer of Dahyang.
- Fig. 27. Kinetic change of color of ultrasound-treated beer of Dahyang.
- Fig. 28. Kinetic change of free amino nitrogen of ultrasound-treated beer of Dahyang.
- Fig. 29. Time course of diacetyl concentration of beer of Dahyang during fermentation.
- Fig. 30. Time course of FAN content of beer of Dahyang with adjuncts added during fermentation.
- Fig. 31. Time course of glucose content of beer of Dahyang with adjuncts added during fermentation.

# 제 1 장 연구개발과제의 개요 및 성과목표

## 제1절 경제적 산업적 중요성

### 1. 프리미엄 맥주의 상품화 및 사업성 확보

국산일반보리를 사용하는 지역전통주로서 주세가 50% 감면되어 가격경쟁력을 갖춘 프리미엄 맥주를 개발하여 사업성을 확보할 수 있다. 국산일반보리(6조맥)를 이용한 프리미엄맥주 제조기술의 개발은 기술이전을 통해 중소기업의 양조시설에서 지역 특화된 다양한 맛과 고품질의 맥주 생산이 가능하고 지역 특화된 하우스맥주 생산을 기반으로 주변관광지, 지역 축제, 지역행사 등을 연계하여 점차 수도권 franchise 사업화로 거점을 확대 할 수 도 있다. 고품격 국산보리맥주의 생산으로 다양하고 특색 있는 고급 맥주를 선호하는 소비자의 기대에 부응하고 최근 국내 맥주시장의 4.5%(주류산업협회2012)를 차지하며 가파르게 국내시장을 잠식하고 있는 수입맥주의 대체효과 및 외국산 맥주보리 원맥수입의 감소를 기대한다. 다양하고 차별화된 지역맥주를 생산하는 기반기술의 보급 및 확대를 통해 향후 고품질 국산 맥주의 해외 수출 가능성을 기대한다.

### 2. FTA에 대한 국내 농가 보호와 수익 증대

국내 식량소비구조의 변화로 인한 지속적인 보리소비 감소에 대비하여 국내 농업보호 측면에서 안정적인 국산보리원맥 공급과 국내산 보리의 생산기반 유지 대책 마련해야 한다. 국내보리를 이용한 맥주개발에 생산 지역과 관련한 부원료의 사용은 국내산 보리의 소비뿐만 아니라 국내작물의 소비증대와 농한기 농가수입 증대에 기여 할 수 있을 것이다. 국내 보리 농업의 자생력 강화와 제조업 활성화를 통한 일자리 창출 및 지역 경제 활성화 기여와 EU, 미국 등과 체결한 FTA의 발효 및 보리 수매제도의 폐지 등에 따라 예상되는 국내 보리재배 농가의 경제적 손실 보전을 기대한다.

## 제2절 연구개발의 필요성

### 1. 국내외 현황 및 문제점

보리는 밀, 쌀, 옥수수과 더불어 세계 4대 식량작물의 하나이다. FTA의 발효, 2012년부터 보리수매제도의 중단은 국산보리의 수급에 큰 차질을 가져올 것이고 국내 보리재배 농가의 경제

적 손실이 클 것으로 예상되어 수매중단에 따른 안정적인 원맥수급 대책 마련이 시급한 실정이다. 보리의 품종개량과 더불어 보리를 이용한 다양한 가공제품(보리쌀, 압맥, 할맥, 체분, 맥아 등)의 품질을 개선하고 새로운 소비처를 개발하는 등 국내산 보리의 소비를 촉진하는 다양한 방법을 모색함으로써 보리생산농가의 소득보전과 위축된 보리 재배 의욕을 회복시키는 것이 필요하다.

국산 맥주보리(2조맥)는 농협과 계약재배 후 전량 수매되므로 농가의 겨울철 중요한 소득원의 하나이다. 그러나 일반보리(6조맥)는 국내에서 맥주원료로 사용하고 있지 않아 금년부터 수매 중단으로 새로운 용도 개척이 필요하다. 따라서 국내 일반보리산업의 활로를 찾기 위해 일반보리를 이용하여 차별화된 프리미엄 맥주를 제조하는 신기술을 개발하고 산업화하는 연구가 필요하다. 최근 국내에서 맥주보리와 지역 특산물을 이용하여 연맥주(2007년, 무안), 쌀인삼맥주(2010년, 김포), 오미자맥주(2011년, 문경) 등이 하우스 맥주 형태로 개발되어 소규모로 판매 중이며 제주보리맥주와 대나무맥주가 각각 제주와 담양에서 개발 중에 있다(그림 1).



그림 1. 쌀인삼맥주 박물관과 연맥주, 제주보리맥주

현재 국내 생산되는 맥주들이 국내 소비자의 높아진 소비욕구에 제대로 부응하지 못하고 있다. 해외에서 맥주수입량은 2010년 국내 생산량의 2.6%를 차지하는 약 49,000 kL로 5년 만에 두 배 가까이 급증하여 맥주의 품질 및 국내 맥주제조업체들의 경쟁력을 높일 수 있는 방안이 필요하다.

최근 주류의 제조유통 및 판매활동에 대한 규제완화 등으로 다양한 주류가 생산되어 유통되고 있는 가운데, 특히 전통적인 제조방법과 국내산 원료를 사용하여 제조한 전통주(국산보리를 주원료로 사용할 경우 맥주도 포함)에 대한 관심이 늘고 있으나 전통주에 대한 체계적인 관리 및 지원이 이루어지지 않아 수입 주류를 비롯한 일반 주류에 대응하는 경쟁력을 갖추지 못하고 있다. “전통주 산업진흥에 관한 법률“에 의하면 국내산 농산물을 주원료(물을 제외하고 증량비에 따라 상위 3개 이내의 원료)로 하여 제조하는 전통주를 외국산 원료 등을 이용한 일반주류와 차별화하여 국내농산물의 소비촉진 및 농가의 소득개선을 위해 전통

주산업에 대한 계획수립, 기술개발, 기술보급, 경영개선 등의 지원방안이 필요한 것으로 보고 있다. 따라서 국내 프리미엄 맥주산업의 활성화를 위해서는 먼저 제도적 측면에서 전년도에 개정된 법에 의해 국산농산물을 주원료로 사용하는 전통주의 경우 주세의 50%가 감면되므로 국산보리의 가격경쟁력이 생기게 되고 기술개발에 대한 정부의 지원은 맥주산업의 진흥을 위한 밑거름이 될 것이다. 또한 국산보리 중 맥주제조를 위한 일반보리의 소비처 확대와 지역농산물을 부원료로의 사용은 농가 수익의 증대와 직결된다. 국산일반보리를 맥주의 원료로 사용하기 위하여 기존의 맥주제조 기술과는 차별화된 신기술(초음파, microwave)의 개발 및 적용이 필요하고 적절한 부원료의 사용은 고품질의 프리미엄 맥주를 생산하는데 필수 요건이 될 것으로 보인다.

## 2. 국내 맥주시장의 전망

우리나라 사람들이 가장 많이 마시는 술은 맥주이다. 국내 주류 시장의 규모는 약 7조원이고 맥주가 차지하는 비중은 2008년 기준으로 약 3조 8000억 원으로 전체 시장의 54% 정도를 차지하고 있다. 국내의 맥주 생산량은 년 210 만톤에 달한다. 국내 전체 맥주 시장에서 수입 맥주가 차지하는 비중은 현재 4.5% 정도이나 관세청이 조사한 2010년 맥주 수입액은 493 억원으로 5년 전보다 2배 이상 늘었고, 이마트에서 금년 3월까지 수입 맥주 매출은 전년 동기보다 약 60%나 증가하여 이러한 추세로는 수입 맥주가 차지하는 비중이 10%까지 오르는데 그리 오랜 시간이 걸리지 않을 것으로 예상하고 있다. 2002년도 주세법 개정 이래, 기존 대형 맥주업체와 차별화된 맥주 생산을 통해 다양하고 특색 있는 지역맥주를 구축 한다는 국내 소규모 맥주(하우스 맥주)제조 업체는 양적으로는 매년 높은 증가세를 보여 왔다. 그러나 연간 생산량이 300 kL로 제한이 되어 있고 제조하는 장소에서만 판매가 허용되어 오다가, 2008년 이후 직영점 및 take-out이 가능하도록 하였으나 여전히 제도적 및 구조적 문제로 인하여 괄목할만한 성장을 이루지 못하고 있는 실정이다. 따라서 소규모 맥주제조에 대한 규제완화와 소규모 맥주 시장의 활성화 및 질적, 양적 성장을 위하여 100% 국내산 일반보리(6조맥)를 이용한 차별화된 지역 맥주를 개발 한다면 감소 추세에 있는 국내 보리의 생산량의 증대와 함께 농가소득 증대 및 새로운 시장의 형성을 통한 침체된 국내 지방경제에 큰 활력소가 될 것으로 보인다. 2011년부터 하우스 맥주의 연간 생산량이 2,000 kL를 넘을 경우 일반유통이 가능하도록 규정이 변경됨으로서 맥주산업 진입제한이 대폭 완화되었고, 2012년 7월부터 주중에 관계없이 국내산 농산물을 주원료로 사용하는 주류는 전통주로 인정하여(국산보리를 사용할 경우 맥주도 포함) 주세를 50% 감면하는 정책이 시행될 예정으로 있어 국내산 농산물을 이용한 고품질 지역특화 맥주 제조기술의 개발이 시기적으로 매우 적절하다고 할 수 있다.

독일의 옥토버 페스트, 일본의 삿포로 축제 등 각국의 맥주와 관련된 축제에는 이를 즐기 기 위한 외국 관광객들로 성황을 이루고 있으며 독일 옥토버 페스트의 경우 연간 650만 명 이 참가하고 700만 리터의 맥주를 소비하는 국제적인 행사로 널리 알려져 있다. 맥주 산업 계의 세계적 추세를 볼 때 국내에서도 맥주의 품질이 다양화 될 수 있는 산업적 구조가 형 성 되어야 한다. 이에 부응하는 시도가 소규모 맥주라 할 수 있다. 소규모 맥주의 특징은 원 료, 공정, 맛의 다양화가 가능한 것으로 그 지역에 특화된 상품이 있어야 한다. 따라서 국산 보리로 만든 지역특화 맥주를 개발하여 한국형 맥주 축제를 개최하고 외국인 관광객을 유입 하는 것은 내수 활성화에 크게 기여할 것이며, 현재 성행하는 지방자치단체별 축제 또는 한 국 전통주와 관련된 축제에도 긍정적 영향을 미칠 것으로 생각된다.

### 제3절 연구개발의 성과 목표

#### 1. 정량적 성과 목표

(단위 : 건수)

| 구분   | 특허 |    | 활용목표 |     |      | 논문  |      | 기타 |
|------|----|----|------|-----|------|-----|------|----|
|      | 출원 | 등록 | 기술이전 | 상품화 | 언론홍보 | SCI | 비SCI |    |
| 1차년도 | 0  |    |      | 1   | 1    | 1   | 1    |    |
| 2차년도 | 2  |    | 1    |     |      | 1   | 1    |    |
| 3차년도 | 2  |    |      |     |      | 1   | 1    |    |
| 계    | 4  |    | 1    | 1   | 1    | 3   | 3    |    |

#### 2. 정성적 성과 목표

| 구분       | 연도   | 세부연구개발 목표                             |
|----------|------|---------------------------------------|
| 1차<br>년도 | 2012 | 보리 품종별 제맥 적성 분석                       |
|          |      | 품종별 맥즙 적성 분석                          |
|          |      | 품종별 발효 적성 분석                          |
|          |      | 국산맥주보리(2조맥) 맥주와 일반보리(6조맥) 맥주의 품질 비교평가 |
| 2차<br>년도 | 2013 | 맥아 제조의 신기술 적용                         |
|          |      | 맥즙 제조의 신기술 적용                         |
|          |      | 발효공정의 신기술 적용                          |
| 3차       | 2014 | 맥아의 품질향상을 위한 Kiln 건조 공정 개발            |

|          |                                       |
|----------|---------------------------------------|
| 년도       | 부원료(쌀, 밀, 옥수수, 감자) 사용에 따른 맥즙 제조조건 최적화 |
|          | 발효공정의 최적화                             |
|          | 품질관리기술 개발                             |
| 최종<br>평가 | 국산일반보리 맥아 제조 신기술 개발                   |
|          | 국산일반보리 당화기술 개발                        |
|          | 국산일반보리 맥주제조기술 개발                      |
|          | 프리미엄맥주 품질관리기술 개발                      |

## 제 2 장 국내외 기술 개발 현황

### 제1절 제품 및 시장 분석

#### 1. 본 연구관련 국내외 기술수준 비교

| 개발기술명                           | 관련기술<br>최고보유국 | 현재 기술수준 |       | 기술개발<br>목표수준 | 비고         |
|---------------------------------|---------------|---------|-------|--------------|------------|
|                                 |               | 우리나라    | 연구신청팀 |              |            |
| 초음파와<br>microwave를 이용한<br>발아 기술 | 미국            | 30      | 60    | 100          | 기술개발<br>부족 |
| 초음파와<br>microwave를 이용한<br>당화 기술 | 미국            | 30      | 60    | 100          | 기술개발<br>부족 |
| 초음파와<br>microwave를 이용한<br>발효 기술 | 일본            | 30      | 60    | 100          | 기술개발<br>부족 |

#### 2. 특허분석

##### 가. 특허분석 범위

|       |   |
|-------|---|
| 대상국가  | 국내, 국외(미국, 일본, 유럽)                      |
| 특허 DB | 특허정보원 DB(www.kipris.or.kr), Google 학술검색 |
| 검색기간  | 최근 5년간                                  |
| 검색범위  | 제목 및 초록                                 |

##### 나. 특허분석에 따른 본 연구과제와의 관련성

| 개발기술명         |     | 초음파 (발아관련)  | Microwave (발아관련)  |
|---------------|-----|---|---|
| Keyword       |     | 초음파, 발아, 보리<br>(또는 Ultrasonic wave,<br>germination, barley) | 마이크로웨이브, 발아, 보리<br>(또는 Microwave, germination,<br>barley) |
| 검색건수          |     | 307   | 420건  |
| 유효특허건수        |     | 3건  | 2건  |
| 핵심특허<br>및 관련성 | 특허명 | Method for enhancing<br>germination                         | Method of using germinated<br>brown rice                  |
|               | 보유국 | 미국  | 미국  |

|               |        |                          |   |
|---------------|--------|--------------------------|---|
|               | 등록년도   | US005950362A (1999년)     | US006511697B1 (2003년)   |
|               | 관련성(%) | 60%                      | 50%   |
|               | 유사점    | 초음파를 이용한 발아촉진            | 마이크로파를 이용한 발아촉진   |
|               | 차이점    | 종자의 침수를 이용한 발아법 사용       | Brown rice를 이용한 발아조건 탐색                                       |
| 핵심특허<br>및 관련성 | 특허명    | Method for treating seed | Gelatin-plastic foam seed germination and plant growth method |
|               | 보유국    | 미국                       | 미국  |
|               | 등록년도   | US20030115794A1 (2003년)  | US005870854A (1999년)  |
|               | 관련성(%) | 45%                      | 50%   |
|               | 유사점    | 초음파를 이용한 발아촉진            | 마이크로파를 이용한 발아촉진   |
| 핵심특허<br>및 관련성 | 차이점    | Cationic surfactant의 사용  | gelatin saturated disk를 이용한 발아                                |
|               | 특허명    | Germinated brown rice    |   |
|               | 보유국    | 미국                       |   |
|               | 등록년도   | 2011                     |   |
|               | 관련성(%) | 60%                      |   |
|               | 유사점    | 초음파를 이용한 발아촉진            |   |
|               | 차이점    | Brown rice를 이용한 발아조건 탐색  |   |

| 개발기술명         |        | 초음파 (발효관련)  | Microwave (발효관련)   |
|---------------|--------|---|--|
| Keyword       |        | 초음파, 발효, 알코올<br>(또는 Ultrasonic wave, fermentation, alcohol) | 마이크로웨이브, 발효, 알코올<br>(또는 Microwave, fermentation, alcohol)                          |
| 검색건수          |        | 6,305 건   | 56 건   |
| 유효특허건수        |        | 3 건   | 1 건  |
| 핵심특허<br>및 관련성 | 특허명    | Alcohol production using sonication                         | METHOD FOR PRETREATMENT OF BARLEY TO BE USED FOR PRODUCING MALT-FERMENTED BEVERAGE |
|               | 보유국    | 미국  | 일본   |
|               | 등록년도   | US10926783 (2007년)  | JP2010193749 (2009년)   |
|               | 관련성(%) | 30%   | 85%  |
|               | 유사점    | 초음파를 이용한 적절한 발효유도   | 마이크로파를 이용한 보리의 전처리 및 발효  |
|               | 차이점    | 바이오연료 생산을 위한 공정   | 마이크로파를 통한 이취제거에 집중   |

|               |        |  |  |
|---------------|--------|--|--|
| 핵심특허<br>및 관련성 | 특허명    | Biomass conversion to alcohol<br>using ultrasonic energy |  |
|               | 보유국    | 미국   |  |
|               | 등록년도   | US10954657 (2009년)                                       |  |
|               | 관련성(%) | 40%  |  |
|               | 유사점    | 초음파를 이용한 적절한 발효유도  |  |
|               | 차이점    | Biomass를 이용한 바이오연료<br>생산                                 |  |
| 핵심특허<br>및 관련성 | 특허명    | Method and device for improved<br>fermentation process   |  |
|               | 보유국    | 미국   |  |
|               | 등록년도   | US11674948 (2007년)                                       |  |
|               | 관련성(%) | 60%  |  |
|               | 유사점    | 초음파분무법을 이용한 발효유도   |  |
|               | 차이점    | Biomass를 이용한 에탄올의 생산                                     |  |

### 3. 논문분석

#### 가. 논문분석 범위

|       |   |
|-------|---|
| 대상국가  | 미국, 일본, 유럽  |
| 논문 DB | Aureka DB, pubmed DB(www.ncbi.nlm.nih.gov),<br>국회도서관(www.nanet.go.kr) |
| 검색기간  | 최근 5년간  |
| 검색범위  | 제목, 초록 및 키워드  |

#### 나. 논문분석에 따른 본 연구과제와의 관련성

| 개발기술명         |        | 초음파 (발아관련)  | Microwave (발아관련)   |
|---------------|--------|---|--|
| Keyword       |        | 초음파, 발아, 보리<br>(또는 Ultrasonic wave, germination, barley)                      | 마이크로웨이브, 발아, 보리<br>(또는 Microwave, germination, barley)   |
| 검색건수          |        | 412 건   | 930 건  |
| 유효논문건수        |        | 2 건   | 2 건  |
| 핵심논문<br>및 관련성 | 논문명    | 초음파 자극이 현미발아촉진에 미치는 영향  | The influence of microwave field in the drying process with hot /cold air stream of the Thuringia Barley seeds |
|               | 학술지명   | 바이오시스템공학지   | ELECTRICAL ENGINEERING   |
|               | 저 자    | 이준  | SIMINA VICAS   |
|               | 게재년도   | 2006  | 2010   |
|               | 관련성(%) | 80%   | 70%  |
|               | 유사점    | 실질적인 발아 최적조건 제시   | 마이크로파를 이용한 보리의 건조를 통한 구성성분의 변화 및 발아율 조사  |
|               | 차이점    | 현미를 이용한 발아조건 탐색   | Hot/cold air와 마이크로파를 함께 이용   |
| 핵심논문<br>및 관련성 | 논문명    | Enhancing seed germination of four crop species using an ultrasonic technique | Effects of microwave treatment on growth, photosynthetic pigments and some metabolites of wheat                |
|               | 학술지명   | Cambridge University Press  | BIOLOGIA PLANTARUM   |
|               | 저 자    | SJ Goussous   | E.A.M. HAMADA  |
|               | 게재년도   | 2010  | 2007   |
|               | 관련성(%) | 50%   | 80%  |
|               | 유사점    | 4가지 곡류의 발아를 위한 초음파 조건 제시  | 마이크로파를 이용한 밀의 발아 및 성장 조사   |
|               | 차이점    | wheat, chickpea, watermelon seed, pepper 를 이용한 발아조건 탐색                        | 밀을 이용하여 pigment와 metabolite 변화 조사  |

| 개발기술명            |                          | 초음파 (당화관련)  | Microwave (당화관련)   |
|------------------|--------------------------|---|--|
| Keyword          |                          | 초음파, 추출, 당화<br>(또는 Ultrasonic wave,<br>extraction, mashing)   | 마이크로웨이브, 추출<br>(또는 Microwave, extraction,<br>mashing)  |
| 검색건수             |                          | 299 건   | 989 건  |
| 유효논문건수           |                          | 3 건   | 2 건  |
| 핵심논문<br>및<br>관련성 | 논문명                      | Optimization of Ultrasonic<br>Extraction of Polysaccharides<br>from Chinese Malted Sorghum<br>Using Response surface<br>Methodology | COMMISSIONING AND<br>OPTIMISATION OF WITS<br>MICRO - BREWERY PLANT   |
|                  | 학술지명                     | Pakistan Journal of Nutrition   | -  |
|                  | 저자                       | Irakoze Pierre Claver   | Ezekiel M. Madigoe   |
|                  | 게재년도                     | 2010  | 2009   |
|                  | 관련성(%)                   | 40%   | 60%  |
|                  | 유사점                      | 초음파를 이용한 추출법  | 당즙의 추출효율을 높임   |
| 차이점              | 원료물질로 sorghum을 이용한<br>추출 | 소량생산을 위한 방법 제시  |  |
| 핵심논문<br>및<br>관련성 | 논문명                      | 추출방법에 따른 복분자<br>추출물의 생리활성   | Grape seed, microwave-assisted<br>extraction, total phenolics,<br>antioxidant ability,<br>nitrite-scavenging ability |
|                  | 학술지명                     | 한국식품조리과학회지  | -  |
|                  | 저자                       | 권지웅   | 이은진  |
|                  | 게재년도                     | 2012  | 2011   |
|                  | 관련성(%)                   | 40%   | 20%  |
|                  | 유사점                      | 초음파를 이용한 추출법  | 초음파를 이용한 추출법   |
| 차이점              | 원료물질로 복분자를 이용한<br>추출     | 유효 성분 물질의 분리  |  |
| 핵심논문<br>및<br>관련성 | 논문명                      | Investigation of the effects of<br>extraction of a-amylase from<br>the flour of malted barley                                       |  |
|                  | 학술지명                     | -   |  |
|                  | 저자                       | Maryam yaldagard  |  |
|                  | 게재년도                     | 2009  |  |
|                  | 관련성(%)                   | 80%   |  |
|                  | 유사점                      | 초음파를 이용한 원료물질의<br>추출  |  |
| 차이점              | a-amylase 추출을 목표로 함      |   |  |

#### 4. 제품 및 시장분석

보리는 밀, 쌀, 옥수수과 더불어 세계 4대 식량작물의 하나이다. FTA의 발효, 2012년부터 보리수매제도의 중단은 국산보리의 수급에 큰 차질을 가져올 것이고 국내 보리재배 농가의 경제적 손실이 클 것으로 예상되어 수매중단에 따른 안정적인 원맥수급 대책 마련이 시급한 실정이다. 보리의 품종개량과 더불어 보리를 이용한 다양한 가공제품(보리쌀, 압맥, 할맥, 제분, 맥아 등)의 품질을 개선하고 새로운 소비처를 개발하는 등 국내산 보리의 소비를 촉진하는 다양한 방법을 모색함으로써 보리생산농가의 소득보전과 위축된 보리 재배 의욕을 회복시키는 것이 필요하다.

국산 맥주보리(2조맥)는 농협과 계약재배 후 전량 수매되므로 농가의 겨울철 중요한 소득원의 하나이다. 그러나 일반보리(6조맥)는 국내에서 맥주원료로 사용하고 있지 않아 금년부터 수매 중단으로 새로운 용도 개척이 필요하다. 따라서 국내 일반보리산업의 활로를 찾기 위해 일반보리를 이용하여 차별화된 프리미엄 맥주를 제조하는 신기술을 개발하고 산업화하는 연구가 필요하다. 최근 국내에서 맥주보리와 지역 특산물을 이용하여 연맥주(2007년, 무안), 쌀인삼맥주(2010년, 김포), 오미자맥주(2011년, 문경) 등이 하우스 맥주 형태로 개발되어 소규모로 판매 중이며 제주보리맥주와 대나무맥주가 각각 제주와 담양에서 개발 중에 있다.



쌀인삼맥주 박물관과 연맥주, 제주보리맥주

현재 국내 생산되는 맥주들이 국내 소비자의 높아진 소비욕구에 제대로 부응하지 못하고 있다. 해외에서 맥주수입량은 2010년 국내 생산량의 2.6%를 차지하는 약 49,000 kL로 5년 만에 두 배 가까이 급증하여 맥주의 품질 및 국내 맥주제조업체들의 경쟁력을 높일 수 있는 방안이 필요하다.

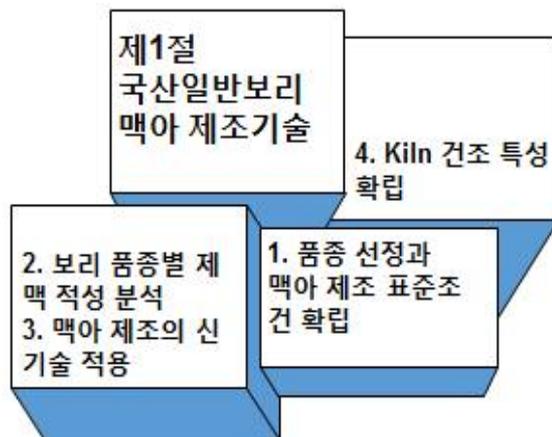
최근 주류의 제조유통 및 판매활동에 대한 규제완화 등으로 다양한 주류가 생산되어 유통되고 있는 가운데, 특히 전통적인 제조방법과 국내산 원료를 사용하여 제조한 전통주(국산보리를 주원료로 사용할 경우 맥주도 포함)에 대한 관심이 늘고 있으나 전통주에 대한 체계적

인 관리 및 지원이 이루어지지 않아 수입 주류를 비롯한 일반 주류에 대응하는 경쟁력을 갖추지 못하고 있다. “전통주 산업진흥에 관한 법률“에 의하면 국내산 농산물을 주원료(물을 제외하고 중량비에 따라 상위 3개 이내의 원료)로 하여 제조하는 전통주를 외국산 원료 등을 이용한 일반주류와 차별화하여 국내농산물의 소비촉진 및 농가의 소득개선을 위해 전통주산업에 대한 계획수립, 기술개발, 기술보급, 경영개선 등의 지원방안이 필요한 것으로 보고 있다. 따라서 국내 프리미엄 맥주산업의 활성화를 위해서는 먼저 제도적 측면에서 전년도에 개정된 법에 의해 국산농산물을 주원료로 사용하는 전통주의 경우 주세의 50%가 감면되므로 국산보리의 가격경쟁력이 생기게 되고 기술개발에 대한 정부의 지원은 맥주산업의 진흥을 위한 밑거름이 될 것이다. 또한 국산보리 중 맥주제조를 위한 일반보리의 소비처 확대와 지역농산물을 부원료로의 사용은 농가 수익의 증대와 직결된다. 국산일반보리를 맥주의 원료로 사용하기 위하여 기존의 맥주제조 기술과는 차별화된 신기술(초음파, microwave)의 개발 및 적용이 필요하고 적절한 부원료의 사용은 고품질의 프리미엄 맥주를 생산하는데 필수 요건이 될 것으로 보인다.

## 제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

### 제1절 국산일반보리 맥아 제조기술

- 국산 일반보리를 사용하여 맥아 제조 기술을 개발하였다. 먼저, 맥아를 생산하기에 적합한 국산보리를 선별하였으며, 맥아 제조를 위한 Kilning의 표준 공정을 제시하였다. 이에 대하여 다양한 국산보리의 원맥 품질 특성과 제맥 적성에 대한 분석을 실시하였으며, 맥아 제조에 가장 적합한 품종으로 6조맥 겉보리의 다향을 선별하였으며, 이에 대한 대조구로 여러 종의 2조맥 중 광맥과 진양보리를 선택하였다.
- 국산보리로 만든 맥아의 가장 큰 단점 중의 하나인 효소역가를 증진시키기 위하여 신기술로써 초음파와 microwave를 이용하여 다양한 조건에서 제맥하고 각 조건에서 효소역가를 분석하였다. 그 결과, 초음파 500 W, 15분 조건으로 처리한 맥아의 효소역가는 무처리 맥아에 비해 효소역가가 품종에 따라 2-3 배 증가하였다. 또한 다양한 종류의 맥아를 생산하기 위하여 배조(Kilning)에서 온도와 시간을 변화시킴으로써 맥아의 색과 쓴맛을 변화시킬 수 있음을 확인하였다.



## 1. 품종 선정과 맥아 제조 표준조건 확립

### 가. 요약

국산일반보리로 맥주를 제조하기 위해서 맥종 선정을 하였다. 맥종은 전라북도 익산시 소재 농촌진흥청 산하 국립식량과학원 비맥류부의 협조를 받아, 현재 재배 면적이 많은 것을 우선으로 국산일반보리(6조맥) 중 쌀보리인 자수정 보리, 흰찰쌀 보리와 겉보리인 다향 보리, 삼광찰 보리의 총 4종 선발하였으며, 대조군으로 국산맥주보리(2조맥)인 진양 보리로 국한하여 선발하였다. 맥아 제조와 당화 및 발효의 전통적인 방법에 대하여 문헌을 통하여 자료를 수집하고 이로부터 맥아 제조의 표준조건으로 확립하였다.

### 나. 재료 및 방법

#### (1) 품종 선정

국립식량과학원 비맥류부의 협조를 받아 2012년 전북 익산에서 수확된 2조맥 맥주보리인 진양 보리 1종, 6조맥 쌀보리인 자수정찰 보리, 흰찰쌀 보리 2종, 6조맥 겉보리인 다향 보리, 삼광찰 보리 2종의 국내산 보리 총 5종을 이용하여 맥주제조를 위한 제맥, 당화, 발효를 순차적으로 3반복 진행하였다. 선정된 맥종들은 현재 재배면적이 많은 것을 우선으로 하였으며, 재배지인 전라북도의 기후 특성상 내한성도 고려되었으며, 이들의 특징은 다음과 같다.

#### (가) 진양 보리 (맥주보리)

양질이면서 조숙 다수성인 맥주보리를 육성하고자 1982년 단간 중간모본인 사천 6호/대중2 조대맥 1호/Deba Abed를 모본으로, 양질 맥주보리 도입품종을 교배하여 육성한 중간모본인 성성17호/레시비/관동만생골드를 부분으로 교배하여 계통육종법으로 조숙, 중단간인 820178D-BD-25D-2D-5D를 선발하여 1988년부터 3개년 간 생산력 검정시험을 실시하였다.

그 결과 우수성이 인정되어 계통명을 수원281호로 부여하고 1991년부터 3개년 간 남부 5개소에서 지역적응시험을 실시하여 각종 특성과 수량성을 검토하고, 1993년에는 남부 3개 지역 맥주보리 재배농가에서 농가 실증시험을 실시하고 맥주보리 품질검정 결과 조숙이며 내재해성이 강하고 다수성일뿐 아니라 그 품질이 우수하여 1994년 2월 주요 농작물 종자협의회에서 '진양 보리'로 명명하여 전남, 경남, 제주도의 맥주보리 장려품종으로 결정하고 농가에 보급하게 되었다.

(나) 자수정찰 보리 (쌀보리)

내재해 유색 찰쌀보리 신품종 육성을 목적으로 1997년도에 조숙 내재해 다수성 겉보리인 탐골 보리를 모본으로 하고 내재해 다수성 쌀보리 조합인 HB78100-B-17-3-2와 유색이면서 보리호위축병 저항성 품종인 도꾸시마모찌하다가를 교배한 F1을 부분으로 하여 인공교배를 실시하여 CNB7조합을 육성하였다. 1998년도에 F1 세대를 양성하고 F2세대를 집단으로 양성하였으며 F3세대에서 초형과 수형이 양호한 81개체를 선발하였으며 그 후 계통선발을 계속하던 중 2002년도에 유색이면서 초형과 수형이 양호하며 찰성인 CNB7-13-37-2-5 조합을 선발하였다. 2003~2004년 생산력검정시험에 공시하여 생육특성, 생리장해, 내병성(흰가루병, 보리호위축병), 내도복성 및 수발아성 등을 조사한 결과 그 특성이 우수하여 익산81호로 계통명을 부여하였다. 2005년부터 2개년 간 수원 등 7개 지역에서 수행한 지역적응시험 결과 자색이면서 보리호위축병과 수발아 등 재해에 강한 찰쌀보리 신품종으로 그 우수성을 인정받았다. 2006년 농작물 직무육성 신품종선정심의회에서 자수정찰로 명명하였다.

(다) 흰찰쌀 보리 (쌀보리)

양질 조숙 내재해 다수성 찰쌀보리 품종을 육성하기 위하여 1981년에 방사 6호와 찰성품종인 요네자와모찌를 인공교배하였다. 잡종 6세대까지는 집단육종법으로 집단을 유지하였으며 잡종 7세대 이후는 계통육종법을 이용하여 1989년에 8세대에서 제반특성이 우수한 찰쌀보리로 유망 시 되는 HB8101-B5-100-19 계통을 선발하여 1990년 생산력검정시험을 실시한 결과 양질 조숙 내재해 다수성 등 특성이 우수하다고 평가되어 "이리 28호"로 계통명을 부여하였다. 1991년 생산력검정 본시험을 실시하고 동시에 지역적응시험에 공시하여 93년까지 3개년간 시험한 결과 찰쌀보리 계통으로 우수성이 인정되어 1994년 종자심의회에서 새로운 장려품종으로 결정 "흰찰쌀 보리"로 명명하고 충남 이남의 쌀보리 재배지역에 보급하게 되었다.

(라) 다향 보리 (겉보리)

다향은 내재해 다수성 품종으로 1994년에 조숙, 다수성, 호위축병이 강한 특성을 지닌 밀양 26호//(Bera-올보리/Hobhisee-부흥)/벤-기를 모본으로 삼척 86-226를 부분으로 인공교배하였다. 1995년에 F<sub>1</sub>을 양성한 후 이듬해 집단으로 F<sub>2</sub>를 전개하였고, 1997년과 1998년에는 각각 F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>를 집단선발 하였으며, 1999년에는 F<sub>5</sub>를 계통선발 하였다. 2000년에는 F<sub>6</sub>를 공시하여 우량 시 되는 SB941019-B-B-B-1-B 계통을 선발하여 2001년부터 2개년 간 생산력검정시험을 실시한 결과, 수량성이 높고 도복이 강한 우수 계통으로 판명되어 수원 393호로 계통명을 부여, 2003년부터 3개년 간 전작재배 수원 등 2개 지역, 답리작재배 익산 등 3개 지역에서 지역적응

시험을 실시하였다(농진청, 2003, 2004, 2005a.b). 그 결과, 답리작 적응성이 높으며, 광지역성으로서 수량성이 높고, 도복 등 내재해성에 강한 특성과 보리차향이 강한 계통임이 입증되어 2005년 농작물 직무육성 신품종선정심의회에서 신품종으로 선정됨과 동시에 다향으로 명명하였다.

#### (마) 삼광찰 보리 (겉보리)

삼광찰은 1996년에 조숙, 대립, 다수성 특성을 지닌 대백 보리를 모본으로 착성인 수원 302호를 부분으로 인공교배하였다. 1997년에 F1을 양성한 후 이듬해 집단으로 F2를 전개하였고, 1999년~2001년에는 F3~F5를 계통선발 하였다. 2002년에는 F6를 공시하여 우량 시 되는 YB4298-B-B-5-3-5 계통을 선발하여 2001년부터 2개년 간 생산력검정시험을 실시한 결과, 수량성이 높고 도복이 강한 우수 계통으로 판명되어 수원 394호로 계통명을 부여, 2003년부터 3개년 간 전작재배 수원 등 2개 지역, 답리작재배 익산 등 3개 지역에서 지역적응시험을 실시하였다(농진청, 2003, 2004, 2005). 그 결과 수량성이 높고 백도 및 취반특성이 우수하며, 보리호위축병에 강한 계통임이 입증되어 2005년 농작물 직무육성 신품종선정심의회에서 신품종으로 선정됨과 동시에 삼광찰로 명명하였다.

#### (2) 맥아 제조 표준조건 확립

국산일반보리를 이용한 맥아 제조는 침맥(steepling), 발아(germination)와 배조(Kilning)으로 크게 나눌 수 있다. 침맥과 발아를 통하여 녹맥아(green malt)를 제조하고 제조된 녹맥아는 배조를 통한 가열 건조로 맥아로 생산된다. 제맥은 Automatic Micromalting Systems (Phoenix Biosystems Co., Australia)을 이용하여 제조 되었다. 우선 녹맥아 제조는 15℃에서 wet steeping과 dry steeping을 3회 반복하여 실시하는 침맥과 16℃에서 총 5일간 보리를 발아시킨 후 제근하여 사용하는 발아 과정을 통하여 이루어 졌으며, 이에 대한 표준 조건은 다음 표와 같다.

Table 1. Standard steeping and germination condition for manufacturing of green malt

| Step           | Time (hr) | Temperature (°C) |
|----------------|-----------|------------------|
| Washing        | 0.5       |                  |
| Wet steeping 1 | 6.0       | 15               |
| Dry steeping 1 | 13.0      | 16               |
| Wet steeping 2 | 8.5       | 15               |
| Dry steeping 2 | 10.5      | 16               |
| Wet steeping 3 | 4.5       | 15               |
| Germinating 1  | 24.0      | 16               |
| Germinating 2  | 24.0      | 16               |
| Germinating 3  | 24.0      | 16               |
| Germinating 4  | 24.0      | 16               |
| Germinating 5  | 24.0      | 16               |

배조는 처음 30분간 45°C를 유지한 후, 65°C까지 각 5°C의 온도 구간별 온도 증가속도를 점차 감소시킨 다음, 85°C까지는 온도 증가속도를 점차 크게 하여 제맥하였으며, 이에 대한 단계별 표준 조건은 다음 표와 같다. 제조된 맥아는 Drum mill (Malt Drum Mill, Jeil Industry Co.,Korea)을 이용하여 1 mm의 간극으로 분쇄하여 사용하였다.

Table 2. Standard kilning condition for manufacturing of malt

| Step       | Time (hr) | Temperature (°C) |
|------------|-----------|------------------|
| Kilning 1  | 0.5       | 45               |
| Kilning 2  | 1.0       | 50               |
| Kilning 3  | 2.5       | 55               |
| Kilning 4  | 3.5       | 60               |
| Kilning 5  | 7.5       | 63               |
| Kilning 6  | 3.5       | 68               |
| Kilning 7  | 2.5       | 75               |
| Kilning 8  | 2.0       | 78               |
| Kilning 9  | 1.0       | 83               |
| Kilning 10 | 1.0       | 85               |
| Kilning 11 | 0.5       | 70               |
| Kilning 12 | 1.0       | 40               |

## 2. 보리 품종별 제맥 적성 분석

### 가. 요약

원맥의 품질을 평가하기 위하여 단백질, 수분, 천립중, 발아세, 발아율, 3일 수감수성과 5일 수감수성 및 신장도별 발아일수를 측정하였다. 제맥 적성 평가를 위한 실험을 위해 신장도, 맥아수율, 맥즙 당화 및 여과시간, 추출율, 맥즙 색도, 콜박 지수(Kolbach index), 프리아빌리티(friability), 효소역가를 측정하였으며 측정 방법은 ASBC법[5]을 따랐고, 수분, 단백질 함량 측정 방법은 AOAC법[61]에 의하여 분석하였다. 국산보리의 품질 특성 분석결과 맥주보리가 다른 6조맥에 비해 원맥의 품질 특성이 가장 우수하였으며, 6조맥 중에서는 겉보리가 쌀보리에 비해 특성이 더 우수한 것으로 보인다. 종합적으로 국산보리의 제맥 적성을 평가하기 위하여 분석한 결과들은 2조맥 맥주보리의 제맥 적성이 가장 우수하며, 6조맥 겉보리는 이에 근접하는 특성을 보여준 반면에 6조맥 쌀보리의 경우에는 대부분의 품종에서 제맥 적성이 불량함을 알 수 있었다.

### 나. 재료 및 방법

원맥의 품질을 평가하기 위하여 단백질, 수분, 천립중, 발아세, 발아율, 3일 수감수성과 5일 수감수성을 측정하였다. 평가에 사용된 원맥은 기 선정된 6조 쌀보리의 자수정찰쌀 보리, 흰찰쌀 보리와 6조 겉보리의 다향 보리, 삼광찰 보리 및 대조구인 2조 맥주보리인 진양 보리 외에 품종별 특성을 참고하기 위하여 각 품종별로 1개씩의 보리를 추가하여 실험하였다. 즉, 6조 쌀보리에는 강호청쌀 보리, 6조 겉보리에는 헤미 보리를, 2조 맥주보리에는 호품 보리를 추가하여 특성을 분석하였다. 원맥의 단백질과 수분 함량은 AOAC법[61]으로 분석하였으며, 천립중, 발아세, 발아율, 3일 및 5일 수감수성은 ASBC 방법[5]에 따랐다.

#### (1) 발아세, 발아율

각각의 petri dish에 여과지 2장을 깔고 증류수 4.5 ml를 넣고 시료 100립을 채취하여 넣는다. 20℃와 95% 상대습도 이상으로 설정된 발아상에서 72 시간 경과 후 발아한 곡립의 수를 센 후 버린다(발아세). 발아되지 않은 보리는 다시 petri dish에 넣고 48 시간 후 발아한 곡립의 수를 센다(발아율).

$$\text{발아세}(\%) = A$$

$$\text{발아율}(\%) = A + B$$

식에서 A = 72 시간 경과 후 발아한 곡립의 수

B = 48 시간을 더 발아시킨 다음 발아한 곡립의 수

## (2) 수감수성

Petri dish에 여과지 2장을 깔고 증류수를 각각 4.5 ml와 9 ml를 넣고 시료 100립을 채취하여 넣는다. 온도 20℃와 상대습도 95% 이상으로 설정된 발아상에서 72(또는 120) 시간 경과 후 각각 발아한 곡립의 수를 센다.

$$\text{수감수성}(\%) = (B - A)$$

식에서 A = 72(또는 120) 시간 경과 후 4.5 ml에서 발아한 곡립의 수

B = 72(또는 120) 시간 경과 후 9 ml에서 발아한 곡립의 수

## 다. 결과

다양한 국산보리의 원맥 품질특성을 분석한 결과는 다음 표와 같다. 원맥의 품질 특성은 보리에 따라 달라지지만 이를 2조 맥주보리, 6조 쌀보리, 6조 겉보리로 대별하였을 때에도 큰 품질 특성을 보임을 알 수 있었다.

먼저 원맥의 품질 특성 평가를 위한 중요한 평가 기준은 수량성과 관련된 항목으로 맥아의 천립중, 발아세, 발아율, 수분, 단백질이다. 맥아의 천립중은 추출수율과 비례하기 때문에 31~43 g의 범위가 좋다고 알려져 있다. 본 실험에서 맥주보리의 천립중은 42.0 g으로 높으나 다른 보리들은 그에 미치지 못하는 것을 확인할 수 있다. 다만 6조 겉보리는 이 기준의 하한선에 도달해 있음을 알 수 있었다. 또한 발아세와 발아율은 발아력의 지표로 발아율이 떨어지게 되면 맥아의 품질저하와 맥즙 여과시간을 지연시키므로 96% 이상을 기준으로 하고 있는데, 모든 보리 분석치는 발아력에 큰 차이가 없었지만 6조 쌀보리의 경우에는 대부분 하한 기준선 근처에 있음을 알 수 있었다. 그리고 원맥 수분의 양은 저장 중 충해나 곰팡이의 피해를 방지하고 발아율 감소를 피하기 위해 13% 이내로 한정하는데 맥주보리, 쌀보리, 겉보리 모두 기준치 범위에 포함되어있다. 이러한 수량성과 더불어 원맥의 단백질 함량은 맥주의 품질에 영향을 미친다. 맥아의 단백질 함량이 높으면 상대적으로 탄수화물 함량이 낮아 추출 수율이 감소하고 제품의 혼탁 등의 문제를 일으켜 맥주 품질에 좋지 못한 영향을 미치기 때문에 단백질함량은 13.5% 정도가 가장 좋은 것으로 알려져 있다. 쌀보리의 경우는 14.1%로 다른 보리들에 비해 다소 단

백질 함량이 높은 것으로 나타났다. 따라서 원맥의 품질 특성 분석결과 맥주보리가 다른 6조맥에 비해 제맥 적성이 가장 우수하였으며, 6조맥 중에서는 겉보리가 쌀보리에 비해 제맥 적성이 더 우수한 것으로 보인다.

Table 3. Physicochemical properties and compositions of Korean barley

|              | Cultivar | Protein (%) | Moisture (%) | Thousand grain weight (g) | Percent of germination after 3 days | Percent of germination after 5 days | Water sensitivity at 3 days (%) | Water sensitivity at 5 days (%) |
|--------------|----------|-------------|--------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 2-row        | 호품       | 11.5        | 10.70        | 43.7                      | 97.3                                | 99.7                                | 0.3                             | 1.0                             |
|              | 진양       | 11.8        | 10.09        | 43.9                      | 89.0                                | 98.7                                | -9.0*                           | 0.3                             |
| 6-row<br>쌀보리 | 자수정<br>찰 | 16.3        | 11.27        | 29.7                      | 79.7                                | 83.3                                | 7.0                             | 6.3                             |
|              | 흰찰       | 14.7        | 12.14        | 26.0                      | 92.3                                | 94.3                                | 7.0                             | 2.3                             |
|              | 강호청      | 12.7        | 11.46        | 27.5                      | 91.0                                | 95.7                                | 1.7                             | 2.7                             |
| 6-row<br>겉보리 | 다향       | 12.0        | 10.69        | 30.8                      | 98.3                                | 99.7                                | 1.7                             | 2.0                             |
|              | 삼광찰      | 11.3        | 10.48        | 33.2                      | 96.7                                | 98.3                                | 11.7                            | 4.3                             |
|              | 헤미       | 13.0        | 10.46        | 31.3                      | 100.0                               | 100.0                               | 3.0                             | 2.3                             |

\*Negative value of water sensitivity at 3 days of 진양 is caused by low percent of germination after 3 days. So it is supposed to as 0.

녹맥아의 용해도 및 제맥 상태를 추정하기 위해서는 신장도 별로 걸리는 시간을 측정한다. 국산보리의 품종별 발아 후 엽아 길이의 신장된 정도를 측정하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

녹맥아의 품질 특성 상 바람직한 제조 종말점은 원맥의 크기 대비 엽아의 길이를 백분율로 표시했을 때 150 내지 200%로 보고 있다. 이 범위에서 가장 많은 효소역가를 보여주기 때문이다. 국산 보리의 각 신장율에 도달하는 시간은 품종별로 차이를 보이고 있다. 신장율 200%에 도달하는 시간은 2조맥 맥주 보리와 6조맥 겉보리의 경우 6.5일로 동일하였으나, 6조맥 쌀보리의 경우에는 신장율 100%에 도달하는데 6일 이상이 소요되었다. 이는 6조맥 쌀보리의 경우 발아 시간도 더딜 뿐만 아니라 엽아의 성장 속도도 매우 느리다는 것으로 녹맥아의 제조가 잘

되지 않음을 의미한다. 녹맥아의 제조가 잘 되지 않을 경우 원맥이 수분과 접촉하는 시간이 길어져서 원맥의 전분이 물속에 과다 용해되고 이를 통하여 부차적인 원하지 않는 반응들이 일어나게 된다. 실제로 6조맥 쌀보리의 녹맥아 제조 과정 중, 특히 자수정찰쌀 보리에서 많은 곰팡이의 성장이 발견되었다.

Table 4. Duration time (days) after germination at each germination rate of Korean barley

|              | Cultivar | Germination rate |     |     |      |      |      |
|--------------|----------|------------------|-----|-----|------|------|------|
|              |          | 50%              | 60% | 80% | 100% | 150% | 200% |
| 2-row        | 호품       | 2                | 2.5 | 3.5 | 4.5  | 6    | 6.5  |
|              | 진양       | 2                | 2.5 | 3.5 | 4.5  | 6    | 6.5  |
| 6-row<br>쌀보리 | 자수정찰     | 4                | 5   | 6.5 |      |      |      |
|              | 흰찰       | 3                | 4   | 5   | 6    |      |      |
|              | 강호청      | 3                | 4   | 5   | 6    |      |      |
| 6-row<br>겉보리 | 다향       | 2                | 2.5 | 3.5 | 4.5  | 6    | 6.5  |
|              | 삼광찰      | 2                | 2.5 | 3.5 | 4.5  | 6    | 6.5  |
|              | 혜미       | 2                | 2.5 | 3.5 | 4.5  | 6    | 6.5  |

### 3. 국산보리의 제맥 적성 분석

#### 가. 재료 및 방법

제맥 적성 평가를 위한 실험을 위해 신장도, 맥아수율, 맥즙 당화 및 여과시간, 추출율, 맥즙 색도, 콜박 지수(Kolbach index), 프리아빌리티(friability), 효소역가를 측정하였으며 측정 방법은 ASBC법을 따랐고, 수분, 단백질 함량 측정 방법은 AOAC법에 의하여 분석하였다.

#### (1) 신장도

2.2 mm의 체로 세맥을 제거한 후 정상조건 하에서 일정시간 발아시킨 녹맥아 100립을 준비한다. 엽아의 길이를 맥아 길이 대비로 분류하여 분류량에 따라 신장도를 측정한다.

## (2) 맥아수율

제맥 전 원맥의 무게와 수분함량을 측정한다. 일정한 조건 하에서 제맥하고 제근한 맥아의 무게와 수분함량을 측정한다.

$$\text{맥아수율(\%)} = B/A \times 100$$

식에서 A = 제맥 전 맥아의 무게, B = 제맥 후 맥아의 무게

## (3) 맥즙 당화 및 여과시간

분쇄한 맥아 50 g을 정확히 평량한다. 무게가 기입되어 있는 mash beaker에 3차 증류수를 각각 200 ml씩 넣고 mashing bath에 장착한 후 프로그램을 시작한다. 약 30 분 정도 후 45°C에서 부저음이 발생하면 준비한 맥아를 각각의 mash beaker에 넣고 교반봉을 장착한다. 45°C에서 100 rpm으로 30 분간 교반한다. 30 분 경과 후 25 분간 70°C로 승온한다. (1°C/min) 온도가 70°C로 고정되면 각각의 mash beaker에 70°C 증류수 100 ml씩 첨가하고 100 rpm으로 1 시간 동안 교반한다. 증류수 첨가 후 5분, 7분, 10분이 되었을 때 석고판에 유리봉을 이용하여 맥즙을 한두방울 떨어뜨리고 0.01 N Iodine 용액으로 요오드-녹말 반응을 확인하여 기록한다. (당화시간) 필요 시 5 분 간격으로 확인한다. 1 시간 후 맥즙을 냉각한다. 냉각 후 mash beaker에 물을 제거하고 내용물의 무게가 450 g이 되도록 3차 증류수를 첨가한다. 500 ml 메스실린더에 funnel과 folded filter paper(Schleicher & Schuell 597 1/2)를 이용하여 여과를 한다. 초기 여과된 100 ml를 funnel에 다시 붓고 여과된 맥즙이 100 ml와 200 ml일 때 시간을 측정한다. (여과시간)

## (4) 추출율

맥아의 추출율(%)은 다음 식으로 산출한다.

$$\text{추출율, as-is (\%)} = \{ P (M + 800) \} / (100 - P)$$

식에서 P = 맥즙의 추출율 (% Plato)

M = 맥아의 수분 함량 (%)

800 = 당화 시 맥아 100 g에 사용된 증류수의 양

$$\text{추출율, dry-basis (\%)} = (E \times 100) / (100 - M)$$

식에서 E = 추출율, as-is (%)

M = 맥아의 수분 함량 (%)

(5) 맥즙 색도

맥즙의 색도(EBC units)는 다음 식으로 산출한다.

$$\text{맥즙 색도 (EBC units)} = 25 \times A_{430} \times F$$

식에서 25 = 증배 계수

A = 430 nm에서 측정된 흡광도 값 (10 mm cuvette)

F = 희석 배수

(6) 콜박 지수 (Kolbach index)

콜박 지수는 맥아의 전질소 함량과 가용성 질소 함량의 비로써 계산할 수 있다.

$$\text{콜박 지수} = (N_s \times 100)/N$$

식에서  $N_s$  = 맥아(d.b.)의 가용성 질소 함량 (%)

N = 맥아(d.b.)의 전질소 함량 (%)

(7) Friability

맥아 50 g을 평량한다. friability meter에 넣고 8분간 분쇄한다. 분쇄되지 않고 체에 남아있는 맥아를 모아 평량한다.

$$\text{Friability(\%)} = 100 - (2 \times A)$$

식에서 A = 분쇄되지 않고 체에 남아있는 맥아 무게 (g)

(8) 효소역가

맥아 추출액을 일정량의 전분용액에 가한 후 일정시간 반응시켰을 때  $\beta$ -amylase가 전분을 maltose로 분해시킨 후 남아있는 전분량을 요오드 용액으로 발색시켜 0.1 N thiosulphate 용액으로 무색이 될 때까지 적정함으로써 당화력을 측정한다.

$$\text{효소역가, as-is (W.K)} = (B - S) \times \text{factor}$$

$$\text{효소역가, dry basis (W.K)} = (D \times 100)/(100 - M)$$

식에서 B = blank에 소비된 0.1 N thiosulphate 용액량(mL),

S = sample에 소비된 0.1 N thiosulphate 용액량(mL),

D = 효소역가, as-is (W.K), M = 맥아의 수분함량 (%)

나. 결과

국산보리의 제맥 적성을 평가하기 위하여 분석된 결과는 다음 표와 같다. 사용된 보리로는 2조맥으로 호품과 진양을, 6조맥 쌀보리로는 자수정찰, 흰찰, 강호청을, 6조맥 겉보리로는 다향, 삼광찰, 헤미의 총 8 종에 대하여 분석을 실시하였다.

Table 5. Physicochemical properties and compositions of malts made by Korean barley

|           | Cultivar | Yield (%) | Extension rate (%) | Malt protein (%) | 여과 시간 (min/100 ml) | 여과 시간 (min/200 ml) | Wort color | Extract ion rate (dry,%) | Kolbach index | Friability (%) |
|-----------|----------|-----------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------|--------------------------|---------------|----------------|
| 2-row     | 호품       | 82.1      | 75.9               | 10.7             | 12.5               | 39.0               | 3.6        | 72.3                     | 29.5          | 90.9           |
|           | 진양       | 81.5      | 72.5               | 11.9             | 20.0               | 61.0               | 3.1        | 71.7                     | 30.0          | 85.4           |
| 6-row 쌀보리 | 자수정찰     | 76.7      | 39.4               | 19.8             | 12.5               | 41.5               | 7.7        | 66.2                     | 35.0          | 76.4           |
|           | 흰찰       | 78.5      | 42.5               | 14.9             | 40.0               | 1~                 | 2.3        | 68.7                     | 20.2          | 44.7           |
|           | 강호청      | 80.4      | 67.8               | 12.5             | 16.5               | 55.5               | 2.9        | 68.5                     | 19.1          | 59.0           |
| 6-row 겉보리 | 다향       | 80.9      | 72.8               | 11.9             | 8.3                | 28.0               | 4.2        | 67.9                     | 26.1          | 85.0           |
|           | 삼광찰      | 83.8      | 73.9               | 11.3             | 1~                 | 1~                 | 3.4        | 65.7                     | 26.5          | 71.7           |
|           | 헤미       | 82.2      | 70.4               | 12.9             | 35.7               | 1~                 | 3.9        | 64.8                     | 24.1          | 81.7           |

맥아 수율은 특정 원맥으로부터 생산될 수 있는 맥아의 수득을 추정하기 위하여 일정량의 원맥 건물중(dry weight)에 대한 제맥아 후 맥아(뿌리를 제거한 맥아) 건물중의 비율로 계산한다. 일반적으로 맥아 수율은 80% 이상이면 양호한 것으로 보는데, 표에서 보듯이 대부분의 국산보리의 맥아 수율은 6조맥 쌀보리를 제외하고 80% 이상의 맥아 수율을 보였다. 특히 2조맥과 6조맥 겉보리의 경우에는 유의성을 보이지 않았다. 신장도는 맥아 엽아 길이의 신장된 정도를 확인하여 용해도 및 제맥아 상태를 추정하는데 이용한다. 따라서 일정 기간 발아시킨 녹맥아를 이용하여 상태를 추정하는데, 2조맥이나 6조맥 겉보리의 경우에는 양호한 성장을 보이고 있는 반면에 6조맥 쌀보리는 성장률이 극히 부진함을 알 수 있었다. 특히 자수정찰과 흰찰 쌀보리의 경우 그 정도가 매우 심함을 알 수 있다. 맥즙 당화 및 여과시간은 맥아 효소의 작용으로 맥아 중의 불용성 물질이 가용성화 되고 전분이 발효성 당으로 전환되는데, 제맥아 상태가 좋을수록 용해도가 높아지게 되어 당화 및 여과시간이 짧아지게 된다. 일반적으로 여과시간이

최대 90 분 이상이면 품질이 좋지 않은 것으로 추정하게 되는데, 모든 국산보리의 당화 및 여과시간은 90 분 이하로 양호함을 보였다. 맥아의 추출율은 맥아의 추출율이 높을수록 용출되는 성분량이 많아져 비중이 높아진다는 점에 착안하여 비중계로 맥즙의 비중을 측정함으로써 추출율을 추정하게 된다. 맥아의 추출율은 표에서 보듯이, 2조맥의 추출율이 6조맥에 비하여 우수함을 알 수 있었으며, 6조맥의 경우에는 쌀보리나 겉보리 모두 큰 차이를 보이지 않았다. 콜박 지수는 맥아의 전 질소 함량과 가용성 질소 함량의 비로써 계산할 수 있다. 즉 전체 질소 중에서 가용성으로 사용할 수 있는 질소의 비율을 알려주고 있는데, 표에서 보듯이 2조맥의 콜박 지수가 6조맥에 비하여 큰 값을 보여주고 있으므로, 질소원으로의 이용이 더 우수함을 알 수 있었다. 다만 6조맥 쌀보리 자수정찰의 경우 2조맥보다 더 높은 콜박 지수는 제맥 중에 발생한 곰팡이의 발생 등의 원인에 의한 이상 현상으로 추정된다. friability는 맥아의 부스러지는 정도를 이용하여 맥아 용해 및 제맥 상태를 추정하게 되는데, 2조맥의 값이 가장 높고, 6조맥 겉보리, 6조맥 쌀보리의 순서를 보여 주었다. 종합적으로 국산보리의 제맥 적성을 평가하기 위하여 분석한 결과들은 2조맥 맥주보리의 제맥 적성이 가장 우수하며, 6조맥 겉보리는 이에 근접하는 특성을 보여준 반면에 6조맥 쌀보리의 경우에는 대부분의 품종에서 제맥 적성이 불량함을 알 수 있었다.

Table 6. Enzyme activities of Korean barley malt according to the germination rate

|              | Cultivar | Germination rate |       |       |       |       |       |       |
|--------------|----------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|              |          | 0%               | 50%   | 60%   | 80%   | 100%  | 150%  | 200%  |
| 2-row        | 호품       | 66.5             | 96.6  | 165.9 | 208.3 | 218.6 | 221.1 | 216.0 |
|              | 진양       | 66.9             | 101.9 | 182.3 | 241.8 | 261.6 | 247.7 | 279.6 |
| 6-row<br>쌀보리 | 자수정찰     | 61.9             | 206.2 | 184.5 | 159.4 | 186.3 | 134.2 | 0.0   |
|              | 흰찰       | 75.9             | 243.5 | 234.8 | 225.4 | 263.6 | 254.0 | 350.8 |
|              | 강호청      | 66.7             | 204.3 | 223.3 | 199.9 | 211.0 | 228.1 | 341.6 |
| 6-row<br>겉보리 | 다향       | 81.6             | 160.2 | 249.3 | 290.4 | 313.6 | 314.5 | 330.9 |
|              | 삼광찰      | 67.7             | 80.2  | 131.7 | 160.2 | 176.5 | 194.1 | 199.6 |
|              | 혜미       | 107.0            | 138.9 | 253.6 | 301.5 | 324.9 | 359.6 | 338.7 |

맥아를 생산함에 있어서 가장 기대치가 높은 것은 우수한 효소역가를 가지는 맥아의 생산에 있다 할 수 있으므로, 각 품종별로 발아 정도에 따라 맥아가 생산해 내는 효소역가를 분석해

보았다. 20℃의 발아상에서 시료 50 g을 맥아통에 담고 세척 후에 큰 물통에 담가 8시간 침맥을 하고, 물을 제거한 후 밀폐용기에 4 개씩 담아 20℃의 발아상에 발아를 시키는 방법을 이용하여 효소역가를 분석하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

Table 6에서 발아율 0%는 대조구로써 원맥의 효소역가를 나타내고 있다. 원맥의 효소역가는 6조맥 겉보리의 헤미를 제외하면 대략 70 내지 80을 나타내고 있다. 모든 원맥의 효소역가는 발아율이 증가함에 따라 증가하다가 발아율이 150 - 200% 이상이 되면 감소하는 경향을 보였다. 그러므로 일반적으로 제맥에서 발아의 종말점을 발아율 200%로 잡게 되는 것이다. 2조맥과 6조맥 겉보리의 경우에는 발아율에 따라 거의 유사한 효소역가를 보이다가 6조맥 겉보리인 다향이나 헤미는 효소역가가 크게 증가하여 2조맥의 효소역가를 훨씬 상회하는 값들을 보여 주었다. 그러나 6조맥 쌀보리의 경우에는 심각한 값의 변화를 보여주고 있다. 이는 쌀보리가 부패로 인하여 재발아 시킨 후 분석하였기 때문이다. 쌀보리는 발아율도 낮지만 시간의 흐름에 따라 부패가 심했는데, 자수정은 100%부터 흰찰과 강호청은 150%부터 재발아 시킨 결과이다. 특히 자수정찰은 부패가 많아 비율별 선별하여 분석을 함에 따라 신뢰도가 떨어질 수밖에 없다.

#### 4. 맥아 제조의 신기술 적용

##### 가. 요약

제맥적성 평가를 위한 실험을 위해 천립중, 발아세, 발아율, 수감수성, 침맥시간, 신장도, 효소역가 측정 방법은 ASBC법을 따랐고, 수분, 단백질 실험 방법은 AOAC법에 의하여 분석하였다. 국내산 2조맥 맥주보리인 광맥보리와 진양보리 2종, 6조맥 겉보리인 다향보리 1종에 대하여 제맥 적성을 평가한 결과, 광맥보리가 다른 보리에 비해 제맥 적성이 가장 우수하였으며, 품종 분류면에서는 2조맥이 6조맥에 비해 제맥 적성이 더 우수한 것으로 보인다. 제맥을 통하여 만들어진 맥아의 가장 중요한 기능들은 맥즙에서 효소의 공급과 알코올 발효에서 원료가 되는 탄수화물의 공급이다. 탄수화물의 공급은 adjunct를 통하여 후속 공정에서 첨가될 수도 있기 때문에 제맥 시 공급되는 효소의 양이 더 중요할 수밖에 없다. 초음파를 원맥에 처리하고 맥아를 제조하였을 때, 효소역가의 증가는 모든 보리에서 초음파 강도가 클수록 그리고 초음파 처리 시간이 길어질수록 크게 증가하였다. 특히 6조맥인 광맥의 효소역가는 다른 보리의 효소역가에 비해 크게 증가함을 알 수 있다. Microwave 처리의 경우에는, 광맥보리, 진양보리, 다향보리 모두 microwave 처리에 의해서 그리고 처리 횟수가 증가함에 따라 효소역가가 증가함을 확인 할 수 있었다. 하지만 microwave 처리횟수 5회와 10회의 경우에는 세 품종 모두 효소

역가 증가량이 크지 않아서 유의성을 보이지는 않았다.

## 나. 재료 및 방법

### (1) 제맥 방법

제맥은 Automatic Micromalting Systems (Phoenix Biosystems Co., Australia)을 이용하여 침맥(Steeping)과 발아(Germination), 배조(Kilning)의 3단계로 진행이 되었다. 침맥은 15°C에서 wet steeping과 dry steeping을 3회 반복하여 실시하였으며, germination은 16°C에서 총 5일간 보리를 발아시킨 후 제근하여 사용하였다. 배조는 처음 30분간 45°C를 유지한 후, 65°C까지 각 5°C의 온도 구간별 온도 증가속도를 점차 감소시킨 다음, 85°C까지는 온도 증가속도를 점차 크게 하여 제맥하였다. 제조된 맥아는 Drum mill (Malt Drum Mill, Jeil Industry Co., Korea)을 이용하여 1 mm의 간극으로 분쇄하였다.

### (2) 측정방법

제맥적성 평가를 위한 실험을 위해 천립중, 발아세, 발아율, 수감수성, 침맥시간, 신장도, 효소역가 측정 방법은 ASBC법을 따랐고, 수분, 단백질 실험 방법은 AOAC법에 의하여 분석하였다.

#### (가) 발아세, 발아율

각각의 petri dish에 여과지 2장을 깔고 증류수 4.5ml를 넣고 시료 100립을 채취하여 넣는다. 20°C와 95% 상대습도 이상으로 설정된 발아상에서 72시간 경과 후 발아한 곡립의 수를 센 후 버린다(발아세). 발아되지 않은 보리는 다시 petri dish 넣고 48시간 후 발아한 곡립의 수를 센다(발아율).

$$\text{발아세(\%)} = A$$

$$\text{발아율(\%)} = A + B$$

식에서 A = 72시간 경과 후 발아한 곡립의 수

B = 48시간을 더 발아시킨 다음 발아한 곡립의 수

#### (나) 수감수성

Petri dish에 여과지 2장을 깔고 증류수를 각각 4.5ml와 9ml를 넣고 시료 100립을 채취하여 넣는다. 온도 20°C와 상대습도 95% 이상으로 설정된 발아상에서 72시간 경과 후 각각 발아한

곡립의 수를 센다.

$$\text{수감수성(\%)} = (B - A)$$

식에서 A = 72시간 경과 후 4.5ml에서 발아한 곡립의 수

B = 72시간 경과 후 9ml에서 발아한 곡립의 수

#### (다) 침맥도

Micro malting plant용 용기에 원맥 20G을 각각 10개 정도 거름망에 담아 침맥을 시작한다. 일정시간 (보통 33, 39, 45시간) 침맥 후 거름망을 꺼내어 탈수기에서 8분간 탈수 후 립중을 측정한다.

$$\text{침맥도(\%)} = (B - A)/B \times 100$$

식에서 A = 침맥 전 원맥의 건중(g)

B = 침맥 후 보리의 무게(g)

#### (라) 신장도

2.2 mm의 체로 세맥을 제거한 후 정상조건 하에서 일정시간 발아시킨 녹맥아 100립을 준비한다. 엽아의 길이를 맥아 길이 대비로 분류하여 분류량에 따라 신장도를 측정한다.

#### (마) 맥아수율

제맥 전 원맥의 무게와 수분함량을 측정한다. 일정한 조건 하에서 제맥하고 제근한 맥아의 무게와 수분함량을 측정한다.

$$\text{맥아수율(\%)} = B/A \times 100$$

식에서 A = 제맥전 맥아의 무게, B = 제맥 후 맥아의 무게

#### (바) Friability

맥아 50g을 평량한다. friability meter에 넣고 8분간 분쇄한다. 분쇄되지 않고 체에 남아있는 맥아를 모아 평량한다.

$$\text{Friability(\%)} = 100 - (2 \times A)$$

식에서 A = 분쇄되지 않고 체에 남아있는 맥아 무게(g)

#### (사) 효소역가

맥아 추출액을 일정량의 전분용액에 가한 후 일정시간 반응시켰을 때  $\beta$ -amylase가 전분을 maltose로 분해시킨 후 남아있는 전분량을 요오드 용액으로 발색시켜 0.1N thiosulphate 용액으로 무색이 될 때까지 적정함으로써 당화력을 측정한다.

$$\text{효소역가, as-is (W.K)} = (B - S) \times \text{factor}$$

$$\text{효소역가, dry basis (W.K)} = (D \times 100)/(100 - M)$$

식에서 B = blank에 소비된 0.1N thiosulphate 용액량(mL),

S = sample에 소비된 0.1N thiosulphate 용액량(mL),

D = 효소역가, as-is (W.K), M = 맥아의 수분함량 (%)

#### (3) 초음파 적용 제맥

초음파는 맥아 제조 전에 흡습 상태에서 원맥에 처리하여 효소 활성을 높이고자 시도하였다. 시료당 25 L 크기의 수조에 immersion type의 300 x 150 mm 크기의 초음파 발전기((주)우성 초음파 제작)를 넣고 18 L의 물에 225 g의 원맥으로 실험하였다. 초음파 영향인자로는 초음파의 주파수(frequency), 초음파의 세기(intensity), 초음파 적용 시간(time), 물의 온도(temperature)가 있다. 초음파의 주파수는 문헌조사에 따르면 보리의 발아에 가장 영향이 큰 주파수가 20 kHz이므로 20 kHz로 고정하였으며, 물의 온도도 상온인 25°C로 고정하였다. 따라서 남은 두 가지 인자인 초음파 세기와 시간을 각각 3 구획으로 하는 3 x 3 factorial design에 따라 실험을 시행하였다. 이 때, 초음파 세기는 100 W, 300 W, 500 W로 하였으며, 적용 시간은 5, 10, 15 분으로 하였다.

#### (4) Microwave 적용 제맥

Microwave는 초음파와 마찬가지로 맥아 제조 전에 원맥에 처리하였다. Microwave파 주파수는 2450 MHz로 고정되어 있으며, 침맥에 오래 적용할 경우 물의 온도가 급상승하여 전분의 호화가 일어날 우려가 있으므로 간헐적으로 microwave파를 쪼이는 방법으로 실험을 하였다. 1 L의 물에 10 g의 원맥을 침지하고, microwave파를 10 초간 침맥에 적용하고 5 분간 쉬는 방식으로 시료당 1, 3, 5, 10 회 microwave파 노출 횟수로 실험하였다.

다. 결과

(1) 기존 제맥 기술을 이용한 맥아의 제조

(가) 국내산 보리의 제맥적성

국내산 2조맥 맥주보리인 광맥보리와 진양보리 2종, 6조맥 겉보리인 다향보리 1종에 대하여 제맥 적성을 평가하였다. 먼저, 국내산 일반보리를 맥아로 생산하기 위하여, 1차년도 실험 결과에 따라 가장 맥주를 제조하기에 적합한 6조맥 겉보리인 다향을 선정하였으며, 다향과 비교하기 위하여 2조맥 맥주보리인 진양을 선정하였다. 이들을 계약재배로 통과하는 과정에서, 진양이 내한성이 떨어지므로 농촌진흥청 국립식량과학원 벼맥류부의 조언에 따라 내한성이 우수한 광맥을 추가하게 되었다.

Table 7. Mean and standard deviation (S.D.) of physicochemical parameters and compositions of Korean barley and malt

|                            | 광맥          | 진양          | 다향          |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Barley</i>              |             |             |             |
| Thousand grain weight (g)  | 42.9 ± 2.0  | 39.0 ± 1.7  | 31.4 ± 1.8  |
| Germination rate (%)       | 96.9 ± 1.1  | 89.0 ± 5.0  | 94.0 ± 0.9  |
| Percent of germination (%) | 98.9 ± 0.2  | 98.7 ± 0.1  | 99.7 ± 0.1  |
| Moisture (%)               | 10.7 ± 0.4  | 10.1 ± 0.1  | 10.3 ± 0.2  |
| Protein (%)                | 11.5 ± 2.6  | 11.8 ± 1.3  | 12.0 ± 0.6  |
| <i>Malt</i>                |             |             |             |
| Yield (%)                  | 82.1 ± 0.9  | 81.5 ± 2.1  | 80.9 ± 1.8  |
| Root length (mm)           | 75.9 ± 1.3  | 72.5 ± 1.1  | 72.8 ± 1.4  |
| Malt protein (%)           | 11.7 ± 1.5  | 11.7 ± 1.9  | 11.9 ± 1.1  |
| friability (%)             | 90.9 ± 2.1  | 85.4 ± 1.3  | 85.0 ± 2.0  |
| Enzyme activity (WK)       | 295.4 ± 8.9 | 256.6 ± 2.0 | 279.4 ± 7.8 |

위 표는 맥종별 원맥과 맥아에 대한 물리화학적 분석 결과의 평균과 표준편차를 나타낸다. 먼저 제맥의 경우, 제맥 적성 평가를 위한 맥아의 중요한 평가 기준은 수량성과 관련된 항목으로 원맥의 천립중, 발아세, 발아율, 수분, 단백질이다. 원맥의 천립중은 추출수율과 비례하기 때

문에 31~43 g의 범위가 좋다고 알려져 있으며 본 실험에서 모든 보리의 천립중이 이 범위에 있으나, 광맥보리의 천립중은 42.9 g으로 가장 높았다. 또한 발아세와 발아율은 발아력의 지표로 발아율이 떨어지게 되면 맥아의 품질저하와 맥즙 여과시간을 지연시키므로 95% 이상을 기준으로 하고 있는데, 모든 보리 분석치는 발아력에 큰 차이가 없었다. 그리고 원맥 수분의 양은 저장 중 충해나 곰팡이의 피해를 방지하고 발아율 감소를 피하기 위해 13% 이내로 한정하는데 모든 맥종이 기준치 범위에 포함되어 있다. 이러한 수량성과 더불어 맥아의 단백질 함량은 맥주의 품질에 영향을 미친다. 맥아의 단백질 함량이 높으면 상대적으로 탄수화물 함량이 낮아 추출 수율이 감소하고 제품의 혼탁 등의 문제를 일으켜 맥주 품질에 좋지 못한 영향을 미치기 때문에 단백질 함량은 13.5% 정도가 가장 좋은 것으로 알려져 있다. 본 실험에서 모든 맥종의 단백질 함량은 원맥과 맥아 모두가 12% 이하를 나타내었다. 또한 맥아의 품질을 나타내는 하나의 지표인 friability는 80% 이상을 기준으로 하고 있는데, 모든 맥종의 friability가 85% 이상을 나타내었다. 특히 광맥의 경우에는 90% 이상을 나타내어 매우 우수한 것으로 평가된다. 따라서 제맥적성의 분석결과 광맥보리가 다른 보리에 비해 제맥 적성이 가장 우수하였으며, 품종 분류면에서는 2조맥이 6조맥에 비해 제맥 적성이 더 우수한 것으로 보인다.

(2) 신기술 적용 제맥 기술을 통한 맥아의 제조

(가) 국산보리의 초음파 처리에 따른 효소역가

Table 8. Mean and standard deviation (S.D.) of enzyme activities (W.K) in Korean barley malts treated with different ultrasound intensity and treatment time

|           | 100 W       | 300 W       | 500 W       | Control     |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>광맥</i> |             |             |             | 295.4 ± 8.9 |
| 5 min     | 321.9 ± 6.7 | 335.0 ± 5.3 | 376.6 ± 6.4 |             |
| 10 min    | 368.4 ± 7.3 | 402.2 ± 9.2 | 483.5 ± 5.7 |             |
| 15 min    | 392.6 ± 4.7 | 470.6 ± 1.3 | 498.0 ± 4.3 |             |
| <i>진양</i> |             |             |             | 256.6 ± 2.0 |
| 5 min     | 275.2 ± 2.6 | 279.4 ± 2.6 | 286.6 ± 2.3 |             |
| 10 min    | 285.7 ± 5.6 | 295.6 ± 3.8 | 304.0 ± 6.3 |             |
| 15 min    | 292.0 ± 2.8 | 305.4 ± 2.2 | 316.6 ± 4.3 |             |
| <i>다향</i> |             |             |             | 279.4 ± 7.8 |
| 5 min     | 283.3 ± 5.2 | 295.6 ± 2.2 | 328.5 ± 6.7 |             |
| 10 min    | 292.1 ± 6.7 | 332.0 ± 2.9 | 349.9 ± 7.7 |             |
| 15 min    | 309.0 ± 7.2 | 355.4 ± 7.0 | 370.7 ± 8.5 |             |

제맥을 통하여 만들어진 맥아의 가장 중요한 기능들은 맥즙에서 효소의 공급과 알코올 발효

에서 원료가 되는 탄수화물의 공급이다. 탄수화물의 공급은 adjunct를 통하여 후속 공정에서 첨가될 수도 있기 때문에 제맥 시 공급되는 효소의 양이 더 중요할 수밖에 없다. 신기술을 적용하여 원맥에 처리하였을 때, 맥아의 효소역가가 증가할 것으로 생각된다. 우선, 초음파를 원맥에 처리하고 맥아를 제조하였을 때 변화하는 효소역가를 측정하였을 때의 결과는 다음 표와 같다.

Table 8은 국산보리를 초음파로 처리한 후 맥아를 제조하였을 때 효소역가 분석 결과의 평균과 표준편차를 나타낸다. 대조구로는 초음파 미처리 시료의 효소역가로써 control에 나타내었다. 일반적으로 효소역가가 250 이상이면 맥주용으로 적합하다고 할 수 있는데, 모든 시료의 효소역가는 250 이상으로 맥주용 맥아로 적합하다. 다만, 진양의 효소역가가 256.6으로 가장 낮은 값을 보였다. 대조구와 비교하여 모든 시료에서 초음파 처리는 효소역가를 증가시킴을 알 수 있다. 효소역가의 증가는 모든 보리에서 초음파 강도가 클수록 그리고 초음파 처리 시간이 길어질수록 크게 증가하였다. 특히 6조맥인 광맥의 효소역가는 다른 보리의 효소역가에 비해 크게 증가함을 알 수 있다. 초음파 처리에 의한 순수한 효소역가의 증가량을 알아보기 위하여 각 시료의 효소역가에서 대조구의 효소역가를 뺀 효소역가의 변화량을 다음 표에 나타내었다.

Table 9. Changes of enzyme activity in Korean barley malts treated with different ultrasound conditions

|        | 100 W |      |      | 300 W |      |      | 500 W |      |      |
|--------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|
|        | 광맥    | 진양   | 다향   | 광맥    | 진양   | 다향   | 광맥    | 진양   | 다향   |
| 5 min  | 26.5  | 18.6 | 1.9  | 39.7  | 22.8 | 16.2 | 81.2  | 30.1 | 49.1 |
| 10 min | 73.1  | 29.1 | 12.7 | 106.9 | 39.0 | 52.6 | 188.2 | 47.4 | 70.5 |
| 15 min | 97.3  | 35.4 | 29.6 | 175.2 | 48.8 | 76.0 | 202.7 | 60.0 | 91.3 |

위 표에서 효소역가의 변화량은 광맥보리의 경우 초음파 강도와 처리시간 모든 조건에서 다른 보리에 비해 효소역가가 크게 증가함을 알 수 있다. 다만 2조맥 맥주보리인 진양보리의 효소역가는 초음파의 세기와 처리시간이 짧은 저처리 조건에서는 효소역가의 증가량이 6조맥 일반보리인 다향보리에 비해 컸던 반면에, 초음파 세기가 강해지고 처리시간이 길어지는 고처리 조건에서는 오히려 다향보리의 효소역가 변화량이 진양보리에 비해 두드러지는 현상을 보여주었다. 따라서 일반적인 모든 초음파 조건에서 맥아의 효소역가를 증가시키기 위해서는 맥주보리인 광맥보리를 사용하는 것이 바람직하나, 본 연구의 목적인 국산일반보리의 이용 측면에서

는 다향보리를 사용하되, 초음파 처리조건을 높은 초음파 강도와 긴 처리시간의 고강도 조건에서 처리하는 것이 바람직할 것이다.

(나) 국산보리의 Microwave 처리에 따른 효소역가

다음 표는 광맥보리, 진양보리, 다향보리의 원맥에 microwave파로 처리하였을 때 효소역가의 평균과 표준편차를 나타낸다. Microwave파는 상업적으로 이용되는 2450 MHz를 이용하였다. Microwave파는 원맥에 침투하여 발아를 자극함으로써 맥아의 효소역가를 높이는 효과를 기대할 수 있다. 이와 함께 microwave파는 물 분자와 공진함으로써 마찰하여 물의 온도를 높이기 때문이다. 높은 물의 온도는 전분의 호화 및 효소의 불활성화와 같은 부정적인 효과를 주게 된다. 이러한 2차적인 효과를 막기 위하여 본 연구에서는 microwave파를 시료당 1, 3, 5, 10 회 간헐적으로 microwave파를 노출시키는 방식으로 실험하였으며 그 결과는 다음 표와 같다.

Table 10. Mean and standard deviation (S.D.) of enzyme activities (W.K) in Korean barley malts treated with different number of microwave exposures

| No. of exposure | 광맥          | 진양          | 다향          |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Control</i>  | 295.4 ± 8.9 | 256.6 ± 2.0 | 279.4 ± 7.8 |
| 1               | 301.5 ± 2.9 | 261.6 ± 1.8 | 290.3 ± 1.9 |
| 3               | 324.9 ± 5.0 | 267.7 ± 6.5 | 313.6 ± 1.0 |
| 5               | 359.6 ± 0.2 | 279.6 ± 5.5 | 324.5 ± 0.8 |
| 10              | 368.7 ± 1.3 | 276.9 ± 2.6 | 330.9 ± 0.6 |

위 표에서 볼 수 있듯이 광맥보리, 진양보리, 다향보리 모두 microwave 처리에 의해서 그리고 처리 횟수가 증가함에 따라 효소역가가 증가함을 확인 할 수 있었다. 하지만 microwave 처리횟수 5회와 10회의 경우에는 세 품종 모두 효소역가 증가량이 크지 않아서 유의성을 보이지는 않았다. 이와 함께 전체적으로는 Table 2에서 보듯이 초음파 처리한 보리들에 비해서는 효소역가의 증가가 미미하다고 볼 수 있다. 이는 microwave파의 물에 대한 특이성과 현존하는 microwave파 발전기의 주파수 한정성에 따른 실험설계의 미진함에 기인할 수 있다. 따라서 세 품종 모두에서 microwave 처리가 효소역가의 증가를 보였으므로, 다른 microwave 주파수를 낼 수 있는 발전기에 의한 추가실험이 이루어져서 이를 확인할 수 있다면 좋을 듯하다.

## 5. Kiln 건조 특성 확립

### 가. 요약

맥아 제조는 침맥(steepling), 발아(germination)와 배조(Kilning)으로 크게 나눌 수 있는데, Kiln 공정은 배조 공정으로 배조 시간과 온도를 변화시키면 변화량에 따라 제조되는 맥아의 색깔 및 품질을 결정할 수 있는 중요한 공정이다. Kiln 공정의 주요 변수는 시간과 온도로 볼 수 있으므로 배조 시간과 온도를 각각의 독립변수로 보고, 표준 공정 대비 배조 온도 및 시간 변화에 따른 맥아의 품질 변화를 알아보았다. 배조에서 온도를 증가시키면 훨씬 검고 쓴맛이 강한 맥아를 생산할 수 있으며, 특히 온도의 영향은 Kiln 전반부에 비하여 후반부에서 영향력이 크다고 할 수 있다. 즉, 맥아 타입으로 보면 온도가 약한 Kilning으로 Wien type의 맥아를, 온도를 증가시키면 따라 Pilsner type과 Munich type의 맥아를 생산할 수 있었다. 배조 초기 시간을 감소시킨 맥아나 배조 후기 시간을 감소시킨 맥아에서는 L값의 감소, 즉 옅은 색을 가지는 맥아를 생산할 수 있었다. 특히, 색의 감소 현상은 배조 후기에 시간을 감소시킨 것에서 더 크게 나타났다. 반면에, 전체적으로 배조 시간을 증가시킨 맥아는 관능 평가에서도 알 수 있듯이 짙은 색의 훨씬 쓴 맛을 가지는 맥아를 생산할 수 있었다.

### 나. 재료 및 방법

#### (1) 제맥 특성이 가장 우수한 국산보리의 선정

다양한 국산보리의 제맥 특성을 분석하고 맥주 제조 시 품질 우수성을 고려하여 6조맥 중에서 겉보리인 다향을 제맥을 위한 최적 품종으로 선별하였다. 대조구로는 2조맥 중에서 내한성이 뛰어나며, 알이 굵고 제맥 시 효소역가가 뛰어난 광맥을 선정하여 특성을 비교하였다.

#### (2) 발아력을 높이기 위한 신기술 적용

발아력을 높이기 위해 적용할 수 있는 신기술로써 초음파와 microwave가 있으나, microwave에 비해서 초음파가 효소역가 향상에 더 우수하므로 초음파를 적용 신기술로 선정하였다. 초음파 영향인자로는 초음파의 주파수(frequency), 초음파의 세기(intensity), 초음파 적용 시간(time), 물의 온도(temperature)가 있다. 초음파의 주파수는 20 kHz로 고정하였으며, 물의 온도도 상온인 25℃로 고정하였다. 남은 두 가지 인자인 초음파 세기와 시간은 발아력 향상에 가장 영향이 큰, 500 W와 15 분으로 결정하였다.

(3) 효소역가

맥아 추출액을 일정량의 전분용액에 가한 후 일정시간 반응시켰을 때  $\beta$ -amylase가 전분을 maltose로 분해시킨 후 남아있는 전분량을 요오드 용액으로 발색시켜 0.1N thiosulphate 용액으로 무색이 될 때까지 적정함으로써 당화력을 측정한다.

$$\text{효소역가, as-is (W.K)} = (B - S) \times \text{factor}$$

$$\text{효소역가, dry basis (W.K)} = (D \times 100)/(100 - M)$$

식에서 B = blank에 소비된 0.1N thiosulphate 용액량(mL),

S = sample에 소비된 0.1N thiosulphate 용액량(mL),

D = 효소역가, as-is (W.K), M = 맥아의 수분함량 (%)

(4) 맥아 색도의 측정

맥아의 색은 색차계(Minolta Color and color difference meter, CT-310, Japan)를 이용하여 각각의 L, a, b 값을 측정하였다.

(5) 효소역가

맥아 추출액을 일정량의 전분용액에 가한 후 일정시간 반응시켰을 때  $\beta$ -amylase가 전분을 maltose로 분해시킨 후 남아있는 전분량을 요오드 용액으로 발색시켜 0.1N thiosulphate 용액으로 무색이 될 때까지 적정함으로써 당화력을 측정한다.

$$\text{효소역가, as-is (W.K)} = (B - S) \times \text{factor}$$

$$\text{효소역가, dry basis (W.K)} = (D \times 100)/(100 - M)$$

식에서 B = blank에 소비된 0.1N thiosulphate 용액량(mL),

S = sample에 소비된 0.1N thiosulphate 용액량(mL),

D = 효소역가, as-is (W.K), M = 맥아의 수분함량 (%)

(6) Kiln 공정 변수의 변화 (온도)

Kiln 공정은 배조 공정으로 배조 시간과 온도를 변화시키면 변화량에 따라 제조되는 맥아의 색깔 및 품질을 결정할 수 있는 중요한 공정이다. Kiln 공정의 주요 변수는 시간과 온도로 볼 수 있으므로 배조 시간과 온도를 각각의 독립변수로 보고, 먼저 배조 온도 변화에 따른 맥아의 품질 변화를 알아보았다. 이는 표준 공정(대조구로써 Kiln 1) 대비 배조 초기에 온도를 상승시킨 공정 (Kiln 2), 또는 배조 후기에 온도를 상승시킨 공정 (Kiln 3), 또는 공정 전체의 온도를 상승시킨 것 (Kiln 4)으로 맥아를 제조하고 맥아의 색도와 효소역가를 평가하였다.

(7) Kiln 공정 변수의 변화 (시간)

Kiln 공정의 나머지 독립변수인 시간을 변화시킴으로써, 이에 따른 맥아의 품질 변화를 알아보았다. 이는 표준 공정(대조구로써 Kiln 1) 대비 배조 초기에 시간을 감소시킨 공정 (Kiln 5), 또는 배조 후기에 시간을 감소시킨 공정 (Kiln 6), 또는 배조 후기의 시간을 상승시킨 것 (Kiln 7)으로 맥아를 제조하고 맥아의 색도와 효소역가를 평가하였다.

다. 결과

(1) 공정 변수 조절에 의한 Kiln 건조 특성

맥아 제조는 침맥(steepling), 발아(germination)와 배조(Kilning)으로 크게 나눌 수 있는데, Kiln 공정은 배조 공정으로 배조 시간과 온도를 변화시키면 변화량에 따라 제조되는 맥아의 색깔 및 품질을 결정할 수 있는 중요한 공정이다. 따라서 Kiln 공정의 주요 변수는 시간과 온도로 볼 수 있다. 현재까지 사용된 Kilning의 표준 공정은 표 2와 같다. 또한 제맥의 신기술을 적용하고 표준 공정으로 맥아를 제조하여 효소역가를 분석한 결과는 다음 표와 같다.

Table 11. Enzyme activities of Korean barley malts treated with ultrasound and standard Kilning

|               | 광맥        | 다향        |
|---------------|-----------|-----------|
| 500 W, 15 min | 498.0±4.3 | 400.7±8.5 |
| Control       | 255.4±8.9 | 226.6±2.0 |

위 표에서 보듯이 광맥과 다향 모두 초음파 처리에 의해서 효소역가가 크게 증진됨을 알 수 있다. 광맥의 효소역가가 다향의 효소역가보다 더 크지만 초음파를 처리하지 않고 제조한 원맥의 효소역가인 control과 비교한다면, 증가하는 효소역가의 비율은 거의 비슷함을 알 수 있었다. 또한 전 해의 품종과 비교를 해 보면 초음파 처리 광맥의 효소역가는 비슷한 값을 보인 반면에, 초음파 처리 다향의 효소역가는 감소했음을 알 수 있다. 그러나 초음파를 처리하지 않은 원맥인 control의 효소역가는 전 해 보다 크게 낮은 것과 비교하면, 오히려 초음파 처리에 의해서 효소역가가 두 품종 모두 크게 증가했음을 알 수 있다. 따라서 원맥에 초음파 처리를 함으로써 맥아의 효소역가를 크게 향상시킬 수 있으며, 이 기술은 엿기름의 제조 등에도 적용할 수 있는 유익한 기술로 보인다.

(2) 맥아 제조 다양화를 위한 Kiln 건조 공정

Kiln 공정은 배조 공정으로 배조 시간과 온도를 변화시키면 변화량에 따라 제조되는 맥아의 색깔 및 품질을 결정할 수 있는 중요한 공정이다. Kiln 공정의 주요 변수는 시간과 온도로 볼 수 있으므로 우선 표준 공정(대조구로써 Kiln 1) 대비 배조 초기에 온도를 상승시킨 공정 (Kiln 2), 또는 배조 후기에 온도를 상승시킨 공정 (Kiln 3), 또는 공정 전체의 온도를 상승시킨 것 (Kiln 4)으로 맥아를 제조하고 맥아의 색도를 평가하였으며 그 결과는 다음 표들과 같다.

Table 12. Different temperature (°C) programing of kilning for the various types of malts

| Time (hr) | Kiln 1 (Control) | Kiln 2 | Kiln 3 | Kiln 4 |
|-----------|------------------|--------|--------|--------|
| 0.5       | 45               | 45     | 45     | 45     |
| 1.5       | 50               | 55     | 50     | 55     |
| 4         | 55               | 60     | 55     | 60     |
| 7.5       | 60               | 63     | 60     | 63     |
| 15        | 63               | 65     | 63     | 65     |
| 18.5      | 68               | 68     | 70     | 70     |
| 21        | 75               | 75     | 78     | 78     |
| 23        | 78               | 78     | 83     | 83     |
| 24        | 83               | 83     | 85     | 85     |
| 25        | 85               | 85     | 88     | 88     |
| 25.5      | 70               | 70     | 70     | 70     |
| 26.5      | 40               | 40     | 40     | 40     |

Table 13. Color changes of various types of malts changing temperature sequences in kiln operation

|        | L         | a        | b       | Sensory                           |
|--------|-----------|----------|---------|-----------------------------------|
| Kiln 1 | 101.7±5.4 | -1.6±0.1 | 7.3±0.2 |                                   |
| Kiln 2 | 104.1±2.6 | -1.5±0.3 | 7.1±0.6 | Almost same taste as Kiln 1       |
| Kiln 3 | 95.1±0.7  | -1.6±0.4 | 7.2±0.7 | Stronger bitter taste than Kiln 1 |
| Kiln 4 | 92.2±0.3  | -1.6±0.4 | 7.6±0.2 | Very deep bitter taste            |

위 표에서 보듯이 모든 맥아에 있어서 a값과 b값은 유의적 차이를 보이지 않았다. 반면에 L값은 큰 차이를 보여주었는데, 표준 공정으로 만들어진 맥아인 Kiln1에 비하여 배조 초기에 온도를 상승시킨 공정으로 만들어진 맥아인 Kiln2는 L값이 약간 상승한 반면에, 배조 후기에 온도를 상승시킨 공정으로 제조된 맥아인 Kiln3나 전체적으로 온도가 상승된 공정으로 만들어진 맥아인 Kiln4의 경우에 L값이 모두 감소하였다. 즉, Kiln2는 Kiln1에 비하여 약간 옅은 색을 띠고 있지만 Kiln1의 L값과 유의적 차이는 없었다. 하지만 Kiln3나 Kiln4의 L값은 크게 감소하였는데, 이는 맥아가 훨씬 짙은 색을 띠는 의미를 의미하며, Kiln4의 색이 훨씬 검었으며, 관능 평가에서도 보듯이 훨씬 쓴맛을 나타내었다. 따라서 배조에서 온도를 증가시키면 훨씬 검고 쓴맛이 강한 맥아를 생산할 수 있으며, 특히 온도의 영향은 Kiln 전반부에 비하여 후반부에서 영향력이 크다고 할 수 있다. 즉, 맥아 타입으로 보면 온도가 약한 Kilning으로 Wien type의 맥아를, 온도를 증가시키면 따라 Pilsner type과 Munich type의 맥아를 생산할 수 있었다.

두 번째 공정의 독립변수로써 다양한 종류의 맥아 생산을 위하여 표준 공정의 온도는 고정시키고, 그 온도에 주어진 시간들을 변화시켰다. 표준 공정(대조구로써 Kiln 1) 대비 배조 초기에 시간을 감소시킨 공정 (Kiln 5), 또는 배조 후기에 시간을 감소시킨 공정 (Kiln 6), 또는 배조 후기의 시간을 상승시킨 것 (Kiln 7)으로 맥아를 제조하고 맥아의 색도를 평가한 결과들은 다음 표들과 같다.

Table 14. Different time (hr) programing of kilning for the various types of malts

| Temperature (°C) | Kiln 1 (Control) | Kiln 5 | Kiln 6 | Kiln 7 |
|------------------|------------------|--------|--------|--------|
| 45               | 0.5              | 0.5    | 0.5    | 0.5    |
| 50               | 1.5              | 1      | 1.5    | 1.5    |
| 55               | 4                | 3.5    | 4      | 4      |
| 60               | 7.5              | 7      | 7.5    | 7.5    |
| 63               | 15               | 14.5   | 15     | 15     |
| 68               | 18.5             | 18     | 18.5   | 18.5   |
| 75               | 21               | 21     | 20     | 21.5   |
| 78               | 23               | 23     | 22     | 23.5   |
| 83               | 24               | 24     | 23     | 25     |
| 85               | 25               | 25     | 24     | 26     |
| 70               | 25.5             | 25.5   | 25     | 26.5   |
| 40               | 26.5             | 26.5   | 26.5   | 27.5   |

Table 15. Color changes of various types of malts changing time sequences in kiln operation

|        | L         | a        | b       | Sensory                                |
|--------|-----------|----------|---------|--|
| Kiln 1 | 101.7±5.4 | -1.6±0.1 | 7.3±0.2 |  |
| Kiln 5 | 102.1±0.7 | -1.6±0.4 | 7.2±0.6 | Almost same taste as Kiln 1            |
| Kiln 6 | 107.2±2.4 | -1.5±0.7 | 7.2±0.5 | Less bitter taste than Kiln 1          |
| Kiln 7 | 97.1±0.6  | -1.4±0.5 | 7.7±0.7 | Very stronger bitter taste than Kiln 1 |

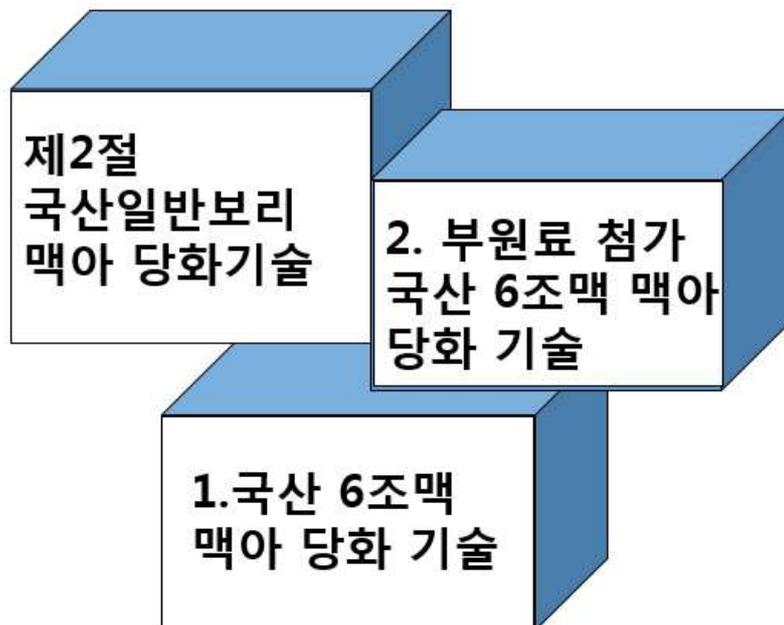
위 표에서 보듯이 표준 배조 공정에서 시간을 변화시킨 공정으로 제조된 모든 맥아에서, Kiln7의 b값을 제외하면, a값과 b값에서 유의적 차이를 보이지는 않았다. 다만 L값에서는 유의적 차이를 보여주었는데, 배조 초기 시간을 감소시킨 Kiln5나 배조 후기 시간을 감소시킨 Kiln6에서는 L값의 감소, 즉 옅은 색을 가지는 맥아를 생산할 수 있었다. 특히, 색의 감소 현상은 배조 후기에 시간을 감소시킨 것에서 더 크게 나타났다. 즉, 맥아의 색과 맛을 mild하게 하기 위해서는 배조 후기에 시간을 감소시키는 것이 효과적임을 알 수 있었다. 반면에, 전체적으로 배조 시간을 증가시킨 Kiln7의 L값은 크게 감소했음을 알 수 있다. 이는 관능 평가에서도 알 수 있듯이 짙은 색의 훅썬 쓴 맛을 가지는 맥아를 생산할 수 있었다.

결론적으로 배조의 두 가지 공정변수인 온도와 시간을 조절하여 맥아를 생산한다면, 원하는 type의 맥주를 만들기 위한 종류별로 맥아를 생산할 수 있음을 확인할 수 있었다.

## 제2절 국산일반보리 맥아 당화기술

- 국산 일반보리를 사용하여 맥즙 제조 기술을 개발하였다. 첫째로 국산 6조맥의 맥즙의 적성을 확인하여 당화 과정에서 중요한 '환원당'의 수치를 중점으로 효소 및 초음파처리, 고압처리를 이용하여 당화하였다. 그리고 맥주보리(2조)와 비슷한 수준의 맥즙을 만들 수 있는 6조보리를 선정하였다.

- 6조맥의 부족한 진분 함량을 보충하기 위해 부원료(쌀, 밀가루, 감자, 옥수수)를 첨가하여 맥즙을 제조 하였다. 효과적인 환원당의 증가를 위하여 효소와 초음파 처리의 최적조건도 적용하였으며 그 결과 쌀과 옥수수를 첨가한 맥즙의 환원당이 가장 높게 측정되었으며 여과 시간이 가장 짧게 단축시켰고 Viscosity 또한 낮추어 여과공정의 시간을 단축 할 수 있었다.



## 1. 국산 6조맥 맥아 당화 기술

### 가. 한국산 6조맥의 당화

#### (1) 요약

맥주는 보리와 물, 홉, 효모로 제조되며 중요한 주조원료인 보리는 주로 2 조맥이 사용된다. 그러나 국내에서는 맥주보리로 사용되는 2 조맥 보다 쌀보리, 겉보리로 분류되는 6 조맥을 이용하여 맥주 제조 적성 평가를 실시하여 6 조맥을 맥주보리로 이용할 수 있는 가능성을 확인 하고자 하였다. 이를 위하여 2 조맥 1종 [ 맥주보리(진양보리) ] 과 6 조맥 4 종 [ 쌀보리(자수정찰보리, 흰찰쌀보리) ], 겉보리 [ 맥주보리(다향보리, 삼광찰보리) ] 으로 맥주를 제조하여 제맥적성, 당화적성, 발효적성 분석평가를 실시하고, 주성분 분석을 통해 보리 품종간의 차이를 비교하였다. 주성분 분석결과, 기존의 품종간 분류와 달리 Group 1(진양보리, 다향보리), Group 2(삼광찰보리, 흰찰쌀보리), Group 3(자수정보리)으로 나뉘었다. Group 1은 Extract(dry basis), Brix, Carbonation의 관능적 특성이 높았으며, Group 2은 Alcoal, foam 형성 및 신맛 향 특성이 강하고, Group 3은 Malt protein 및 sour 맛 특성이 높았다. 이 중에서 Group 1의 맥주제조 적성이 가장 우수하여 실험한 국내산 6 조맥 품종 중 다향보리가 맥주 제조에 가장 적합한 것을 나타냈다.

#### (2) 재료 및 방법

##### (가) Samples

국립식량과학원 베타맥류부의 협조를 받아 2012년 전북 익산에서 수확된 2조맥 맥주보리인 진양보리 1종, 6조맥 쌀보리인 자수정찰보리, 흰찰쌀보리 2종, 6조맥 겉보리인 다향보리, 삼광찰보리 2종의 국내산 보리 총 5종을 이용하여 맥주제조를 위한 제맥, 당화, 발효를 순차적으로 3반복 진행하였고, 각 스텝의 적성평가를 위한 분석을 3반복 실시하였다. 관능평가는 시료당 4반복 실시하였다.

##### (나) 제맥방법

제맥은 Automatic Micromalting Systems (Phoenix Biosystems Co., Australia)을 이용하여 침맥(Steeping)과 발아(Germination), 배조(Kilning)의 3단계로 진행이 되었다. 침맥은 15℃에서 wet steeping과 dry steeping을 3회 반복하여 실시하였으며, germination은 16℃에서 총 5일간

보리를 발아시킨 후 제근하여 사용하였다. 배조는 처음 30분간 45℃를 유지한 후, 65℃까지 각 5℃의 온도 구간별 온도 증가속도를 점차 감소시킨 다음, 85℃까지는 온도 증가속도를 점차 크게 하여 제맥하였다[16]. 제조된 맥아는 Drum mill (Malt Drum Mill, Jeil Industry Co., Korea)을 이용하여 1 mm의 간극으로 분쇄하였다.

#### (다) 당화방법

맥즙을 얻기 위한 당화 방법은 EBC Congress mash법[16, 17]을 따랐으며, 그 방법은 다음과 같다. 곱게 분쇄한(1 mm) 맥아 50 g을 Amber bottle (SCHOTT DURAN, Germany)에 넣고 45℃의 증류수 200 mL와 잘 섞은 다음 Shaking water bath (BF-46SB, Biofree, Korea)을 이용하여 45℃에서 100 rpm으로 30분간 당화 시킨 후 1℃/min의 속도로 25분 동안 온도를 증가시켜 맥즙의 온도를 70℃까지 올린다. 그 후 70℃의 증류수 100 mL를 첨가하여 70℃를 유지하면서 1시간 더 당화시킨다. 당화가 완료되면 20℃로 맥즙을 식히고 증류수를 첨가하여 무게를 450 g로 맞춘 후 주름진 여과지 No.597 1/2 (Whatman, Germany)를 이용하여 여과하며, 초기 20 mL 맥즙을 재 여과한 후 당화적성 실험을 위해 사용하였다.

#### (라) 발효방법

맥주의 발효공정은 당화과정을 거친 맥즙에  $\alpha$ -acid 함량이 10%인 Hallertauer tradition Hop (Hopsteiner, Germany)을 3회 나누어 주입 후 끓인다. 이 맥즙을 얼음 위에 급속 냉각시킨다 [18]. 냉각 후 알코올 도수 예측 및 당화의 정도를 파악하기 위한 초기 비중을 측정하도록 한다. 이후 맥즙에 미리 propagation시킨 효모(Hefeweizen Ale Yeast WLP300, USA)를 주입[19]한 뒤, 공기차단기를 설치하여 1차 발효를 실시한다. 1차 전발효의 조건은 20℃에서 8일간 발효시킨다. 이후 2차 발효를 위해 맥즙을 병입한 후 15℃의 온도에서 7일간 발효 시켜 탄산가스를 만들도록 한다. 이 과정을 거쳐 만들어진 맥주를 이용하여 맥주 적성 실험을 위해 사용하였다.

#### (마) 측정방법

제맥적성 평가를 위한 실험을 위해 천립중, 발아세, 발아율 측정 방법은 ASBC법[16]을 따랐고, 수분, 단백질 실험 방법은 AOAC법[20]에 의하여 분석하였다. 당화적성 평가를 위한 실험을 위해 Extract dry는 Pycnometer (SAMDUK, Korea)를 이용하였고, Viscosity는 Sine-wave vibro viscometer (SV-10, AND, Japan)을 이용하였으며, Extract dry, Viscosity, Free Amino Nitrogen, pH, 여과 시간의 분석 실험 방법은 ASBC법[16]을 따랐

고, Total soluble nitrogen은 맥즙 20 mL과 3 mL의 농황산을 넣고 태워 Kjeldahl 방법[20]으로 측정하였다. 그리고 환원당은 DNS법[21]에 의하여 분석하였다.

발효적성 평가를 위한 실험을 위해 비중의 변화는 Hydrometer (Daekwang, Korea)를 이용하였고, 알코올 농도는 증류법을 이용한 Vinometer (Daekwang, Korea)를 이용하여 확인하였으며, 쓴맛은 순수한 Isooctane을 대조로 맥주와 6N 염산, Isooctane의 혼합물의 275 nm에서의 흡광도 확인 후 BU값(Bitterness Unit = 50XA)을 계산한 뒤, 차이를 확인하여 나타내었다. 거품안정성은 230초간 깨지는 정도와 남아 있는 정도를 확인하여 계산식을 이용해 측정하였다. 탁도는 700 nm에서의 흡광도와 430 nm에서 측정한 흡광도의 차이가  $\leq 0.039$ 배일 경우의 유무 확인을 통해 분석하였다. 비중 측정, 쓴맛, 거품안정성, 탁도 실험 방법은 ASBC법[16]을 따랐고, 알코올 농도 측정은 식품공전 상에 제시되어 주류분석규정에 나온 술의 알코올 함량 측정 방법에 의해 분석하였다[30].

#### (바) Sensory analysis

관능평가 실험을 위해 묘사 분석 방법 중 차이식별검사 방법을 이용하였으며, 패널 요원으로 동국대 식품공학과 대학원생 30명 중에서 패널 요원의 차이식별 능력, 참여의식, 편견 유무 등을 고려하여 12명을 선발하였다. 관능 용어의 경우 EBC/ASBC[16, 43] 규격에 정의된 묘사 용어를 사용하여 측정하였다.

관능검사는 총 5종의 시료를 이용하여 최종제품 분석을 실시하였으며, 시료의 종류가 다양한 관계로 다시료 차이식별검사 방법인 불완전 블록법[22]을 이용하여 실험을 설계하였다. 관능검사는 시료당 4회 반복 실시하였다. 또한 항목은 ASBC 규격[5]에 정의된 묘사 용어 중 맥주의 맛을 대표할 수 있는 관능적 특성 중 향 특성 5개, 맛 특성 6개, 입안 촉감 특성 1개, 뒷맛 특성 1개 항목을 선택하여 묘사하였다. 향 특성 5가지는 Aromatic(O1), Cereal(O2), Sour(O3), Sweet(O4), Carbonation(O5)의 강도로 정의한다. 맛 특성 6가지는 Aromatic(T1), Cereal(T2), Sour(T3), Sweet(T4), Bitter(T5), Carbonation(T6)의 강도로 정의한다. 입안 촉감 특성은 Carbonation(M1)의 강도로 정의하며, 뒷맛 특성은 Carbonation(A1)의 강도로 정의한다. 각 용어에 대한 평점은 0~10 범위의 숫자 항목 척도로 표시하여 속성에 대한 차이의 세기로 평가하였다.

#### (사) Statistical analysis

각 시료에 대한 차이분석은 0.05의 유의적 수준에서 분산분석(Analysis of variance, ANOVA)하였으며, 조사된 자료의 통계처리는 통계분석 프로그램인 MINITAB (Registered

Trademark) Release 버전 14.12.1을 이용하였다. 물리화학적인 분석과 관능적 특성 분석치의 상관관계 파악을 위해 다변량 분석(multivariate method)을 하였고, 다양한 변수들을 설명력이 높은 변수로 선형 결합시켜 축약하는 주성분 분석(Principal component analysis, PCA)을 사용하였다.

## (2) 결과 및 고찰

### (가) 2조맥과 6조맥의 당화적성

Table 16는 맥주보리, 쌀보리, 겉보리의 맥즙에 대한 물리화학적 분석 결과의 평균, 표준편차, 최대값, 최소값, 변동계수를 나타낸다. 맥즙 분석을 위해 Extract dry, pH, Brix, 환원당, Free Amino Nitrogen (FAN), Total Soluble Nitrogen (TSN), 여과 시간 (FT), Viscosity를 측정하였다. 맥즙 적성 평가에서 중요한 항목인 맥즙 추출율은 맥아를 통해 직접적으로 생산할 수 있는 맥주의 양을 예측할 수 있는 척도로서 맥주생산의 경제적 측면에 가장 중요한 요소로 그 범위는 75~82% 정도로 알려져 있는데, 모든 보리의 측정치가 범위에 속하였으나 맥주보리가 80.7%로 가장 높았다. 그리고 여과 시간은 길어질수록 맥즙의 여과가 어려워 지므로 맥주제조 전반에 생산성을 감소시키는 요소로 맥주보리가 21 min으로 가장 빠른 것을 확인하였다. 이러한 경제적인 측면 이외에도 맥즙은 발효를 위한 효모의 영양원이므로 맥즙 내의 pH, 당류, 단백질의 함유량을 파악하는 것이 중요하다. pH는 당화 시 맥아가 함유하는 다양한 효소들의 활성화 뿐만 아니라 protein의 가용화나 응고에 관여하고, tannin의 추출률을 결정하는 데 중요한 항목으로써 증류수를 사용하여 당화할 경우 5.8 정도가 최적의 pH로 알려져 있으나 이번 연구에서 맥주보리는 5.85로 가장 유사한데 반해 쌀보리와 겉보리는 각각 5.7과 6.0으로 최적 pH와 차이를 보였다. 또한 맥아로부터 용출되어 맥즙에 존재하는 환원당은 효모가 사용하는 영양성분이 되며 그 밖의 맥즙에 존재하는 당의 성분을 Brix로부터 예측할 수 있으므로 맥즙에서 높은 수치를 보이는 것이 좋다. 이번 분석에서 맥주보리의 환원당과 Brix가 각각 54.5 mg/mL, Brix 9.4로 가장 높았으며 다른 보리는 이 보다 낮은 수치를 보였다. 그리고 맥즙에 존재하는 수용성 단백질의 양 역시 중요한데 이는 효모의 영양소가 되어 효모의 활성화에 도움을 주는 역할을 하지만 너무 높은 함량은 맥주품질의 안정성을 떨어뜨리는 것으로 알려져 있기 때문이고, 이들의 분석치는 FAN과 TSN의 함량으로 확인할 수 있다. 본 연구에서 쌀보리의 경우 FAN 215.2 mg/L, TSN 8.82%로 가장 높았으며 맥주보리가 쌀보리와 겉보리의 중간 값을 나타내었다.

Table 16. Physicochemical properties of malting barley, unhulled barley, and hulled barley about wort qualities

|                                  | Mean  | S.D.   | Max.  | Min.  | CV    |
|----------------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|
| <i>맥주보리</i>                      |       |        |       |       |       |
| Extract dry (%)                  | 80.7  | 0.153  | 80.9  | 80.6  | 0.19  |
| pH                               | 5.85  | 0.027  | 5.88  | 5.83  | 0.45  |
| Brix                             | 9.4   | 0.200  | 9.6   | 9.2   | 2.13  |
| 환원당<br>(mg/mL)                   | 54.4  | 5.99   | 61.3  | 50.6  | 11.00 |
| Free Amino<br>Nitrogen<br>(mg/L) | 190.5 | 23.3   | 217.1 | 174.1 | 12.22 |
| Total soluble<br>nitrogen (%)    | 7.87  | 0.929  | 8.50  | 6.80  | 11.81 |
| 여과 시간<br>(min)                   | 21    | 2.08   | 23    | 19    | 10.07 |
| Viscosity (cP)                   | 1.72  | 0.02   | 1.74  | 1.70  | 1.21  |
| <i>쌀보리</i>                       |       |        |       |       |       |
| Extract dry (%)                  | 76.6  | 2.35   | 80.6  | 74.0  | 3.06  |
| pH                               | 5.7   | 0.246  | 5.97  | 5.47  | 4.29  |
| Brix                             | 8.75  | 0.084  | 8.8   | 8.6   | 0.96  |
| 환원당<br>(mg/mL)                   | 48.4  | 2.83   | 50.4  | 42.7  | 5.85  |
| Free Amino<br>Nitrogen<br>(mg/L) | 215.2 | 91.9   | 303.8 | 125.1 | 42.72 |
| Total soluble<br>nitrogen (%)    | 8.82  | 2.08   | 11.20 | 6.50  | 23.55 |
| 여과 시간<br>(min)                   | 27    | 1.63   | 29    | 25    | 5.97  |
| Viscosity (cP)                   | 1.65  | 0.13   | 1.87  | 1.50  | 8.12  |
| <i>겉보리</i>                       |       |        |       |       |       |
| Extract dry (%)                  | 78.6  | 1.4    | 80.9  | 77.2  | 1.78  |
| pH                               | 6.0   | 0.0714 | 6.05  | 5.88  | 1.19  |
| Brix                             | 8.9   | 0.197  | 9.2   | 8.7   | 2.22  |
| 환원당<br>(mg/mL)                   | 46.3  | 7.04   | 58.9  | 39.0  | 15.22 |
| Free Amino<br>Nitrogen<br>(mg/L) | 147.7 | 15.65  | 175.9 | 135.3 | 10.60 |
| Total soluble<br>nitrogen (%)    | 5.55  | 0.509  | 6.30  | 4.90  | 9.17  |
| 여과 시간<br>(min)                   | 32    | 2.32   | 35    | 29    | 7.28  |
| Viscosity (cP)                   | 1.74  | 0.09   | 1.84  | 1.63  | 5.25  |

<sup>a</sup> 탁도가 있음을 숫자 1로 표기

또한 맥즙의 Viscosity는 세포벽의 성분인  $\beta$ -glucan이 전분이나 단백질과 같은 다른 고분자 물질들 보다 점도에 큰 영향을 미친다고 연구되어 왔으며 기본적으로 1.33 정도로 알려져 있는데 겉보리의 경우 1.74 cP로 가장 높은 것을 확인할 수 있었다. 본 연구에서는 기존 맥아의 분쇄도 보다 높은 분쇄도의 맥아를 사용함으로써 맥즙에 존재하는 가용성 성분들의 용출량이 증가하여 모든 맥즙의 FAN, TSN, Viscosity가 증가한 것으로 예상할 수 있으며, 모든 맥즙 분석항목을 평가하였을 때 맥주보리가 가장 당화적성이 우수한 것을 확인할 수 있다.

(나) 2조맥과 6조맥의 발효적성

Table 17은 맥주보리, 쌀보리, 겉보리의 맥주에 대한 물리화학적 분석 결과의 평균, 표준편차, 최대값, 최소값, 변동계수를 나타낸다. 맥주 발효의 분석항목은 알코올농도, 쓴맛, 탁도, 거품안정성이다.

Table 17. Physicochemical properties of malting barley, unhulled barley, and hulled barley about beer qualities

|             | Mean  | S.D.   | Max.  | Min.  | CV    |
|-------------|-------|--------|-------|-------|-------|
| <i>맥주보리</i> |       |        |       |       |       |
| 알코올 농도 (%)  | 4.17  | 0.61   | 4.70  | 3.50  | 14.66 |
| 쓴맛          | 15.87 | 4.47   | 20.8  | 12.1  | 28.15 |
| 탁도 a        | 1     | 0      | 1     | 1     | 0.00  |
| 거품안정성       | 397.5 | 81.90  | 489.3 | 331.8 | 20.61 |
| <i>쌀보리</i>  |       |        |       |       |       |
| 알코올 농도 (%)  | 4.48  | 0.45   | 5.10  | 4.00  | 9.92  |
| 쓴맛          | 19.6  | 1.314  | 21.5  | 17.75 | 6.72  |
| 탁도 a        | 1     | 0      | 1     | 1     | 0.00  |
| 거품안정성       | 469.4 | 168.30 | 799.3 | 331.8 | 35.86 |
| <i>겉보리</i>  |       |        |       |       |       |
| 알코올 농도 (%)  | 4.37  | 0.10   | 4.50  | 4.20  | 2.37  |
| 쓴맛          | 18.3  | 3.77   | 23.2  | 13.7  | 20.59 |
| 탁도 a        | 1     | 0      | 1     | 1     | 0.00  |
| 거품안정성       | 365.3 | 87.70  | 450.2 | 251   | 24.00 |

<sup>a</sup> 탁도가 있음을 숫자 1로 표기

발효적성을 살펴보았을 때 맥주 발효에서 알코올은 맥아즙에 존재하는 당이 혐기적 조건의 상태에서 효모에 의해 발효된 후 생성된 산물을 말하며, 이는 맥주의 발효 정도를 확인할 수 있는 척도가 된다. 이 실험에서 제조한 Weizen beer의 표준 알코올 농도 범위는 4.3-5.6%으로 알려져 있다. 모든 보리의 측정치는 표준 알코올 농도 범위에 근접하였으며, 쌀보리는 4.48% 로 알코올 농도가 가장 높았다. 맥주보리의 알코올 농도는 큰 편차로 인해 평균 4.17%로 낮은 측정치를 보이거나 표준 알코올 농도 범위에 근접한 것으로 보인다. 또한, 쓴맛 정도는 주로 홉에서 나오는 유도체인 iso- $\alpha$  acid의 함량에 따라 나타나며, 맥주의 Iso-octane으로 산성화되어 추출된 bitter substances를 분광광도계를 이용하여 측정하도록 한다. 측정 표준 범위는 10~40 BU로 모든 보리의 측정치가 범위에 속하였으나 쌀보리가 19.6 BU로 가장 높았으며, 맥주보리는 15.87 BU 로 가장 낮았다. 맥주보리의 경우, 쓴맛이 약함으로 인하여 부드러운 맛을 느낄 수 있다. 탁도는 맥주의 발효과정 중 효모의 성장 및 단백질, polyphenol의 존재 등을 통해 발생하는 것으로, 맥주의 발효 유무를 확인할 수 있는 척도로 사용된다. 모든 보리의 측정치 중 탁도가 발생하였기에 맥주의 발효 진행이 잘 되었음을 볼 수 있고, 이를 맥주의 여과 과정을 거침으로써 맥주 품질 보존기간을 연장할 수 있을 것으로 기대된다. 거품안정성은 소비자의 판단하는 맥주의 품질 특성에 있어 가장 기초적이고 가장 중요한 항목으로, 홉으로부터 나타나는 iso- $\alpha$  acid와 malt로부터 나타나는 많은 proteins 및 polypeptides에 의해 생성된다. 거품의 안정성을 통해 탄산을 유지하고 맥주의 품질을 좋게 해줌으로써, 보다 경쟁력 있는 제품을 만들 수 있게 된다. 거품안정성의 수치가 높을수록 보다 안정하다는 것을 뜻하는데, 쌀보리가 겉보리 및 맥주보리에 비해 안정한 값이 나왔으며, 쌀보리 속의 단백질의 양으로 인해 보다 안정한 값이 나온 것으로 예상해볼 수 있다. 따라서 모든 맥주 발효특성 분석항목을 평가하였을 때 쌀보리는 쓴맛이 강하고, 단백질의 양이 많음으로 인해 높은 탁도를 나타내었고, 겉보리는 강한 쓴맛과 약한 거품안정성을 나타낸다. 이로 인해 모든 항목 측정치가 표준 범위에 속하는 맥주보리의 발효적성이 가장 우수한 것을 확인할 수 있다.

2조맥과 6조맥을 맥주보리, 쌀보리, 겉보리로 나누어 제맥, 당화, 발효 적성을 살펴본 결과 각 평가항목들에 가장 적합한 분석치를 보이는 것은 맥주보리이며 그 다음으로 겉보리, 쌀보리임을 알 수 있다(Table 15, 16, 17). 그러나 변동계수를 살펴보면 쌀보리의 단백질, 알코올 항목의 변동성이 큰 것을 볼 수 있고 특히 FAN, TSN, 거품안정성의 항목은 20% 이상이다. 겉보리의 경우, 환원당, FAN, TSN 항목의 변동성이 크며 특히 쓴맛과 거품안정성의 항목이 20%이상이었다. 때문에 이러한 변동성을 설명하기 위하여 단순히 보리의 분류

에 따라 맥주보리, 쌀보리, 걸보리로 나누는 것 보다 각각의 보리에 대한 적성평가가 이루어져야 한다.

(다) 2조맥과 6조맥의 측정치 분산분석

Table 18. Malt, wort, and beer qualities of Korean barley cultivar

|                            | 맥주보리   |        | 쌀보리    |        | 걸보리    |  |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
|                            | 1 진양   | 2 자수정찰 | 3 흰찰쌀  | 4 다향   | 5 삼광찰  |  |
| <i>Malt qualities</i>      |        |        |        |        |        |  |
| Thousand grain weight (g)  | 42.0a  | 28.5dc | 25.5d  | 31.4bc | 34.6b  |  |
| Germination rate (%)       | 94a    | 79b    | 91a    | 98a    | 96a    |  |
| Percent of germination (%) | 98.9a  | 84.3c  | 94.2b  | 99.4a  | 98.0a  |  |
| Moisture (%)               | 10.2c  | 11.2ba | 11.8a  | 10.4cb | 10.2c  |  |
| Protein (%)                | 10.6b  | 16a    | 12.2ba | 12.4ba | 12.1ba |  |
| <i>Wort qualities</i>      |        |        |        |        |        |  |
| Extract dry (%)            | 80.7a  | 75.6b  | 77.5ba | 79.7ab | 77.5ba |  |
| pH                         | 5.85c  | 5.52d  | 5.97b  | 5.92b  | 6.04a  |  |
| Brix                       | 9.4a   | 8.7b   | 8.8b   | 9.0b   | 8.7b   |  |
| 환원당 (mg/mL)                | 54.4a  | 47.3a  | 49.4a  | 49.0a  | 43.5a  |  |
| Free Amino Nitrogen (mg/L) | 190.5b | 299.0a | 131.4c | 149.4c | 146.0c |  |
| Total soluble nitrogen (%) | 7.87b  | 10.67a | 6.97b  | 5.90c  | 5.20c  |  |
| 여과 시간 (min)                | 20.7c  | 28.7b  | 26.0b  | 30.3b  | 33.3a  |  |
| Viscosity (cP)             | 1.72ba | 1.54c  | 1.75ab | 1.66b  | 1.82a  |  |
| <i>Beer qualities</i>      |        |        |        |        |        |  |
| 알코올 농도 (%)                 | 4.2b   | 4.1bc  | 4.9a   | 4.4ba  | 4.3ba  |  |
| 쓴맛                         | 15.9a  | 19.9a  | 19.2a  | 17.1a  | 19.5a  |  |
| 탁도a                        | 있음a    | 있음a    | 있음a    | 있음a    | 있음a    |  |
| 거품안정성                      | 397.5b | 370.3b | 569a   | 406.5b | 324.2c |  |

Means in the same row with different letters (a-d) are significantly different (P <0.05).

맥주보리, 쌀보리, 걸보리 세 그룹으로 나누는 다섯 종류의 보리 특성에 대한 물리화학적

분석치의 유의적 차이를 Table 18에 나타내었다. 쌀보리, 겉보리 간에도 적성 분석치 상에 큰 차이가 있음을 확인 할 수 있었다. 우선 맥주보리인 진양보리는 천립중과 발아력이 높고 수분과 단백질 함량이 낮아 제맥적성이 우수하며, 맥즙 추출율과 Brix가 높고 여과 시간이 짧아 당화적성도 우수한 것을 알 수 있다. 또한 알코올 농도가 표준에 가까이에 있고, 쓴맛의 정도가 덜하며 거품 안정성 또한 높은 수치를 나타내었으므로 우수한 것을 알 수 있다. 그러나 쌀보리인 자수정과 흰찰쌀보리의 경우 천립중과 발아력이 낮고, 수분과 단백질이 높아 제맥적성이 좋지 못하며, 맥즙 추출율과 Brix가 낮아 당화적성도 좋지 못하고, 쓴맛이 강하여 발효특성에 있어 좋지 않은 것을 확인할 수 있다. 특히 쌀보리 중 자수정찰보리는 발아력이 84.3%로 가장 낮고, 단백질은 16%로 가장 높으며, 맥즙 추출율이 75.6%, pH가 5.52로 가장 낮으나 FAN과 TSN은 각각 299 mg/L, 10.67%로 가장 높으며 쓴맛이 가장 강한 수치를 나타내기에 제맥, 당화, 발효 적성이 가장 좋지 못한 것으로 생각할 수 있다. 그 이유는 자수정찰보리의 특성인 높은  $\beta$ -glucan의 함량과, 적색도, 퍼짐성에 의한 추출율 감소와 과도한 단백질 용출이 원인이라 여겨진다. 이러한 특성들은 6조맥은 2조맥에 비해 맥주보리로 적합하지 않다는 연구와 같이 6조맥의 구조상 특징으로 기인하는 낮은 전분량, 높은 단백질, 두꺼운 겉껍질 등의 특성으로 인해 맥주 제조 시 다양한 부정적인 영향이 관찰될 수 있어 저 품질의 맥주 생산을 예상할 수 있었다. 그러나 겉보리인 다향보리와 삼광찰보리의 경우 맥주보리에 비하여 천립중과 추출율, Brix가 낮고, 여과 시간이 길며 단백질 함량이 높아 제맥, 당화, 발효 적성이 맥주보리에는 못 미치지만 같은 6조맥인 쌀보리보다는 뛰어난 것을 알 수 있다. 특히 겉보리 중 다향보리는 발아력이 99.4%로 가장 우수하며, 6조맥 중 맥즙 추출율이 79.7%로 가장 우수하고, Brix가 9로 가장 높으며 맥주의 쓴맛은 가장 낮아 모든 분석치 항목들이 가장 맥주보리의 분석결과에 근접한 품종임을 알 수 있다 또한 기존에 연구된 국내산 6조맥의 평가결과보다 향상된 적성을 보이는 것을 확인할 수 있다.

#### (라) 2조맥과 6조맥의 관능적 특성

관능적인 특성에 대한 차이식별 측정치에 따르면(Table 19), 먼저 향미특성의 경우, Aromatic(O1), Cereal(O2), Sweet(O4), Carbonation(O5) 강도는 진양보리와 다향보리가 유사한 측정치가 나타났으나, 다른 보리 종류는 낮은 측정값을 나타내었으며, Sour(O3)의 강도는 대체로 낮은 측정치가 나타났으나 쌀보리 및 겉보리가 보다 높은 측정치를 보였음을 알 수 있다. 맛 특성 6가지 중 Aromatic(T1), Cereal(T2), Sweet(T4), Carbonation(T6)의 강도 측정치에 있어 진양보리 및 다향보리는 측정치가 가장 높은 강도로 유사하게 나타났으며, 자수

정찰 및 흰찰쌀, 삼광찰 보리는 다소 낮은 강도를 나타내 유의성이 있는 것으로 나타났다.

Table 19. Sensory properties of beer of Korean barley cultivar

|                 | 맥주보리  |        | 쌀보리   |       | 겉보리    |  |
|-----------------|-------|--------|-------|-------|--------|--|
|                 | 1 진양  | 2 자수정찰 | 3 흰찰쌀 | 4 다향  | 5 삼광찰  |  |
| <i>향 특성</i>     |       |        |       |       |        |  |
| O1              | 5.48a | 3.04c  | 4.48b | 5.46a | 4.56b  |  |
| O2              | 4.85a | 3.94b  | 3.50c | 4.67a | 3.40c  |  |
| O3              | 1.81c | 1.17d  | 2.42a | 2.06b | 1.83bc |  |
| O4              | 4.81a | 2.90b  | 2.58b | 4.92a | 2.88b  |  |
| O5              | 5.83a | 2.79c  | 2.06d | 5.15b | 2.94c  |  |
| <i>맛 특성</i>     |       |        |       |       |        |  |
| T1              | 5.46a | 2.38d  | 4.52b | 5.44a | 3.67c  |  |
| T2              | 4.79a | 4.42a  | 2.94b | 4.42a | 3.25b  |  |
| T3              | 2.25b | 3.29a  | 1.56c | 3.08a | 3.23a  |  |
| T4              | 5.27a | 2.75c  | 1.75d | 4.83b | 3.04c  |  |
| T5              | 5.21c | 6.65a  | 6.42a | 5.63b | 6.58a  |  |
| T6              | 6.06a | 1.48d  | 2.13c | 5.13b | 2.40c  |  |
| <i>입안 촉감 특성</i> |       |        |       |       |        |  |
| M1              | 5.96a | 1.13d  | 1.75c | 5.27b | 2.06c  |  |
| <i>뒷맛 특성</i>    |       |        |       |       |        |  |
| A1              | 6.13a | 0.83d  | 1.60c | 4.63b | 1.60c  |  |

Means in the same row with different letters (a-d) are significantly different ( $P < 0.05$ ).

Sour(T3)의 경우 자수정찰 및 삼광찰 보리가 가장 높게 나타났으며, 다향보리의 경우도 Sour의 맛은 다소 높게 나타났음을 볼 수 있다. Bitter(T5)의 강도는 전체적으로 높은 측정치가 나타났으며, 쌀보리 및 삼광찰보리가 높게 나타난 반면, 다향 및 진양보리는 다소 낮게 나타났음을 볼 수 있다. 입안 촉감 특성은 Carbonation(M1)의 강도만 확인하였으며, 진양보리 및 다향보리가 각각 5.96, 5.27점으로 높게 나타난 반면, 다른 보리들은 탄산이 느껴지지 않을 정도의 측정치가 나타났음을 볼 수 있다. 마지막으로 뒷맛 특성 또한 Carbonation(A1)의 강도로 정의하였으며, 이 또한 진양보리에서 6.13으로 가장 높게 나타났고, 다향보리 또한 4.63으로 다소 높게 나타나 다른 보리들과의 차이를 확인할 수 있다. 관능측정치를 통해 향기 특성 및 맛 특성에서는 각 보리 당 관능적 측정치를 확인함에 있어 큰 차이를 느끼지 못 하나, 입안 촉감 특성 및 뒷맛 특성에서 진양 및 다향보리의 측정치가 다른 보리에 비해 크게 높은

수치를 보임으로써 맥주보리인 진양보리와 겉보리 중 다량보리와의 실질적 관능 평가에 있어 큰 차이가 없음을 확인할 수 있다.

(마) 2조맥과 6조맥의 주성분 분석

30가지의 모든 요인 분석으로부터, 21가지의 항목을 최종 선별하여 주성분분석(Principal component analysis, PCA)을 위한 측정치로 이용하였다(Table 20). 우선 변수간 높은 상관관계를 가지며 비슷한 정보를 의미하는 항목과 쉽게 조절할 수 있는 항목인 발아세, 수분, FAN을 제외하였다. 그리고 보리간에 유의적인 차이가 적은 항목인 환원당과 탁도를 제외하였으며, 관능치의 경우 ASBC[5]에 제시된 31가지 항목 중 가장 맥주의 특성을 잘 나타낼 수 있는 4개 특성, 13개 항목을 선정하여 분석하였다.

Table 20. Loadings of the three first components, eigenvalues and explained variance in principal component analysis

|                        | PC1    | PC2    | PC3    |
|------------------------|--------|--------|--------|
| Thousand grain weight  | -0.216 | -0.206 | -0.2   |
| Percent of germination | -0.269 | 0.181  | -0.199 |
| Malt protein           | 0.242  | -0.154 | 0.067  |
| Extract                | -0.267 | -0.025 | 0.02   |
| pH                     | -0.161 | 0.368  | -0.188 |
| Brix                   | -0.257 | -0.174 | 0.106  |
| TSN                    | 0.152  | -0.339 | 0.289  |
| FT                     | 0.142  | 0.146  | -0.436 |
| Viscosity              | -0.102 | 0.316  | -0.217 |
| Alcohol                | -0.004 | 0.362  | 0.249  |
| Bitter                 | 0.158  | 0.065  | -0.055 |
| Foam                   | -0.009 | 0.175  | 0.439  |
| O1                     | -0.284 | 0.054  | -0.05  |
| O3                     | -0.146 | 0.376  | 0.164  |
| O5                     | -0.26  | -0.24  | -0.076 |
| T1                     | -0.287 | 0.111  | 0.109  |
| T3                     | 0.096  | -0.185 | -0.485 |
| T5                     | 0.252  | 0.153  | -0.083 |
| T6                     | -0.294 | -0.14  | 0.009  |
| M1                     | -0.292 | -0.13  | -0.009 |
| A1                     | -0.291 | -0.155 | 0.042  |
| Eigenvalue             | 10.213 | 4.422  | 2.424  |
| Percent of variance    | 48.6   | 21.1   | 11.5   |
| Cumulative percentage  | 48.6   | 69.7   | 81.2   |

PCA에서 3가지 성분을 추출하여 각 항목의 고유치를 나타내었다(Table 20). 이러한 성분들로 고유데이터의 변수 81.2%가 설명될 수 있고, 첫 번째와 두 번째 주성분에 의해 모든 변수가 각각 48.6%, 21.1% 설명된다. 첫 번째 주성분은 기본적으로 Bitter 맛특성(T5), Malt protein과 Carbonation 맛특성(T6), Carbonation 입안 촉감특성(M1), Carbonation 뒷맛 특성(A1), Aromatic 맛특성(T1), Aromatic 향특성(O1), percent of germination, Extract(dry)에 의해 구별된다. Sour 향특성(O3), pH, Alcohol과 TSN은 두 번째 성분에 높은 비중을 두고 있으며, 세 번째 성분은 주로 Foam과 Sour 맛특성(T3), 여과 시간에 의해 결정된다.

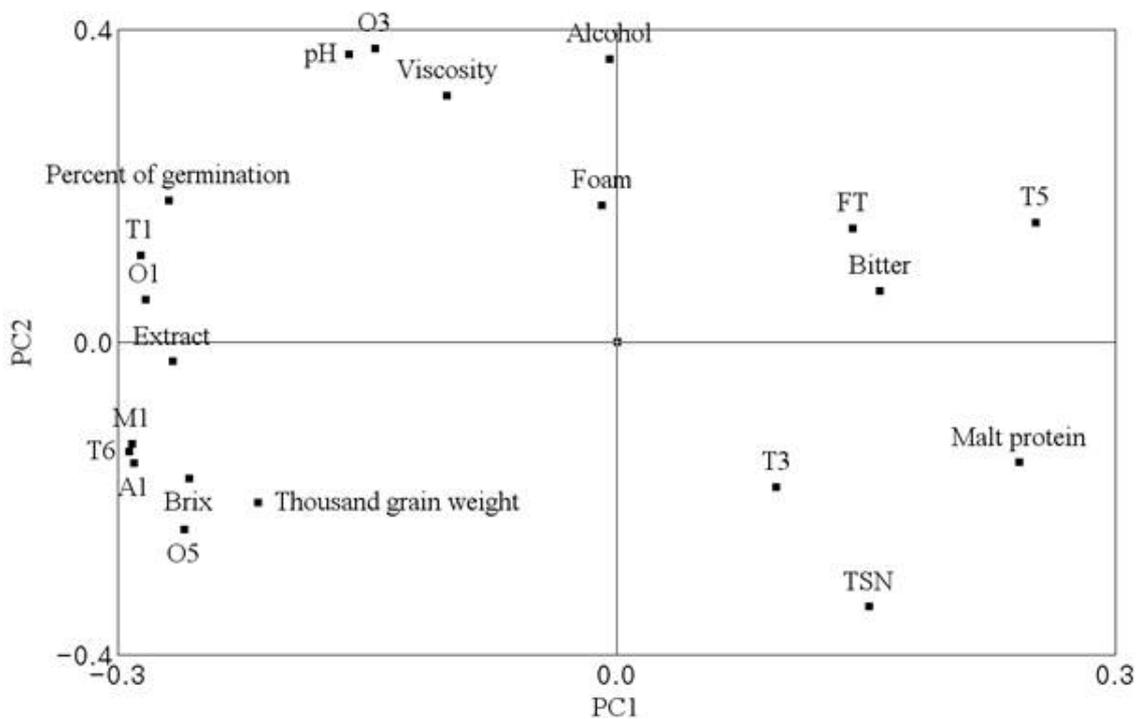
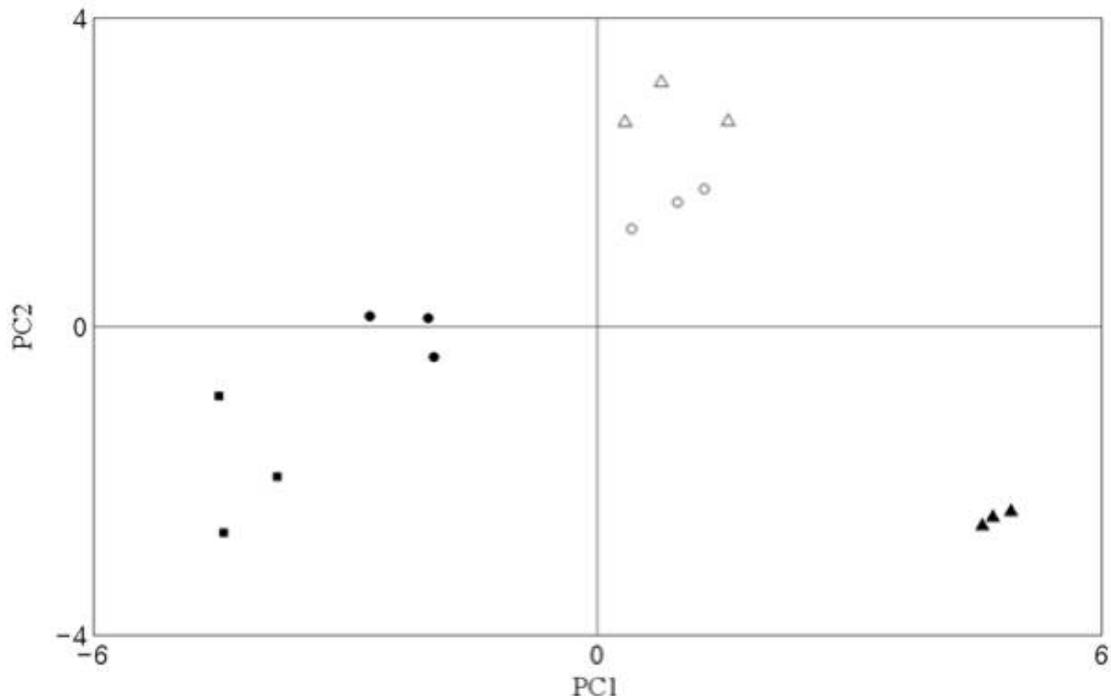


Fig. 1. Plot of loadings of physicochemical and sensory parameters on the first two factors (PC1 vs. PC2) obtained from principal component analysis.(O1: Aromatic 향특성, O3: Sour 향특성, O5: Carbonation 향특성, T1: Aromatic 맛특성, T3: Sour 맛특성, T5: Bitter 맛특성, T6: Carbonation 맛특성, M1: Carbonation 입안 촉감 특성, A1: Carbonation 뒷맛특성)



1 진양보리 ■ 2 자수정찰보리 ▲ 3 흰찰쌀보리 △ 4 다향보리 ● 5 삼광찰보리○

Fig. 2. Plot of loadings of physicochemical and sensory parameters on the first two factors (PC1 vs. PC2) obtained from principal component analysis.

PCA에 의한 first two components 설명에 따른 변수의 선택과 샘플의 분포는 Figure 1과 2에서 나타내었다. Figure 1은 Thousand grain weight, Brix와 같은 몇 가지의 물리화학적 변수가 Carbonation에 관련된 향, 관능적 특성과 관련이 있으며 이는 진양보리와 다향보리가 갖는 특성과 가장 관련이 높다(Figure 2). 이것은 맥아와 맥즙에 포함된 전분이나 당류가 최종 제품의 Carbonation 관능 특성에 영향을 주는 것을 의미한다고 볼 수 있다. Malt protein, TSN은 Sour 맛특성과 관련이 있으며 이것은 자수정찰보리가 갖는 특성과 관련이 높다. 이것으로 첫 번째 성분에서 주로 Malt protein, TSN, Thousand grain weight, Brix, Carbonation과 관련된 관능적 특성에 의해 진양보리와 다향보리가 자수정찰보리와 다르게 구분됨을 확인할 수 있다.

마지막으로, 두 번째 성분은 흰찰쌀보리와 삼광찰보리가 갖는 TSN과 Alcohol, Foam에 의해 진양보리, 다향보리, 자수정찰보리를 구별함을 확인할 수 있다 (Figure 1 and 2).

종합적으로, PCA는 각각의 보리들을 주요한 몇몇의 관능적 특성뿐만 아니라 Extract, Brix, Thousand grain weight, Alcohol, Foam, Malt protein과 같은 물리화학적 변수에 의해 구별한다. 주성분 분석 결과 각 보리간의 제맥적성 차이가 기존 보리의 분류인 맥주보리(진양보리),

쌀보리(자수정찰보리, 흰찰쌀보리), 겉보리(다향보리, 삼광찰보리)의 세 그룹으로 명확하게 구분되지 않고 다른 새로운 그룹으로 분리된 것을 볼 수 있다.(Figure 2) 이들 그룹은 Group1의 진양보리, 다향보리, Group2의 삼광찰, 흰찰쌀, Group3의 자수정의 새로운 그룹으로 구성되었다. Group1은 Extract, Brix, Thousand grain weight 및 Carbonation의 Odor, Taste, Mouthfeel, Aftertaste의 관능적 특성이 높았다. Group2는 Alcohol 농도, Foam 형성, Viscosity, pH 및 Sour Odor 특성이 강했다. Group3은 Malt protein, TSN, Bitter 및 Sour Taste와 Bitter Taste 특성이 높은 것으로 나타났다. 모든 분석치를 통틀어 국내산 보리의 맥주제조 적성은 맥주보리인 진양보리가 가장 뛰어난 적성을 갖고 있기 때문에 주성분 분석결과 진양보리와 같은 Group을 형성하는 다향보리가 국내산 6조맥의 맥주제조 적성에 가장 뛰어난 것을 확인할 수 있다. 그러나 Group내의 거리를 보다 좁히기 위해서는 다향보리가 진양보리에 비해 부족한 Extract, Brix, TSN등의 요소를 증가시키는 노력이 필요하다. 이러한 노력이 수반된다면 국내산 6조맥 중 맥주제조를 위한 보리로 사용할 수 있는 가치가 가장 높은 것은 다향보리로 생각된다.

## 나. 효소 및 초음파처리를 이용한 당화

### (1) 요약

국산 6조맥 다향 맥아를 이용하여 맥즙을 제조하기 위한 당화 공정에서 초음파와 효소처리가 환원당의 생성에 미치는 영향을 조사하였다. 전통적인 방법으로 당화시킨 맥아의 환원당 생성량은 약 41.5mg/mL 이었다.

초음파(400 watt)와 amyloglucosidase(50 U)를 각각 처리한 경우 전통적인 당화방법에 비해 추출된 환원당의 양은 모두 15% 증가하였으며 당화시간도 115분에서 70분으로 단축되었다. 초음파와 amyloglucosidase를 동시 처리하였을 경우 환원당의 양은 전통적인 방법에 비해 17% 증가하였다.

### (2) 재료 및 방법

#### (가) 재료

국산 6조맥은 2012년 전라북도 익산에서 수확된 다향(Dahang)을 사용하였다. 제맥 과정은 Automatic Micromalting Systems (Phoenix Biosystems Co., Australia)을 이용하여 침맥과 발아, 배조의 3단계로 진행하였다(Kim et al., 2013). 제조된 맥아는 Drum mill(Malt Drum Mill, Jeil Industry Co., Seoul, Korea)을 이용하여 1 mm의 간극으로 분쇄하여 당화과정에 사용하였

다.

#### (나) 전통적인 당화방법

전통적인 당화방법은 EBC Congress mash법[43]을 따랐으며, 그 방법은 다음과 같다. 곱게 분쇄한 맥아 5 g을 Amber bottle (SCHOTT DURAN 250mL, Wertheim, Germany)에 넣고 45°C의 증류수 20 mL와 잘 섞은 다음 1차 당화를 위해 45°C의 shaking water bath (BF-46SB, Biofree, Gyeonggi-do, Korea)에서 100 rpm로 30분간 당화 시킨 후 1°C/min의 속도로 25분 동안 온도를 증가시켜 맥즙의 온도를 70°C까지 올려 당화시켰다. 그 후 2차 당화를 위해 70°C의 증류수 10 mL를 첨가하여 70°C를 유지하면서 1시간 더 2차 당화시켰다. 따라서 전통적인 당화 방법은 1차 당화, 온도증가 구간, 2차 당화를 포함하여 총 115분이 소요된다. 당화가 완료되면 20°C로 식히고 증류수를 첨가하여 무게를 45 g으로 조정하였다. 분석시간 단축을 위해 주름진 여과지 No.597 1/2 (Whatman, Germany)를 사용하는 대신, 1 mL의 맥즙 Eppendorf tube에 취하여 4°C의 microcentrifuge에서 12,000 rpm으로 2분간 원심분리 후 상등액을 회수하였다. 상등액을 10배씩 순차적으로 희석하고 희석된 맥즙의 환원당 양은 DNS법을 이용하여 측정하였다[113].

#### (다) 초음파를 적용한 당화방법

맥아 5 g을 amber bottle에 넣고 증류수 40 mL와 잘 섞은 다음, 1차 당화는 ultrasonic water bath (SK8210HP, YOUNGJIN Co., Seoul, Korea)을 이용하여 53 kHz로 10분 동안 4가지 온도조건 (45, 55, 65, 70 °C)과 4가지 출력조건 (200, 300, 400, 500 Watt)을 달리하여 실험하였다. 그 후 2차 당화를 위해 70°C의 shaking water bath로 옮겨 100 rpm으로 1시간 더 당화시킨다. 따라서 초음파 처리나 이후 효소를 처리하는 당화방법은 모두 1차 당화 및 2차 당화를 포함하여 총 70분이 소요된다. 시간별 당화 실험을 위하여 1차 당화는 ultrasonic water bath에서 53 kHz로 10분 동안 초음파 최적 온도조건 (55, 65 °C), 출력조건 (400 Watt)과 초음파 무처리 조건으로 실험을 수행하였다. 그 후 2차 당화를 위해 70°C의 shaking water bath로 옮겨 100 rpm으로 1시간 더 당화시킨다. 2차 당화가 진행되는 동안 15분 간격으로 맥즙을 회수하여 환원당 양을 측정하였다.

#### (라) 효소를 적용한 당화

당화 효소인  $\alpha$ -amylase (from *Aspergillus oryzae*)와 amyloglucosidase (from *Aspergillus niger*)는 Sigma Aldrich Co.(Sigma Aldrich, St Louis, MO, USA)에서 구매하여 사용하였다.  $\alpha$ -amylase (100, 300 units)와 amyloglucosidase (5, 50 units)를 각각 첨가한 것과 효소 무 처리 조건으로 1차 당화를 65 °C에서 10분 처리 후, 2차 당화를 70 °C에서 1시간 진행하였으며, 당화가 완료되면 20°C로 맥즙을 식히고 원심분리한 다음 회석하여 환원당 양을 측정하였다. Amyloglucosidase의 최적 첨가량을 조사하기 위해 효소량을 4가지 조건(25, 50, 100, 200 units)으로 각각 첨가 한 것과, 효소 무 처리 조건으로 1차 및 2차 당화를 진행하였다.

(마) 초음파와 효소를 함께 적용한 당화

당화 비교 실험을 위해 초음파와 효소의 최적조건을 함께 적용하였다. 1차 당화는 ultrasonic water bath에서 amyloglucosidase (50 units) 첨가 후 53 kHz로 10분 동안 초음파 최적 조건 (65°C, 400 Watt)으로 실험을 수행하였다. 2차 당화를 위해 shaking water bath로 옮겨 70°C를 유지하면서 100 rpm으로 1시간 더 2차 당화시켰다. 2차 당화가 진행되는 동안 15분 간격으로 맥즙을 분석하였다.

(3) 결과 및 고찰

(가) 국산보리의 초음파 처리에 따른 당화적성

Filtering 후 남은 filter cake를 말려서 5g과 증류수 40ml 혼합하여 Traditional method를 이용하여 45°C(30min)과 72°C(1h)간 당화한 후 여과한 결과 12.87 mg/mL의 잔여당이 남아있음을 확인하였다. 즉 12.87 mg/mL의 잔여당이 초음파 및 효소 적용실험을 통해 추가로 추출될 가능성이 있음을 알 수 있다.

Table 21. Amount of reducing sugar in filtrate (wort) and filter cake of Dahyang

|                        | Dahyang    | filter cake of dahyang |
|------------------------|------------|------------------------|
| Reducing sugar (mg/mL) | 41.56±1.42 | 12.87±0.38             |

Table 22. Physicochemical properties of wort of Dahyang, treated with ultrasound and enzymes

|                            | Mean  | S.D.  |
|----------------------------|-------|-------|
| <i>초음파/효소 처리군</i>          |       |       |
| Extract dry (%)            | 82.9  | 0.16  |
| Brix                       | 9.6   | 0.198 |
| 환원당 (mg/mL)                | 51.11 | 1.98  |
| Free Amino Nitrogen (mg/L) | 195   | 20.1  |
| 여과 시간 (min)                | 19    | 3.0   |
| Viscosity (cP)             | 1.65  | 0.11  |
| <i>대조군</i>                 |       |       |
| Extract dry (%)            | 75.4  | 1.98  |
| Brix                       | 8.5   | 0.97  |
| 환원당 (mg/mL)                | 42.3  | 1.03  |
| Free Amino Nitrogen (mg/L) | 212   | 87.5  |
| 여과 시간 (min)                | 26    | 1.72  |
| Viscosity (cP)             | 1.70  | 0.42  |
| <i>초음파처리군</i>              |       |       |
| Extract dry (%)            | 77.8  | 1.62  |
| Brix                       | 8.95  | 0.183 |
| 환원당 (mg/mL)                | 48.75 | 2.5   |
| Free Amino Nitrogen (mg/L) | 190   | 15.37 |
| 여과 시간 (min)                | 22    | 3.24  |
| Viscosity (cP)             | 1.68  | 1.01  |
| <i>효소처리군</i>               |       |       |
| Extract dry (%)            | 78.9  | 1.4   |
| Brix                       | 9.0   | 0.154 |
| 환원당 (mg/mL)                | 49.1  | 3.21  |
| Free Amino Nitrogen (mg/L) | 202.8 | 16.82 |
| 여과 시간 (min)                | 20    | 1.99  |
| Viscosity (cP)             | 1.67  | 0.08  |

<sup>a</sup> 탁도가 있음을 숫자 1로 표기

Table 22는 맥주보리, 쌀보리, 겉보리의 맥즙에 대한 물리화학적 분석 결과의 평균, 표준편차, 최대값, 최소값, 변동계수를 나타낸다. 맥즙 분석을 위해 Extract dry, Brix, 환원당, Free Amino Nitrogen (FAN), 여과 시간 (FT), Viscosity를 측정하였다. 맥즙 적성 평가에서 중요한

항목인 맥즙 추출율은 맥아를 통해 직접적으로 생산할 수 있는 맥주의 양을 예측할 수 있는 척도로써 맥주생산의 경제적 측면에 가장 중요한 요소로 그 범위는 75~82% 정도로 알려져 있는데, 모든 보리의 측정치가 범위에 속하였으나 초음파 효소 처리군이 82.9%로 가장 높았다. 그리고 여과 시간은 길어질수록 맥즙의 여과가 어려워 지므로 맥주제조 전반에 생산성을 감소시키는 요소로 초음파/효소 처리군이 19 min으로 가장 빠른 것을 확인하였다. 이러한 경제적 측면 이외에도 맥즙은 발효를 위한 효모의 영양원이므로 맥즙 내의 당류, 단백질의 함유량을 파악하는 것이 중요하다. 또한 맥아로부터 용출되어 맥즙에 존재하는 환원당은 효모가 사용하는 영양성분이 되며 그 밖의 맥즙에 존재하는 당의 성분을 Brix로부터 예측할 수 있으므로 맥즙에서 높은 수치를 보이는 것이 좋다. 이번 분석에서 초음파/효소 처리군의 환원당과 Brix가 각각 49.05 mg/mL, Brix 9.6로 가장 높았으며 다른 대조군은 이보다 낮은 수치를 보였다. 또한 맥즙의 Viscosity는 세포벽의 성분인  $\beta$ -glucan이 전분이나 단백질과 같은 다른 고분자 물질들 보다 점도에 큰 영향을 미친다고 연구되어 왔으며 기본적으로 1.33정도로 알려져 있는데 대조군의 경우 1.7 cP로 가장 높은 것을 확인할 수 있었다. 본 연구에서는 기존 맥아의 분쇄도보다 높은 분쇄도의 맥아를 사용함으로써 맥즙에 존재하는 가용성 성분들의 용출량이 증가하여 모든 맥즙의 FAN, Viscosity가 증가한 것으로 예상할 수 있으며, 모든 맥즙 분석항목을 평가하였을 때 초음파/효소 대조군이 가장 당화적성이 우수한 것을 확인할 수 있다.

(나) 2조맥과 6조맥의 당화적성(효소,초음파 이용)

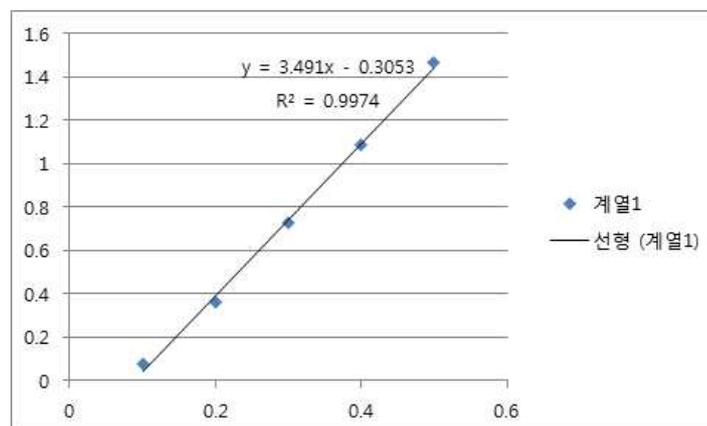


Fig. 3. Standard curve for glucose measurement by spectrophotometric method.

당화 공정 별 맥즙을 평가하기 위하여 발효성 당의 양을 평가하였다. 이를 위해 여과된 맥즙을 시료로 하여 DNS법[21]으로 환원당의 양을 분석하였으며, 그 방법은 다음과 같다. DNS

시약 3 ml과 sample 1ml을 섞은 후 끓는 물에서 5분간 반응을 시킨 후 상온에서 5분간 식힌다. 반응이 종료된 sample을 spectrophotometer(UV/visible spectrophotometer, JENWAY, England)를 이용하여 550 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. standard는 glucose(0.1 ~ 0.7 mg/ml)를 사용하였으며 Standard curve는 Fig 3과 같다.

(다) Ultrasound Assisted Mashing (UAM)

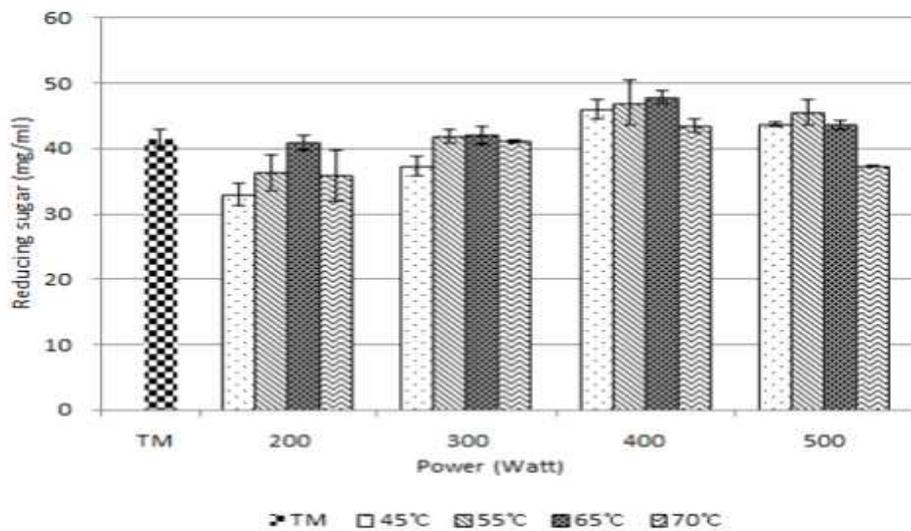


Fig. 4. Effect of ultrasound power and temperature on the production of reducing sugar in wort.

Figure 4는 전통적인 당화방법(TM)과 초음파를 적용한 당화방법(UAM)으로 당화한 맥즙의 환원당 량을 나타낸다. 초음파 적용조건은 10분 동안 온도조건 ( 45, 55, 65, 70 °C)과 출력조건 (200, 300, 400, 500 Watt)을 달리하여 1차 당화를 수행 한 후 2차 당화 실험을 수행 하였다. 이 실험을 통해 초음파 출력조건은 400 watt에서, 초음파 온도조건은 55와 65°C에서 가장 높은 환원당 량을 나타내는 것을 확인할 수 있다. 전통적인 방법으로 당화를 할 경우 환원당 량이 41.56 mg/ml 인 것과 비교하였을 때, 초음파 출력조건 400 watt에서 초음파 온도조건 55 °C는 46.96 mg/ml, 온도조건 65 °C는 47.79 mg/ml로 전통적인 당화방법과 비교하였을 때 더 높은 환원당이 추출됨을 확인 할 수 있었다.

당화 공정에서는 특히 온도조건이 중요한 데 이는 맥아에 포함된 효소의 최적 온도 범위가 있기 때문이다. 따라서 전통적인 당화조건에서는 온도를 서서히 올려줄 필요가 있으나, 초음파 처리 시 초음파에 의한 효소의 활성화에 따라 최적 온도 조건을 나타내는 것으로 생각되며 또

한 전통적인 당화방법과 초음파를 적용한 당화방법의 큰 차이점으로 총 당화 시간을 고려해볼 수 있다. 전통적인 당화방법은 1차 당화와 2차 당화로 나뉘며 1차 당화에서 55분이 소요되지만 초음파를 적용한 당화방법은 1차 당화에서 초음파 조사를 위한 10분이 소요 되므로 총 당화시간을 단축 할 수 있는 이점이 있다.

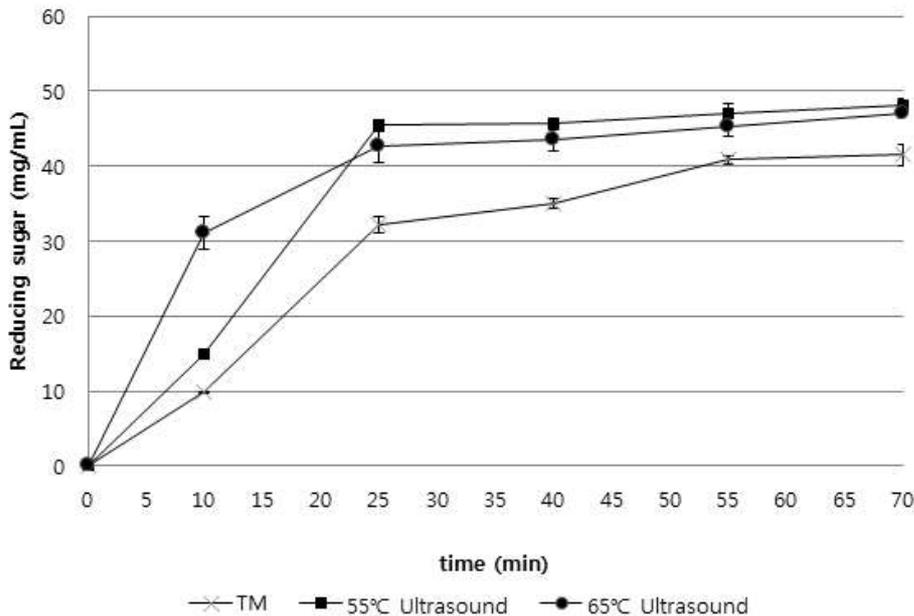


Fig. 5. Time course of amount of reducing sugar in wort of Dahyang during mashing with ultrasonication at 400 W.

Figure 5는 전통적인 당화방법(TM)과 초음파를 적용한 최적 당화방법(UAM) 조건으로 당화한 맥즙의 환원당량을 나타낸 것이다. 초음파 적용조건은 10분 동안 400 watt 출력조건에서, 온도조건 (55, 65°C)으로 실험을 수행하였으며, 2차 당화가 진행되는 동안 15분 간격으로 맥즙을 추출하여 환원당량을 측정하였다. 전통적인 방법으로 당화를 할 경우 55분 동안 1차 당화를 진행한 후 환원당량이 서서히 증가하여 같은 시간 동안 41.56 mg/ml까지 증가한 것과 비교하였을 때, 초음파 적용 시 14.93 mg/ml에서 48.04 mg/ml으로 증가하였다.

또한 65°C에서 초음파 적용 시 31.06 mg/ml에서 47.04 mg/ml으로 증가하였다. 당화 과정에서 환원당량이 증가하는 경향은 10 분간의 1차 당화 이후 2차 당화 시작부터 15분이 된 시점 (전체 시간 중 25 분 구간)에서 맥즙의 환원당량이 큰 폭으로 증가하는 것을 확인 할 수 있었다. 이를 통해 당화 공정 중 초음파 처리 조건이 그렇지 않은 조건에 비해서 더 높은 환원당을 포함한다는 것을 확인 할 수 있었으며, 환원당량이 증가하는 경향으로 당화공정 시 초음파 처리 최적 조건은 출력조건 400 watt, 온도조건 65°C 의 실험 조건으로 생각된다.

(라) Enzyme Assisted Mashing (EAM)

Figure 6은 전통적인 당화 방법에 당화효소를 첨가하여 당화시킨 맥즙의 환원당 량을 나타낸다. 당화 공정에 효소를 적용한 실험의 비교를 위해 전통적인 당화방법에 당화 효소인  $\alpha$ -amylase, amyloglucosidase를 각각 첨가하여 실험을 진행하였다.

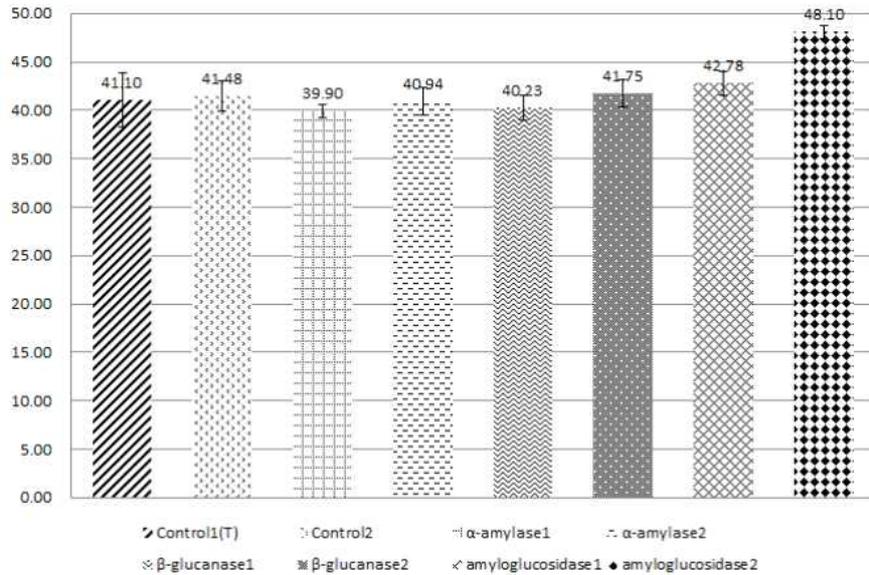


Fig. 6. Amount of reducing sugar in wort of Dahyang, treated with enzymes.

효소를 첨가하지 않은 control에서 환원당 량은 41.48 mg/ml 였으며,  $\alpha$ -amylase,  $\beta$ -glucanase를 첨가하여도 증가하지 않는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 amyloglucosidase를 첨가하였을 경우 control에 비해 높은 환원당 량을 보였다. 특히 amyloglucosidase는 50 units 첨가 조건에서 48.10 mg/ml 환원당이 맥즙으로 추출되는 것을 확인 할 수 있었다. 이는 6조맥이 갖고 있는 당 성분을 분해하기 위한  $\alpha$ -amylase의 양은 충분하지만, amyloglucosidase의 양이 부족하여 당화가 충분히 되지 못한다는 것을 알 수 있으며, amyloglucosidase를 첨가함으로써 당화 시 환원당 량을 증가 시킬 수 있음을 확인 하였다.

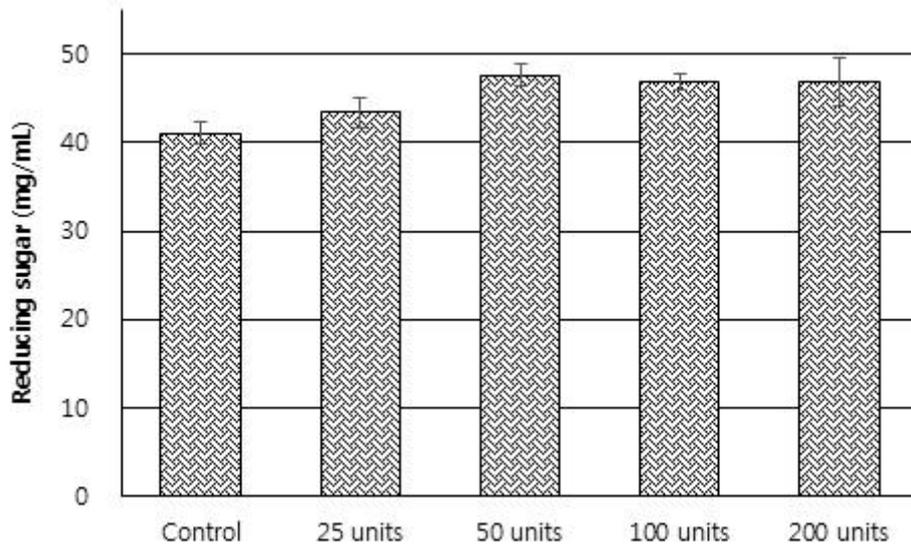


Fig. 7. Effect of enzyme units on the production of reducing sugar in wort of Dahyang.

Figure 7는 전통적인 당화 방법에 amyloglucosidase를 농도 별로 첨가하여 당화시킨 맥즙의 환원당 량을 나타낸다. 당화 공정에 amyloglucosidase를 농도 별로 적용한 실험의 비교를 위해 전통적인 당화방법에 당화 효소인 amyloglucosidase를 25, 50, 100, 200 units의 농도 별로 각각 첨가하여 실험을 진행하였다. 그 결과 control과 비교하여 amyloglucosidase 50 units이 첨가되었을 때 환원당 량이 가장 높게 당화되는 것을 확인 할 수 있었으며 그 이상의 농도에서 는 당화 되는 환원당 량이 더 이상 증가하지 않는 것을 확인 할 수 있었다. 따라서 실험 수행 조건 중 amyloglucosidase 50 units의 첨가 조건이 당화공정 시 효소 처리의 최적 조건으로 생각된다.

(마) Enzyme - mediated Ultrasound Assisted Mashing (EUAM)

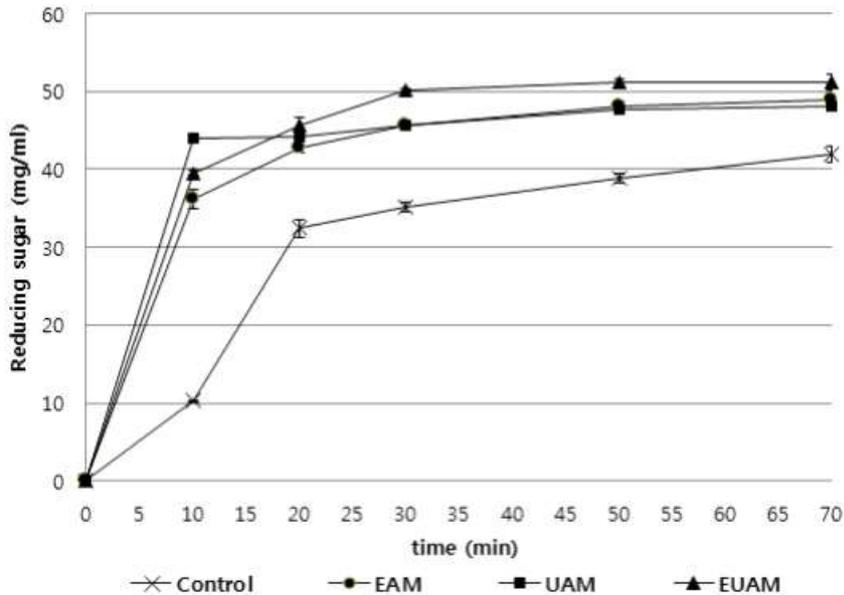


Fig. 8. Time course of amount of reducing sugar in wort of Dahyang during mashing with both ultrasound- and enzyme-treatments.

Figure 8은 초음파와 효소를 각각 적용한 당화 비교 실험에서의 최적조건을 함께 적용하여 당화시킨 맥즙의 환원당 량을 나타낸다. 이를 위해 당화 공정 시 초음파 최적 적용 조건인 400 watt, 65°C 조건, 효소 최적 적용 조건인 amyloglucosidase 50 units의 첨가 조건을 함께 실험 하였으며, 두 조건을 각각 실험한 것과, 처리하지 않은 조건을 비교하였다. 그 결과 Control에 비하여 다른 처리 조건들의 환원당 량이 더 높았으며, 그 중 초음파와 효소를 함께 적용시킨 당화 실험에서 가장 높은 환원당 량 51.11 mg/ml을 확인 할 수 있었다. 이를 통해 18%의 환원당 량 증가를 확인 할 수 있었으며, 맥즙 당화 시 초음파와 효소를 함께 적용시킬 경우, 맥즙으로 추출되는 환원당량을 증가 시킬 수 있는 가능성이 있음을 확인 할 수 있었다.

다. 고압을 이용한 당화

(1) 요약

맥주 제조에서 당화공정은 환원당을 생산하는 과정으로 맥주 생산 수율 면에서 매우 중요하다. 본 연구에서는 일반 보리 맥주를 이용해서 당화공정에서 압력 처리에 따른 환원당의 생산

수율을 분석하였다. 당화 공정에서는 0.1, 2, 50, 100 MPa 범위의 압력 하에서 가열하였다. 압력 증가에 따라 수율은 증가하였다. 2 MPa에서 1.3배로 최대값을 보였으며, 50, 100 MPa에서는 다소 감소하였다. 또한, 당화공정 일어나는 호화 및 당화를 각각 분석하였다. 효소를 불활성화 시킨 맥아를 가압 및 가열을 한 결과 압력에 의하여 호화도가 증가하였다. 당화는 맥아에 호화 전분을 추가하여 한 결과 압력에 따라 당화도가 증가하였다. 결론적으로 가압하여 mashing하는 방법으로 환원당의 수율을 증가시킬 수 있었다.

## (2) 재료 및 방법

### (가) 실험 재료

Beer school에서 Pale ale 분쇄한 것을 구매한 후, 710  $\mu\text{m}$  체를 쳐서 맥주 제조 과정 중 당화를 3반복 실시하였다.

### (나) 환원당

당화적성 평가를 위해 Brix는 15°C에서 디지털 당도계(RA-250, KEM, Japan)을 이용하여 측정하였고, 환원당은 DNS법[113]에 따라 sample 1ml에 DNS용액 3ml을 혼합하여 5min동안 끓인 후 5min동안 식힌 후 spectrophotometer(OPTIZEN 2120UV, Mecasys Co. Ltd., Korea)를 이용하여 흡광도 550nm에서 측정했다.

### (다) Viscosity

Sine-wave vibro viscometer(SV-10, AND, Japan)을 이용하여 20°C에서 맥즙의 점도를 측정하였다.

### (라) Free Amino Nitrogen(FAN)

AOAC방법[61]을 따랐으며 샘플2ml과 Ninhydrin 시약 1ml을 혼합한뒤 끓는물에 16분 끓여 주고 20°C에서 식혀준다. 5ml의 dilution solution 을 첨가하여 섞은뒤에 흡광도를 570nm에서 spectrophotometer(OPTIZEN 2120UV, Mecasys Co. Ltd., Korea)로 측정하였다. 3차 증류수를 blank 값으로 설정한다. 첨가한 부원료에 따라 4가지의 sample을 측정하였고 다음의 식은 다

음과 같다.

$$\text{FAN (mg/L)} = \frac{\text{net absorbance value of test solution} \times 2 \times \text{dilution}}{\text{net absorbance of standard solution}}$$

(마) pH

Seven Easy pH meter (mettler Toledo, Switzerland)로 20℃에서 측정하였다.

(바) 여과 시간(FT)

여과지 No.597 1/2 (Whatman, Germany)에 맥즙을 여과를 시작한 후 100ml의 맥즙이 여과 되면 다시 한번 나머지 맥즙과 섞어 여과 시켜 시간을 측정하였다(ASBC법)

(3) 결과 및 고찰

(가) 당화적성

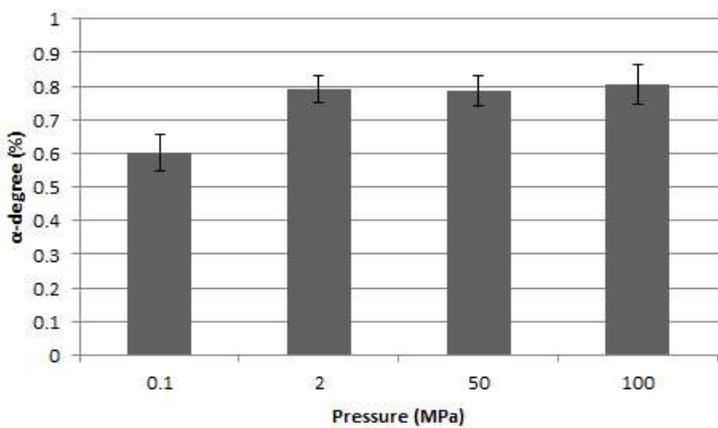


Fig. 9. Gelatinization degree of malt at 70℃ under high pressure.

Figure 9는 70℃에서 압력별(0.1, 2, 50, 100 MPa)로 맥아의 호화도를 측정한 것이다. 맥아 전분의 호화도는 0.1 MPa (대기압) 보다 고압에서 모두 증가하였다. 전분의 호화는 부피가 작아지는 반응이므로 압력에 의하여 더 촉진된다고 보고된 바 있다. 따라서 압력을 가하면 호화가 촉진됨을 확인할 수 있다.

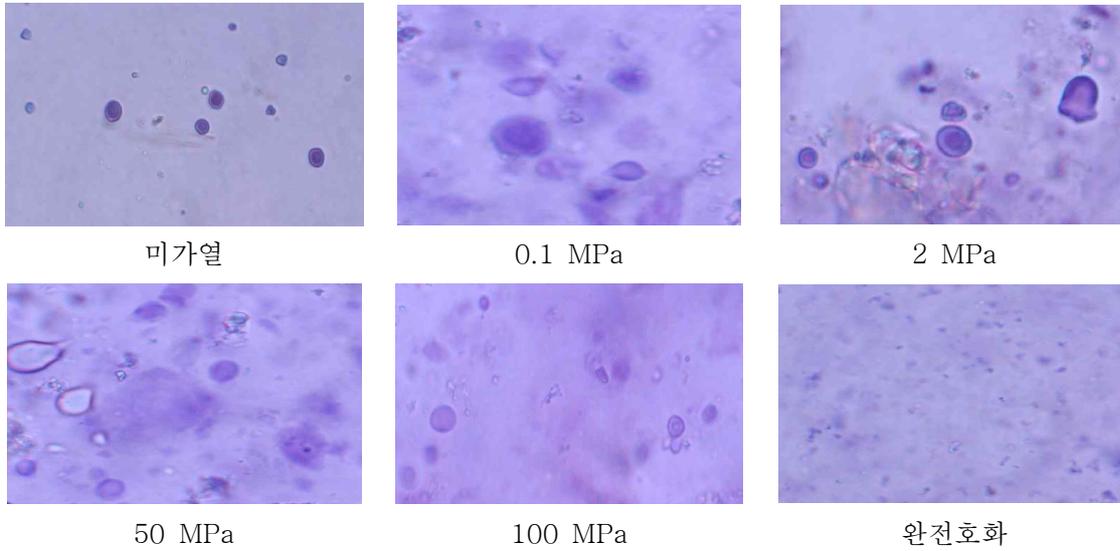


Fig. 10. Microphotographs of malt with iodine-starch reacted, gelatinized at 70°C under high pressure.

압력별(0.1, 2, 50, 100 MPa)로 호화실험을 한 결과, 압력이 가해짐으로써 요오드 용액에 염색이 뚜렷하게 되지 않음을 확인할 수 있다. 전분의 호화과정에서 압력을 가하고 요오드 용액으로 염색을 한 후에, 색이 옅어짐을 확인한 바 있다. 따라서 압력을 가하면 요오드 용액에 염색된 전분의 색이 옅어짐을 확인할 수 있다.

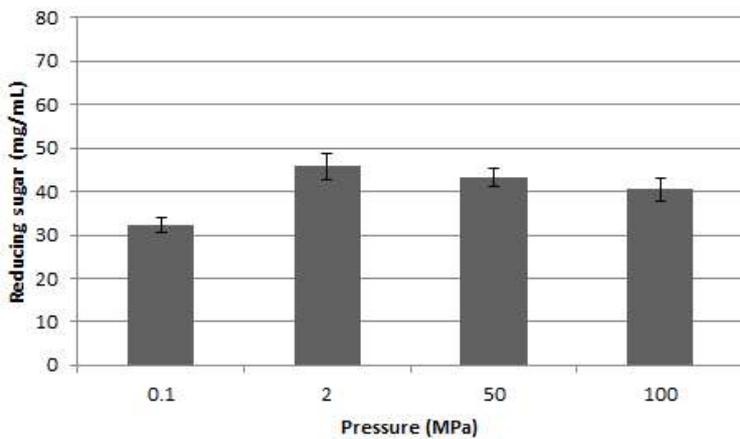


Fig. 11. Amount of reducing sugar in wort of Dahyang, treated with high pressure.

맥아를 당화효소로 사용하여 이미 호화된 전분을 당화시킨 결과 당화도는 0.1 MPa (대기압) 보다 고압에서 모두 증가하였다(Figure 11). 그러나 2 MPa에서 최대값을 보여 최적 조건

을 나타냈다. 당화는 효소의 가수분해 반응으로서 반응 후 부피가 감소하여 압력에 의해 촉진되는 반응이다. 한편 효소는 단백질로서 고압에 의해 변성될 수 있다. 본 연구에서 50, 100 MPa에서 증가세가 보이지 않는 이유는 가수분해 반응은 더 촉진될 수 있지만 효소 변성이 일어났기 때문으로 추측 된다.

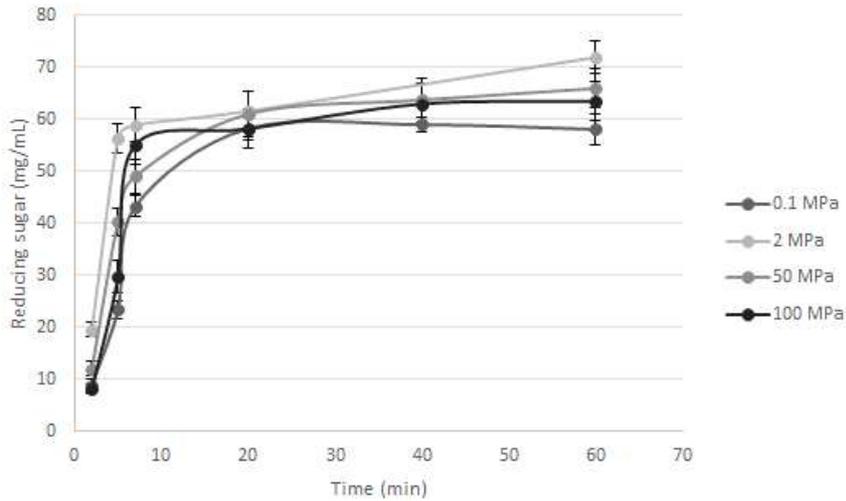


Fig. 12. Time course of amount of reducing sugar in wort of Dahyang during mashing under high pressure.

Figure 12를 보면 맥아의 당화는 mashing 초기에 급속히 증가하여 약 1시간 내에 평형에 도달하였다. 고압의 조건에서는 대기압보다 모두 당화율이 높게 나왔다. 그러나 2 MPa에서 당화가 가장 활성화되어 최적 조건을 나타냈다. 맥아의 mashing에서는 전분이 먼저 소화되고 endogenous 효소에 의해 당화된다. 이런 관점에서 figure 9와 figure 10를 비교해 보면 mashing에서 당화에서는 압력에 의한 효소 반응의 효과가 소화 보다 더 크게 작용한 것으로 보인다.

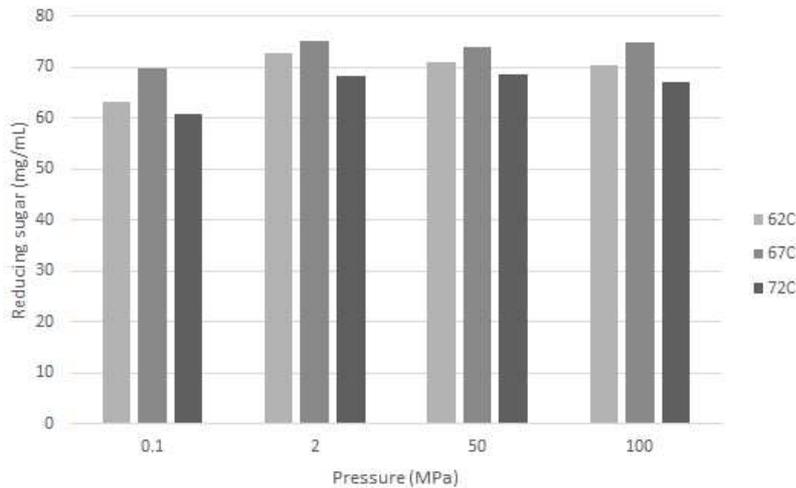


Fig. 13. Effect of pressure and temperature on amount of reducing sugar in wort of Dahyang.

Figure 13은 62, 67, 72°C에서 mashing 한 결과이다. 일반적으로 67°C가 최적의 mashing 온도로 알려져 있는데 압력을 가했을 때 그 밖의 온도에서도 당화율이 상당히 개선됨을 알 수 있다. 맥아의 효소작용과 호화의 최적 온도 범위는 alpha-amylase (71-72°C), beta-amylase (62-67°C), large sized starch (60-65°C), small sized starch (72-80°C)로 알려져 있다. 압력 무처리 조건에서는 호화와 당화 조건에 가장 유리한 온도는 67, 72, 62°C임을 알 수 있다. 압력에 의한 당화 효과 개선은 반대로 62, 72, 67°C로 나타났다.

## 2. 부원료 첨가 국산 6조맥 맥아 당화 기술

### (1) 요약

국내산 6조보리에 부원료를 첨가하여 부족한 전분량을 보충하고 당화효소(alpha-amylase와 Amyloglucosidase)와 초음파처리를 동시 적용하여 환원당을 증가시켰다. 당화효소는 두가지(alpha-amylase와 Amyloglucosidase)를 동시 적용하는 것이 Control(무처리)대비 최대 21%의 상승 효과를 나타냈다. 초음파처리는 부원료의 호화과정을 대체할 수 있도록 처리 시간을 10min에서 20min으로 증가시켰다. 그 결과 환원당량은 수입맥아(Pilsner)에 상응하는 맥즙을 제조할 수 있었다. 또 여과증진효소(beta-glucanase와 Xylanase)를 사용하여 여과 시간과 Viscosity를 감

소시켜 경제성에 도움이 되었고 여과공정에서 환원당을 조금 더 증가 시킬 수 있었다. 국내산 6조 다향보리에 부원료를 첨가하여 효소와 초음파 처리를 적절히 적용한다면 국내산 6조보리도 맥주보리로 사용할 수 있을 것으로 보인다.

## (2) 재료 및 방법

### (가) 재료

맥아는 국립식량과학원 작물사료과의 협조를 받아 2014년 전라북도 익산에서 수확된 국산 6조맥 다향(Dahyang)을 사용하였다. 부원료는 가루형태의 쌀, 옥수수, 밀, 감자를 사용하였고 모두 시중에서 구매하였다(쌀, 감자; Garunara, Hwasung, Gyeonggi-do, Korea, 옥수수; Young In Corp., Gyeonggi-do, Korea, 밀; CJ CheilJedang Corp., Seoul, Korea). 부원료는 맥아량의 10%를 사용하여 실험하였다.

효소는 (주) Bision Biochem의 액상효소를 사용하였다. 당화효소  $\alpha$ -amylase (from *Bacillus licheniformis*)와 amyloglucosidase (or glucoamylase, from *Aspergillus niger*)는 각각 Spezyme FRED, BioWin AG 제품을 사용하였고 여과증진효소는  $\beta$ -glucanase (from *Trichoderma reesei*) BrewMax L, Xylanase는 SIGMA(from *Thermomyces lanuginosus*)의 가루형태의 효소를 사용하였다.

### (나) 효소와 초음파를 적용한 당화방법

당화방법은 EBC Congress mash법[5, 43]을 변형하여 Duran bottle (Schott Duran, Mainz, Germany)에 다향맥아 4.5g에 부원료 0.5g을 넣고 3차 증류수 40mL과 섞어 당화효소를 첨가한 후 Ultrasonic water bath (SK8210HP, Youngjin Co., Seoul, Korea)에서 1차 당화를 한다. 초음파의 출력조건은 53 kHz, 400 Watt로 고정하였으며 부원료의 호화시간을 고려하여 온도는 55 °C, 시간(10min, 20 min)은 변화를 주어 실험하였다. 70°C의 shaking water bath(BF-46SB, Biofree, Korea)로 옮겨 100 rpm으로 60min 더 당화시킨다. 맥즙을 20°C에서 10분간 식힌 후 3차 증류수로 45g을 맞춰준다. 여과지 No.597 1/2 (Whatman, Germany)을 이용하여 맥즙을 여과시킨 후 맑은 맥즙을 사용했다.

### (다) 환원당

당화적성 평가를 위해 Brix는 15°C에서 디지털 당도계(RA-250, KEM, Japan)을 이용하여 측정하였고, 환원당은 DNS법[113]에 따라 sample 1mL에 DNS용액 3mL을 혼합하여 5min동안 끓인 후 5min동안 식힌 후 spectrophotometer(OPTIZEN 2120UV, Mecasys Co. Ltd., Korea)를

이용하여 흡광도 550nm에서 측정했다.

(라) Viscosity

Sine-wave vibro viscometer(SV-10, AND, Japan)을 이용하여 20℃에서 맥즙의 점도를 측정하였다.

(마) Free Amino Nitrogen(FAN)

AOAC방법[61]을 따랐으며 샘플2ml과 Ninhydrin 시약 1ml을 혼합한뒤 끓는물에 16분 끓여 주고 20℃에서 식혀준다. 5ml의 dilution solution 을 첨가하여 섞은뒤에 흡광도를 570nm에서 spectrophotometer(OPTIZEN 2120UV, Mecasys Co. Ltd., Korea)로 측정하였다. 3차 증류수를 blank 값으로 설정한다. 첨가한 부원료에 따라 4가지의 sample을 측정하였고 다음의 식은 다음과 같다.

$$\text{FAN (mg/L)} = \frac{\text{net absorbance value of test solution} \times 2 \times \text{dilution}}{\text{net absorbance of standard solution}}$$

(바) pH

Seven Easy pH meter (mettler Toledo, Switzerland)로 20℃에서 측정하였다.

(사) 여과 시간(FT)

여과지 No.597 1/2 (Whatman, Germany)에 맥즙을 여과를 시작한 후 100ml의 맥즙이 여과 되면 다시 한번 나머지 맥즙과 섞어 여과 시켜 시간을 측정하였다(ASBC법)

(3) 결과 및 고찰

(가) 다향보리에 부원료 첨가에 따른 당화적성

수입맥아와 비교하여 다향맥아의 환원당 증가시키기 위해 초음파 처리를 하였다. 수입맥아(Pilsner)와 다향맥아, 초음파처리한 다향맥아의 환원당을 비교한 결과 다향맥아(45.52mg/ml)와 초음파처리한 다향맥아(44.17mg/ml)로 다향맥아의 환원당이 더 높게 측정되었다. 초음파 처리

의 유, 무 보다는 당화효소( $\alpha$ -Amylase, amyloglucosidase)처리의 따라 환원당이 증가 하는 것을 알 수 있었다. Figure 14는 다향맥아와 초음파 처리한 다향맥아의 맥즙 적성검사 실험결과이다. pH의경우 초음파 처리한 다향맥아가 무처리 다향맥아보다 높았고 환원당과 Brix 모두 초음파처리 유, 무 보다는 효소처리의 대하여 증가함을 나타냈다. 단백질 함량의 지표로 Free amino nitrogen을 측정 한 결과 초음파처리한 다향맥아에서 높은 수치를 나타냈으며 Viscosity 측정에서는 큰 차이를 보이지 않았다.

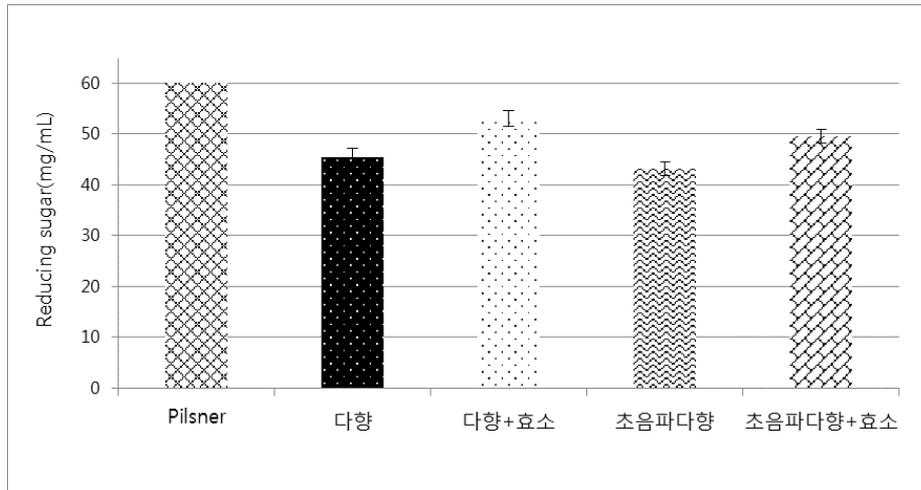


Fig. 14. Effect of ultrasonication and enzyme treatment on amount of reducing sugar in wort of Dahyang.

Table 23. Effect of ultrasonication of malt on physicochemical properties of wort of Dahyang

|                        | Pilsner | 다향    | 다향+ E | 다향(U) | 다향(U)+ E |
|------------------------|---------|-------|-------|-------|----------|
| Wort properties        |         |       |       |       |          |
| pH                     | 5.68    | 5.96  | 5.87  | 5.88  | 5.81     |
| Brix(%)                | 8.2     | 7.9   | 8     | 6.5   | 6.8      |
| 환원당(mg/mL)             | 62      | 45.52 | 53.05 | 44.17 | 49.55    |
| Free amino nitrogen(%) | 151.79  | 182   | 179   | 210   | 213      |
| Filteration time(min)  | 20:06   | 18:06 | 24:36 | 21:49 | 23:20    |
| Viscosity(cp)          | 1.59    | 1.8   | 1.9   | 1.88  | 1.82     |

실험결과 경제성을 고려하여 초음파처리한 맥아보다는 무처리한 다향맥아를 사용하여 최적 맥즙제조 실험을 진행하였다.

#### (나) 다향맥아의 부원료를 첨가한 맥즙 당화

국산 6조맥 다향의 맥주제조 적성이 국산 맥주보리 진양과 유사하다는 결과가 보고 되고 있다. 6조맥 다향 맥아의 전분을 충분히 당화시킬수 없으면 당화온도 조절, 초음파, 다양한 분해 효소의 사용등과 같은 반응조건의 개선이 필요하고 또한 품종에 따른 전분 함유량이 부족하면 보완을 위해 다양한 부원료의 사용이 필요할 것으로 보여[75] 쌀, 옥수수, 밀가루, 감자를 부원료로 첨가하여 효소와 초음파를 이용하여 맥즙 제조를 하였다.

당화 효소의 최적 조건을 확립하기 위해 사용량의 차등을 두어 실험을 진행하였다.  $\alpha$ -Amylase와 Amyloglucosidase의 최적조건을 확립하기 위해 효소처리를 하지 않은 Control과 각 대조군에  $\alpha$ -Amylase를  $5\mu\text{l}$ ,  $10\mu\text{l}$ ,  $20\mu\text{l}$ 씩 사용하여 각각  $42.41\text{mg/mL}$ ,  $44.77\text{mg/mL}$ ,  $41.43\text{mg/mL}$ 의 환원당을 얻을 수 있었다. Amyloglucosidase를  $5\mu\text{l}$ ,  $10\mu\text{l}$ ,  $20\mu\text{l}$ 씩 사용하여  $50.42\text{mg/mL}$ ,  $51.25\text{mg/mL}$ ,  $48.91\text{mg/mL}$ 의 환원당을 얻어 Amyloglucosidase 사용시  $\alpha$ -Amylase보다 높은 환원당이 추출됨을 확인할 수 있었다. 이는 다향맥아가 갖고 있는 당 성분을 분해하기 위한  $\alpha$ -amylase의 양은 충분하지만, amyloglucosidase의 양이 부족하여 당화가 충분히 되지 못한다는 것을 알 수 있으며amyloglucosidase가  $\alpha$ -1,4 결합 이외에도 추가로  $\alpha$ -1,6 결합을 천천히 분해할 수 있기 때문인 것으로 보인다. 실험 결과 수입맥아(필스너)의 평균 환원당량이  $60\text{mg/mL}$ 인것을 감안해 두가지 효소( $\alpha$ -Amylase, amyloglucosidase)를 동시에 적용시켰더니  $51.41\text{mg/mL}$ ,  $52.58\text{mg/mL}$ ,  $50.31\text{mg/mL}$ 으로  $\alpha$ -Amylase 한가지만 사용했을 때 보다 약 21%의 환원당량이 증가함을 볼 수 있었다(Figure 15).

부원료의 환원당 실험은 Table 24와 figure 16에서는  $\alpha$ -Amylase을 사용하여 환원당을 측정하였고, Table 25에서는 Amyloglucosidase를 사용하여 환원당을 측정하였다. 부원료 당화실험에서는  $\alpha$ -Amylase가 Amyloglucosidase 보다 높은 환원당을 수치를 나타냈다. 부원료에  $\alpha$ -Amylase와 Amyloglucosidase를 각각  $10\mu\text{l}$ 씩 동시 사용하였을 때 효과적으로 환원당을 얻을 수 있었다(figure 16). 부원료 4가지 중에서 옥수수와 쌀의 환원당량이 가장 높게 측정된 것을 알 수 있다. 맥아와 부원료를 혼합하여 당화하기 위해서 효소 두가지( $\alpha$ -Amylase, Amyloglucosidase)를 섞어 당화 효과를 높이려고 했다. 다향맥아의 부족한 전분량을 보충해주기 위하여 환원당량이 가장 높은 옥수수와 쌀을 이용하여 세부 맥즙 적성검사를 진행 하였다.

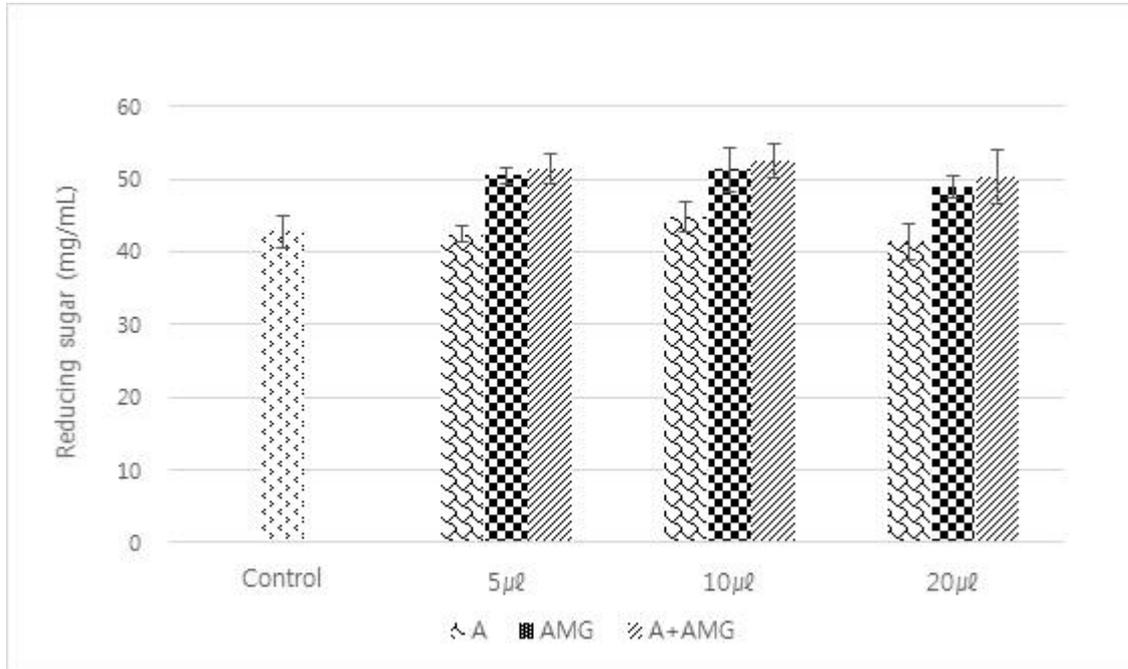


Fig. 15. Effect of enzyme ( $\alpha$ -amylase and amyloglucosidase) units on amount of reducing sugar in wort of Dahyang.

당화효소는 맥아와 부원료에 모두 효과적 일 수 있게  $\alpha$ -Amylase와 Amyloglucosidase를 각각  $10\mu\text{l}$ 씩 동시 적용하여 실험하였다. 각각의 효소제의 당화력을 비교한 결과 단기간의 대량처리 및 당화시간의 단축과 당화력을 높이기 위해서는 단일 효소제의 사용보다는 초기 당화력이 높은 정제효소 또는 amyloglucosidase를 조효소 등과 혼합시킨 복합효소제를 사용하여 당화시키는 것이 효율적이라고 보고한바 있다[65, 69].

Table 24. Effect of enzyme ( $\alpha$ -amylase) units on saccharification of adjuncts in term of reducing sugar

|                 | Wheat | Potato | Maize | Rice  |
|-----------------|-------|--------|-------|-------|
| Control(무첨가)    | 6.68  | 4.95   | 4.64  | 4.67  |
| $5\mu\text{l}$  | 39.52 | 34.88  | 45.66 | 45.66 |
| $10\mu\text{l}$ | 40.27 | 36.82  | 46.31 | 43.13 |
| $20\mu\text{l}$ | 40.36 | 48.68  | 48.68 | 40.99 |

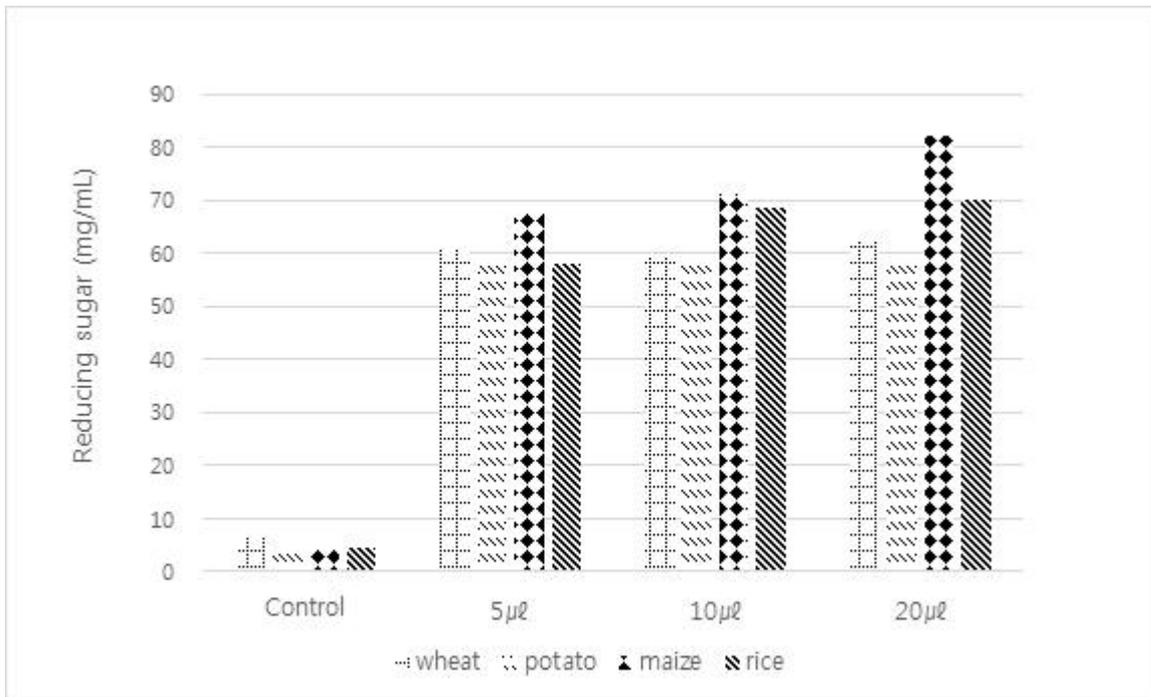


Fig. 16. Effect of enzyme ( $\alpha$ -amylase and amyloglucosidase) units on amount of reducing sugar in wort of Dahyang with adjuncts (wheat, potato, maize, and rice).

Table 25. Effect of enzyme (amyloglucosidase) units on saccharification of adjuncts in term of reducing sugar

|              | Wheat | Potato | Maize | Rice  |
|--------------|-------|--------|-------|-------|
| Control(무첨가) | 6.68  | 4.95   | 4.64  | 4.67  |
| 5 $\mu$ l    | 11.82 | 13.27  | 20.83 | 23.27 |
| 10 $\mu$ l   | 14.36 | 22.79  | 45.51 | 20.05 |
| 20 $\mu$ l   | 17.07 | 22.19  | 43.80 | 35.60 |

#### (다) 부원료별 맥즙 적성평가

당화효소의 최적사용량을 정하여 부원료별 맥즙 적성평가를 하였다(Table. 26). Pilsner(수입, 맥주보리)에 비해서 pH는 다향맥아와 부원료를 첨가한 다향맥아의 맥즙이 높게 측정되었다. 보통 대부분의 맥즙의 최적 pH 범위는 5.1에서 5.6이다. 하지만 맥아의 종류, 맥즙을 제조하는 물의 pH, 당화과정에 따라 달라진다. 환원당 측정결과는 Pilsner 61 mg/mL에 비해 부원료를 첨가하지 않은 다향보리는 45.52 mg/mL의 낮은 수치를 나타냈다. 부원료를 첨가한 맥즙에서는 부원료를 첨가하지 않은 다향보리 보다 최대 10% 이상 높은 환원당을 나타냈다. 부원료가 첨

가최면서 다향맥아에 부족한 전분을 보충해주어 환원당이 증가한 것으로 추측된다. FAN 함량에서는 다향보리가 FAN 값이 높게 측정되었다. FAN은 맥즙내의 있는 아미노산이나 펩타이드를 일컫는다[126]. FAN은 효모에 영양분으로 맥즙 발효의 중요한 역할을 한다. 하지만 FAN 수치가 너무 높으면 맥주의 품질을 저하시킨다[100]. 보통 맥주보리는 단백질 함량이 10~11%인데 다향보리는 14%가까운 단백질을 가지고 있다. 부원료를 첨가한 맥즙의 FAN 수치는 효모를 첨가하고 발효과정을 거치면서 낮아질 것이다. 발효를 시작하고 일주일이 지나면 수치가 1/2이하로 감소하고 알코올이 생성된다[53]. 여과 시간 과 Viscosity는 여과공정에 중요한 영향을 끼치는데 이 두 과정이 길어지면 맥주 제조시간이 길어지며 경제성이 떨어지게 된다. 여과 시간은 Pilsner와 비슷하게 측정되었고 Viscosity는 수입맥아에 비해 높게 나와 여과증진 효소를 사용하여 여과공정시간 감소를 기대한다.

Table 26. Wort properties of Dahyang with adjuncts

|                        | Pilsener | 다향    | Wheat  | Potato | Maize  | Rice   |
|------------------------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Wort properties        |          |       |        |        |        |        |
| pH                     | 5.68     | 5.96  | 5.8    | 5.72   | 5.8    | 5.84   |
| Brix                   | 8.2      | 7.9   | 7.9    | 8.0    | 8.1    | 8.1    |
| 환원당(mg/mL)             | 61       | 45.52 | 48.39  | 49.31  | 51.23  | 52.31  |
| Free amino nitrogen(%) | 151.79   | 182   | 199.33 | 244.29 | 212.04 | 251.29 |
| 여과 시간(min)             | 20.06    | 20:25 | 18:21  | 19:44  | 16:47  | 18:43  |
| Viscosity(cp)          | 1.58     | 1.8   | 1.84   | 1.71   | 1.78   | 1.71   |

(라) 초음파를 이용한 당화적성

수입맥아(Pilsner)와 비교하여 다향맥아+부원료 효소처리, 초음파처리 대조군으로 나누어 환원당량을 측정하였다. 부원료는 당화하였을 때 가장 높은 수치를 나타내는 것 두가지(옥수수, 쌀)를 선택하였다. 수입맥아(Pilsner)가 61.13mg/mL의 환원당량을 나타냈다. 그에 비하여 다향맥아는 41.16mg/mL, 다향맥아에 부원료를 첨가한후 효소처리군은 찹쌀의 경우 50.98mg/ml,

옥수수의 경우 48.02mg/ml의 환원당을 나타냈다. 다향맥아+부원료에 효소처리만으로는 수입맥아의 환원당에 미치지 못하여 초음파 처리를 추가하였다. 그 결과 찹쌀 57.25mg/ml, 옥수수 52.87mg/ml의 환원당량을 나타냈다(Figure 17).

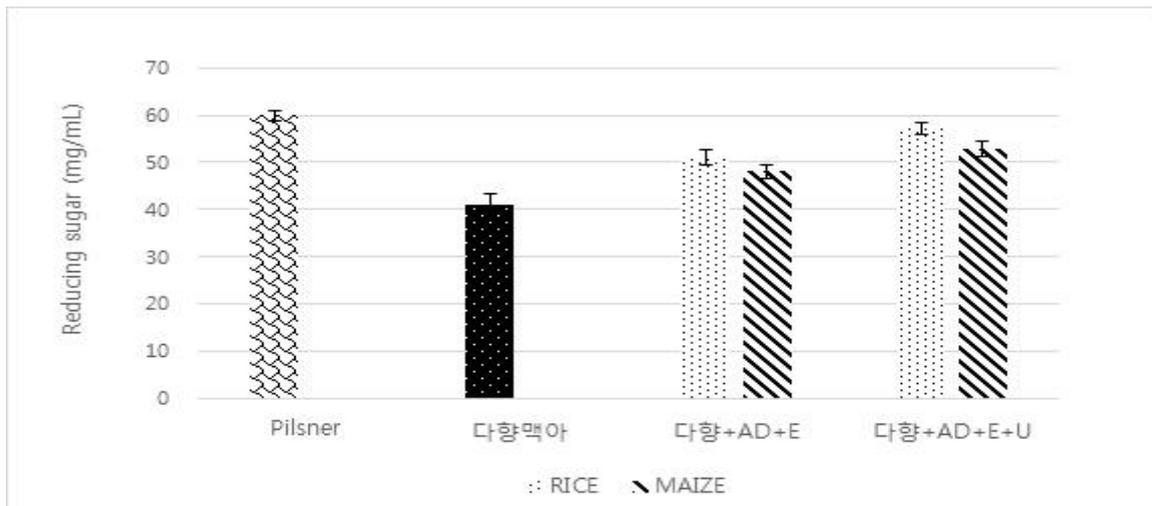


Fig. 17. Effect of ultrasonication and enzyme ( $\alpha$ -amylase and amyloglucosidase) treatments on amount of reducing sugar in wort of Daehyang with adjuncts (maize, and rice).

효소처리도 환원당량을 증가시키는데 도움을 주지만 초음파처리를 추가한 경우 수입맥아에 가까운 환원당량을 나타냈다. 이는 초음파를 이용하여 쌀전분의 평균 분자량을 감소시키거나 corn slurry의 입자크기를 감소시켜 환원당 수율을 2-3배 증가시킨 사례가 알려져있다. 다향맥아만을 당화시켰을 때 보다 다향맥아+부원료, 효소, 초음파 처리를 동시에 했을 경우 환원당량이 25.58% 증가하였다.

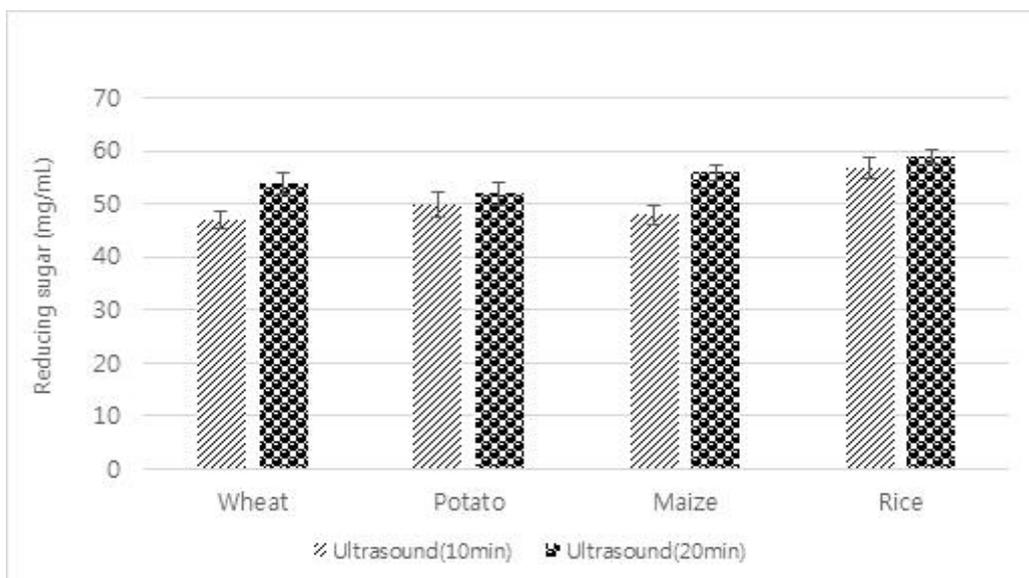


Fig. 18. Effect of ultrasonication times on amount of reducing sugar in wort of Daehyang with adjuncts (wheat, potato, maize, and rice).

Figure 18에서는 부원료의 전분 소화시간(20min)이 있기 때문에 시간을 줄이기 위하여 초음파 처리시간을 10min에서 20min으로 증가시켰다. 전분에 초음파를 가한 경우 전분 입자가 뭉치는 현상이 없어지고 전분 입자의 평균 지름이 감소하는 경향을 나타내었다고 보고하였다 [44]. 초음파 균질기로 처리한 쌀의 생전분과 소화전분의 크기를 11/3 수준으로 줄일 수 있는 동시에 균질화시킬 수 있으며, 높은 값의 비표면적, 광투과도, 용해도 및 팽윤력을 나타내고 매우 큰 폭의 겉보기 점도 감소를 보였다고 보고하였다[54]. 쌀을 첨가한 맥즙의 경우 초음파처리(10min)를 했을때는 환원당량이 57.25mg/ml이 측정되었는데, 전분의 소화시간 20min을 대신하여 초음파처리 시간을 20min으로 늘려 환원당량을 측정하였더니 59.89mg/ml로 수입맥아(필스너)와 비슷한 환원당 수치를 나타내었다. 초음파 시간을 늘린 실험에서도 옥수수과 쌀을 첨가한 맥아가 환원당량이 가장 높게 측정되었다.

(마) 여과증진 효소를 이용한 당화적성

여과증진효소를 첨가해 여과 시간을 측정할결과 xylanase와  $\beta$ -glucanase를 사용한 맥즙에서 여과 시간이 모두 감소하였다(Figure 19). 여과증진효소 사용시 여과시간이 크게 감소하고 여과 시간에 영향을 끼치는 Viscosity도 감소하는 결과를 나타냈다(Table 27).

Table 27. Effect of enzyme treatments on wort viscosity of Dahyang with adjuncts

| Viscosity(cp) | $\alpha$ -Amylase, Amyloglucosidase | $\alpha$ -Amylase, Amyloglucosidase<br>Xylanase, $\beta$ -glucanase |
|---------------|-------------------------------------|---|
| Maize         | 1.65                                | 1.43  |
| Rice          | 1.68                                | 1.26  |
| Potato        | 1.7                                 | 1.35  |
| Wheat         | 1.58                                | 1.3   |

여과증진효소 Xylanase와  $\beta$ -glucanase를 동시 적용할 경우 Xylanase와  $\beta$ -glucanase를 각각 사용할 때 보다 Viscosity감소에 더 큰 효과를 나타냈다[106]. 그러나 본 실험에서는 Xylanase가 맥아와 부원료의 환원당을 높이는데 도움을 주어 환원당이 증가하기 때문에 여과 시간이 두가지 효소를 동시 적용함에도 불구하고 증가하는 것을 볼 수 있었다.

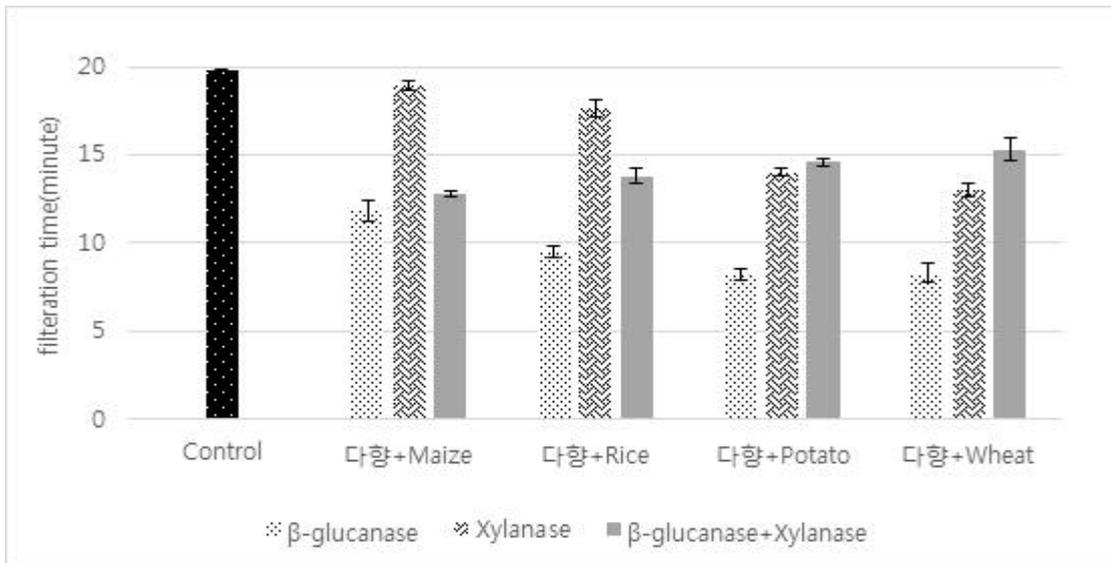


Fig. 19. Effect of enzyme (xylanase and  $\beta$ -glucanase) treatments on filtration time for wort of Dahyang with adjuncts (wheat, potato, maize, and rice).

이는 Xylanase가 여과증진효소인 동시에 당화효소의 역할도 하기 때문 인 것으로 보여 진다. 해양 바이오매스 자원의 하나인 해조류 중 녹조류인 창자파래를 대상으로 환원당을 생산하기 위하여 파래에 포함되어 있는 cellulose와 starch 등의 탄수화물을 분해할 수 있도록 2-3종의 효소를 혼합하여 실험한 결과, Viscozyme L(arabanase, beta-glucanase, hemicellulose And xylanase)과 Cellic CTec2(Cellulase, xylanase)를 1:1로 혼합한 결과 10.67%의 높은 수율을 얻었다.(Kim et al., 2015). 이 처럼 Xylanase와  $\beta$ -glucanase를 동시에 사용하면 여과시간과 점도를 줄일 수 있고 동시에 환원당을 높이는데 도움을 주는 것으로 나타났다(Figure 20).

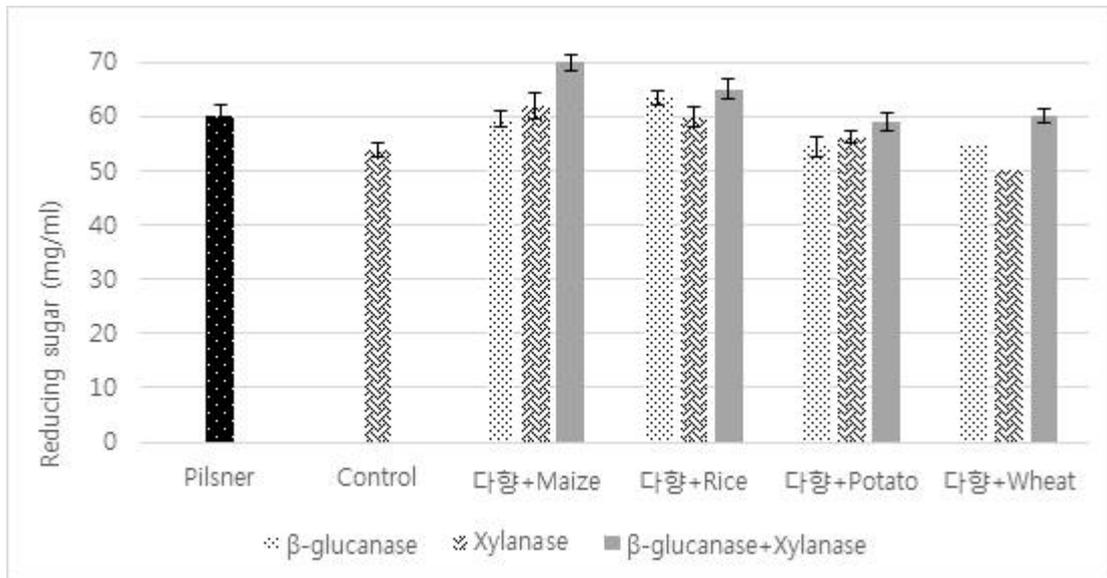
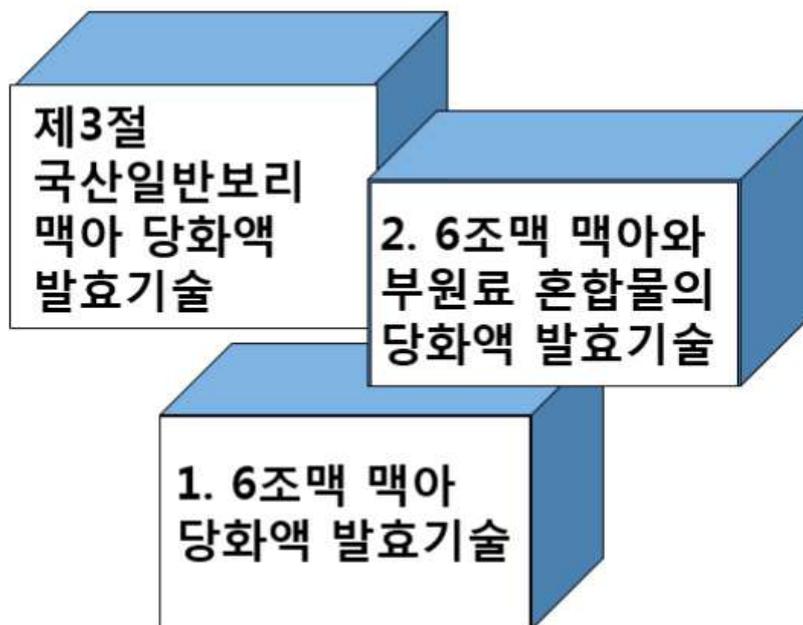


Fig. 20. Effect of enzyme ( $\alpha$ -amylase, amyloglucosidase, xylanase, and  $\beta$ -glucanase) treatment on amount of reducing sugar in wort of Dahyang with adjuncts (wheat, potato, maize, and rice), treated with ultrasound.

### 제3절 국산일반보리 맥아 당화액 발효 기술

- 도표와 같이 국산일반보리를 사용하여 제조한 맥아 당화액의 발효 기술을 개발하였다. 먼저 부원료나 물리적 처리 추가 없이 한국산 6조 보리 맥주 발효 kinetics 특성을 확인하였다. 발효를 활성화할 수 있는 초음파 처리를 적용하여 한국산 6조 보리의 맥주 발효 성능을 국산 맥주보리(2조맥)의 수준까지 향상시킬 수 있었다.
- 맥주 제조시 맥아와 함께 사용되는 부원료를 역시 국산일반보리 맥주에도 적용하여 발효 기술을 개발하였다. 사용된 부원료는 전분 함량이 높은 쌀, 밀, 옥수수, 감자를 이용하였고, 이를 첨가하여 제조된 맥주는 한국산 6조 보리로만 제조된 맥주에 비해 알코올 생성능 등에서 우수함을 확인 할 수 있었다. 이를 통해 부원료의 사용으로 6조맥의 높은 단백질 함량을 상쇄시키는 효과를 볼 수 있었다.



## 1. 6조맥 맥아 당화액 발효 기술

### 가. 한국산 6조 보리의 맥주 발효

#### (1) 요약

맥주는 맥아, 홉, 효모 그리고 물을 이용하여 발효 시켜 만든 알코올 음료이다. 맥주의 주원료 중 하나인 보리는 2조맥과 6조맥으로 나뉜다. 2조 맥아의 경우, 주로 대량의 맥주 생산에 사용되고, 6조맥의 경우 소량의 맥주 생산에 사용된다. 본 연구는 기존의 2조 보리가 아닌 국내산 6조 보리를 이용하여 양조한 맥주의 발효중 여러 특성의 변화를 측정하여 6조 보리 맥주의 제품 가능성을 확인 해 보았다. 이 실험은, 국내에서 생산되는 1종의 2조 보리와 4종의 6조 보리를 이용하여 제맥, 당화 및 발효과정을 거쳐 맥주를 제조하였다. 맥주 발효 적성평가 방법으로 알코올 함량, diacetyl 함량, turbidity, foam stability, free amino nitrogen(FAN), yeast viability, color 및 관능평가를 실시하였다. 실험 결과, 6조 맥아 중 다향으로 제조된 맥주가 2조 보리와 발효 kinetics 특성 및 제품 품질에 대한 수치가 가장 유사하게 나타나 국내산 6조 보리를 이용한 맥주 제조에 적합한 것으로 나타났다.

#### (2) 재료 및 방법

##### (가) 발효방법

맥주의 발효공정은 당화과정을 거친 맥즙에  $\alpha$ -acid 함량이 10%인 Hallertauer tradition Hop (Hopsteiner, Germany)을 3회 나누어 주입 후 끓인다. 이 맥즙을 얼음 위에 급속 냉각시킨다. 냉각 후 알코올 도수 예측 및 당화의 정도를 파악하기 위한 초기 비중을 측정하도록 한다. 이후 맥즙에 미리 propagation시킨 효모(Hefeweizen Ale Yeast WLP300, USA)를 주입한 뒤, 공기차단기를 설치하여 1차 발효를 실시한다. 1차 전발효의 조건은 20℃에서 8일간 발효시킨다. 이후 2차 발효를 위해 맥즙을 병입한 후 15℃의 온도에서 7일간 발효 시켜 탄산가스를 만들도록 한다. 이 과정을 거쳐 만들어진 맥주를 이용하여 맥주 적성 실험을 위해 사용하였다.

##### (나) 효모의 생육 측정

효모의 생육 변화는 ASBC 방법[5]을 기준으로 하여 측정하였다. 살아있는 효모의 수를 측정하기 위해 methylene blue 염색법과 hemocytometer를 사용하였다. 이 과정은 효모의 증식 기간을 제외한 1차 발효 4일 및 2차 발효 7일, 총 11일 동안의 생육 변화 양상을 확인하여 각 품종별로 비교하였다.

(다) 알코올 함량 측정

알코올 함량은 알코올 증류 장치를 이용하여 알코올을 증류시킨 후 주정계(211-DK-12, DeaKwang, Seoul, Korea)를 이용하여 비중의 변화를 보았으며, 이를 주정분 온도 환산표를 통해 알코올 함량을 환산하여 예측하였다. 이를 각 품종별 맥주의 최종 알코올 함량을 측정, 비교하여 분석하였다.

(라) 비중 측정

발효액을 100mL씩 취하여 이를 메스실린더에 넣고, 비중계(200-DK-6, DeaKwang, Seoul, Korea)를 이용하여 비중의 변화를 측정하였다. 비중의 변화는 맥즙, 1차 발효 종료 후, 2차 발효 종료 후 맥주 상태에 대한 비중의 변화 값을 각 품종별로 비교 분석하였다.

(마) 쓴맛 측정

맥주의 쓴맛에 대한 측정의 경우 ASBC에 제시된 방법을 이용하여 사용하였다. 맥주를 거품의 손실이 없도록 가스를 제거하여 20℃로 조절하고 10 mL를 원심분관에 취한 후 6N 염산 0.5 mL, iso-octane 20mL를 가하여 밀봉한 다음 진탕하였다(250 rpm, 15min). 3000 rpm에서 3분간 원심분리 후 iso-octane 층을 취해 순수한 iso-octane을 대조로 275 nm에서 흡광도(A)를 측정하였다. 이를 각 품종별 맥주의 최종 제품 측정값을 비교하여 분석하였다.

$$\text{Bitterness} = 50 \times A$$

(바) 거품 안정성 측정

맥주의 거품 안정성에 대한 측정의 경우 ASBC에 제시된 방법을 이용하여 실험하였다. 하부에 cock이 있는 유리 칼럼 높이 직경을 사용하였다. 시료 50 mL를 붓고 30초 후에 거품 이외의 하층액을 제거한 후 cock을 다시 막았다. 그 후 230초간 거품이 꺼지는 시간을 허용하여 깨진 거품의 양(b)과 남은 거품 양(c)을 측정하여 다음과 같은 식으로 거품 안정성(sigma)을 산출하였다. 이를 각 품종별로 거품 안정성을 측정, 비교하여 분석하였다.

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

(사) 색도 측정

색도계(CR-300, Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan)를 사용하였으며, Hunter L(lightness),

a(redness), b(yellowness)의 값을 측정하여 이에 대한 변화 양상을 각 품종별 비교를 통해 분석하였다.

(아) 탁도 측정

Spectrophotometer(UVmini-1240, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 700 nm에서의 흡광도가 430 nm에서 측정한 흡광도 보다  $\leq 0.039$ 배라면 탁도가 “없음”으로, 아니라면 “있음”으로 결정하여 각 품종별 맥주의 차이를 알아보았다.

(자) Free amino nitrogen 함량 측정

Free amino nitrogen(FAN) 함량 변화 측정은 AOAC에 제시된 방법을 이용하여 실험하였다. 맥주 발효 과정별로 2 mL를 취하여 1 mL ninhydrine 발색제를 첨가한 뒤 16분 동안 항온수조에서 100°C로 가열하였다. 그 후 20분 동안 20°C $\pm$ 1°C에서 식힌 다음 5 mL의 희석액을 넣었다. 완벽하게 섞고 증류수와 비교하여 570 nm에서 30분 이내에 흡광도를 측정하였다. 이 실험을 3 반복하며 흡광도(A)의 평균에서 평균 blank 흡광도를 뺀 값을 계산하여 FAN의 함량을 계산하였다. 이 변화 양상을 각 품종별로 비교하여 분석하였다.

$$\text{FAN (mg/L)} = \text{net A of test solution} \times 2 \times \text{dilution} / \text{net A of standard solution}$$

(차) Diacetyl 함량 측정

Diacetyl 함량 측정은 spectrophotometer(UVmini-1240, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용한 비색법으로 측정하였다. 0.175 M iso-niazide 용액 10 mL에 acetic acid 몇 방울을 넣어 산성화시킨다. 여기에  $2.9 \times 10^{-4}$  M diacetyl solution 5 mL과 0.15 M ZR(IV)염 1 mL를 더해 주었다. 3 M HCl과 4 M NaOH로 pH를 1.7 $\pm$ 0.1로 조정시킨 후 제조한 용액을 50 mL 부피 플라스크에 옮겨서 물로 희석하였다. 약 30분 뒤, diacetyl의 농도를 20-200 ppb 사이로 나타내어 calibration curve를 작성하였다(Rafael et al., 1993). 시료 25 mL을 NaCl 포화용액 70 mL과 섞어준 뒤, 이 혼합물을 iso-niazide 용액 20 mL에 30 mL이 포집될 때까지 증류시킨다. 이 값을 calibration curve와 대조하여 diacetyl의 양을 측정하였다.

(타) 관능검사

차이식별검사 방법을 이용하였으며, 패널 요원으로 동국대 식품공학과 대학생 30명 중에서 패널 요원의 차이식별 능력, 참여의식, 편견 유무 등을 고려하여 10명을 선발하였다. 관능 검사

는 일회 검사당 시료 수가 많아 다시료 차이식별검사 방법인 불완전 블록법을 이용하여 실험을 설계하였다[79]. 검사 항목은 ASBC 규격에 정의된 묘사 용어 중 맥주의 맛을 대표할 수 있는 관능적 특성 중 향 특성 5개, 맛 특성 6개, 입안 촉감 특성 1개, 뒷맛 특성 1개 항목을 선택하여 사용하였다[31]. 향 특성 5가지는 Aromatic(O1), Cereal(O2), Sour(O3), Sweet(O4), Carbonation(O5)의 강도로 정의하였다. 맛 특성 6가지는 Aromatic(T1), Cereal(T2), Sour(T3), Sweet(T4), Bitter(T5), Carbonation(T6)의 강도로 정의하였다. 입안 촉감 특성은 Carbonation(M1)의 강도로 정의하며, 뒷맛 특성은 Carbonation(A1)의 강도로 정의하였다. 각 용어에 대한 평점은 0-10 범위의 숫자 항목 척도로 표시하여 속성에 대한 차이의 세기로 평가하였다.

#### (과) 통계분석

각 시료에 대한 차이분석은 0.05의 유의적 수준에서 분산분석(Analysis of variance, ANOVA)하였으며, 조사된 자료의 통계처리는 통계분석 프로그램인 MINITAB (Registered Trademark) Release 버전 14.12.1을 이용하였다. 물리화학적인 분석과 관능적 특성 분석치의 상관관계 파악을 위해 다변량 분석(multivariate method)을 하였고, 다양한 변수들을 설명력이 높은 변수로 선형 결합시켜 축약하는 주성분 분석(Principal component analysis, PCA)을 사용하였다.

### (3) 결과

#### (가) 비중의 변화

맥즙의 비중은 1차 발효 후 현격히 떨어졌으며 2차 발효 후에도 더 감소하여 지속적으로 알코올이 생성됨을 나타냈다(Figure 20). 2조 보리인 진양 보리는 맥즙 단계부터 발효 종료 시점까지 다량 보리를 제외한 6조 보리에 비해 높은 것을 볼 수 있다. Preedy[122, 123]의 보고로부터 Weizen 맥주는 상면발효 방식의 ale로 만들어지며 이로 인해 짧은 기간 내에 비중이 감소하는 특징을 갖는다. 초기 비중은 1.044-1.052 부터 시작하여 최종 비중은 약 1.010-1.014 로 알려졌는데, 실험 결과 진양보리 및 다량보리가 이 값에 가장 가까웠으며, 이를 통해 발효의 정도 및 알코올 생성에 대한 결과가 예측되어 제품의 최적 적합성 정도를 알 수 있었다.

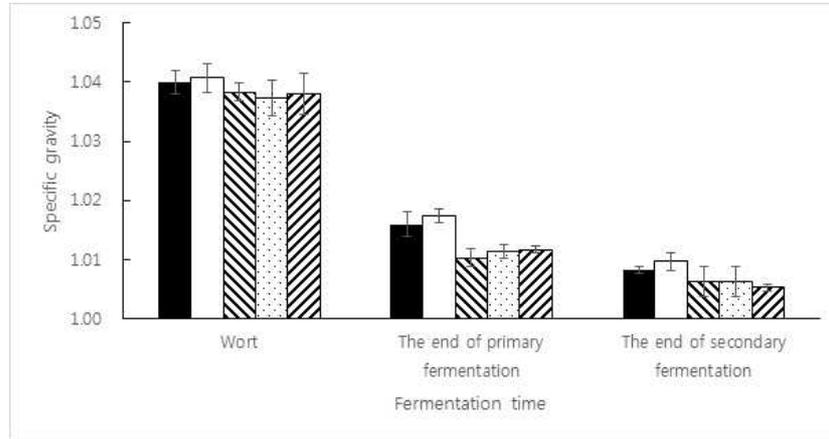
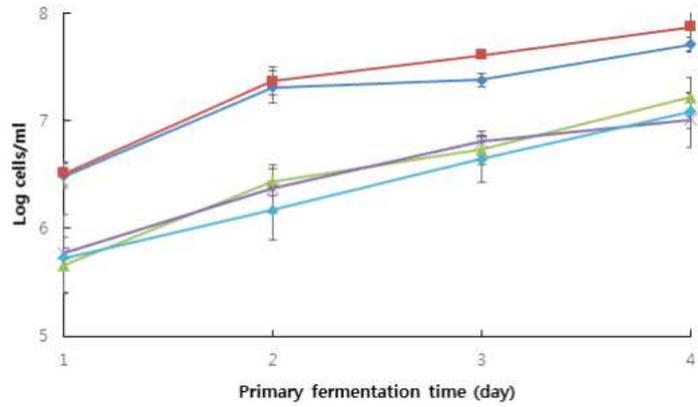


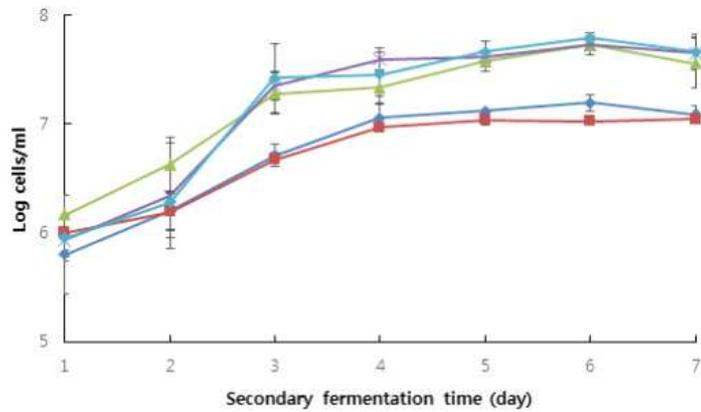
Fig. 21. Kinetic change of specific gravity of 5 different beers. ■, Jinyang; □, Dahyang; ▨, Hinchalssal; ▤, Samgwangchal; ▩, Jasujung. Error bars represent standard deviation (n=3).

#### (나) 효모의 생육 변화

Methylene blue를 이용하여 효모의 생육 변화를 확인한 결과는 figure 21와 같다. 맥주 발효 과정 중 효모의 생육은 효모 세포의 성장에 대한 활성 정도로 정의되며, 이는 발효의 정도를 나타낼 수 있는 지표라 볼 수 있다. 1차 발효 기간에서는 효모가 지속적으로 성장하였으며, 이 중 2조 보리인 진양 보리는 약 1.22 log cells/mL로 증가하였고, 6조 보리에서 다향 보리가 이에 가장 가까운 범위로 성장함을 볼 수 있다. 2차 발효에서는 4일차까지 증가 추세를 보이다 이후로는 균의 성장이 일정하게 유지됨을 볼 수 있다. 2차 발효에서 진양 보리에 대한 효모 성장은 약 1.29 log cells/mL로 증가하였고, 6조 보리 중 다향 보리는 이와 유사한 추세를 보였으나, 흰찰쌀, 삼광찰 및 자수정 보리는 보다 높은 성장을 보였다. Boulton 과 Quain([10]에 의하면 효모의 초기 주입량은 약  $5 \times 10^6$  cells/mL로 하였을 때 growth phase는 최대 2 log cells/mL 정도 늘어나는 것으로 보고된 바 있다. 보리 품종간 나타난 차이는 효모의 생육에 있어 필요한 단백질이나 탄수화물의 양이 달라져 그 생육 정도에 영향을 미쳤음을 알 수 있다. 특히 비중의 결과와 비교해 보았을 때, 1차 발효 및 2차 발효 기간 동안 효모가 탄수화물을 이용함에 있어 진양 보리와 다향 보리가 그 이용 양이 작아 균 성장이 낮아진 것으로 볼 수 있다.



(a)



(b)

Fig. 22. Kinetic change of yeast viability of 5 different beers. A: primary fermentation, B: secondary fermentation. ●, Jinyang; ■, Dahyang; ▲, Hinchalssal; ×, Samgwangchal; ◆, Jasujung. Error bars represent standard deviation (n=3).

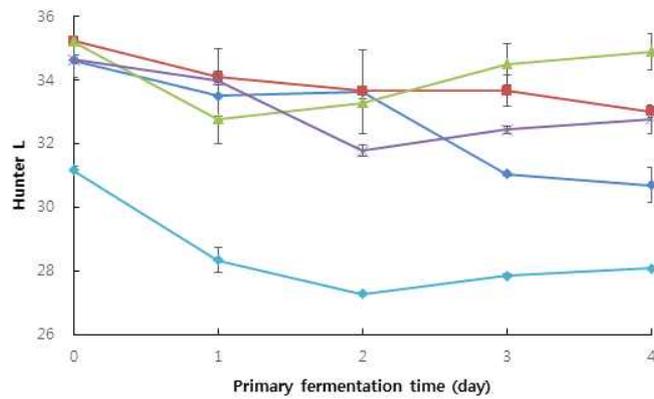
(다) 색도 변화

발효 기간을 통해 나타난 색도의 변화는 Figure 22와 같다. 밝기를 나타내는 L 값은 발효 기간이 경과함에 따라 약간 감소하는 경향을 보였다. 6조 보리 중 자수정 보리는 외관상으로 보아도 어두운 색을 형성하였으며, 이를 통해 상당히 유의적인 차이가 나타났다( $p < 0.05$ ). 이는 발효 과정 중 효모의 성장으로 인한 탁도의 영향으로 인해 변하는 경우로 볼 수 있다.

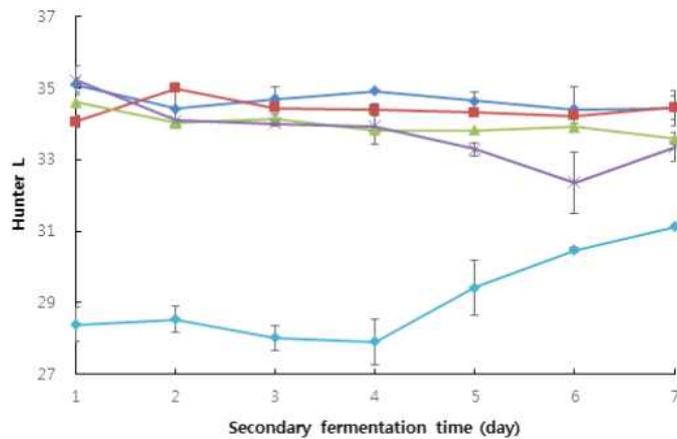
적색도를 나타내는 a 값은 자수정 보리를 제외한 모든 보리가 대체로 낮은 값을 나타내지만, 발효가 진행될수록 점점 진해지는 모습을 볼 수 있었다. 또한 자수정 보리는 외관상으로 보아도 상당히 붉은 모습을 나타내었으며, 실제 측정치 또한 높은 값을 보이며, 발효가 진행될수록 더욱 강한 값을 나타냄을 볼 수 있다. a 값에서 2조 보리인 진양 보리와 가장 유사하게 나타난

보리로는 흰찰쌀 보리였지만, 다향, 삼광찰 보리에서도 큰 차이가 나타나지는 않았다.

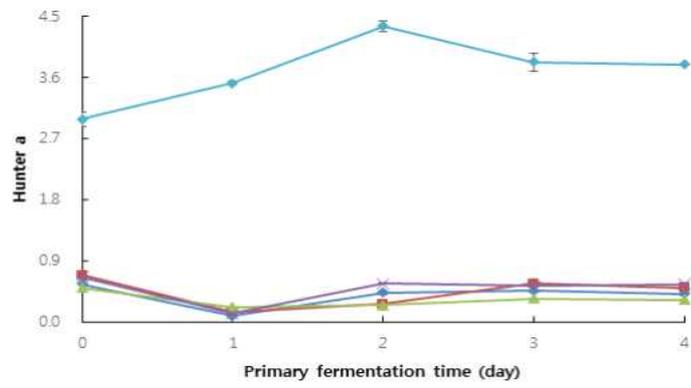
황색도를 나타내는 b 값은 큰 변화를 나타내지는 않으나, 발효가 진행될수록 점점 진해지는 모습을 볼 수 있었다. L 값 및 a 값과 유사하게 b 값 또한 자수정 보리는 다른 보리들에 비해 상당히 큰 차이를 나타냈으며, 2조 보리인 진양 보리와는 다향 보리가 가장 유사하게 나타났다. 이는 보리에 있는 미량의 색소 성분에 의해 결정됨을 볼 수 있다.



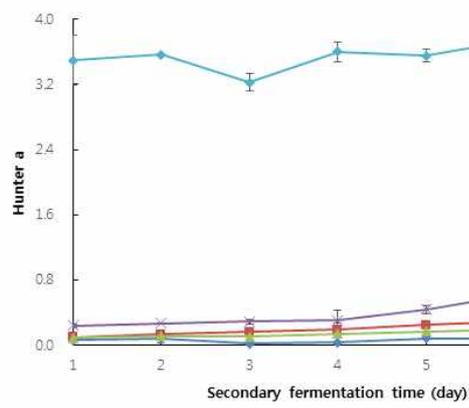
(a)



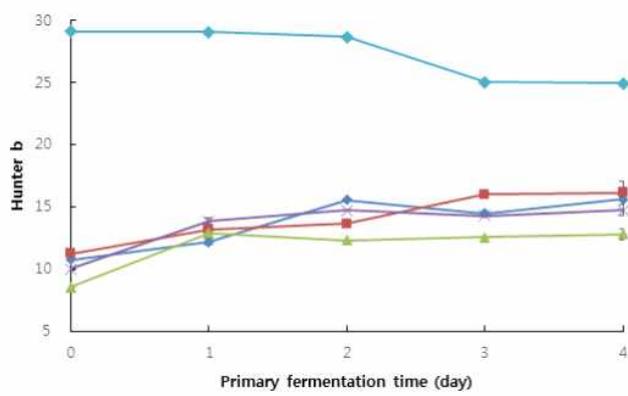
(b)



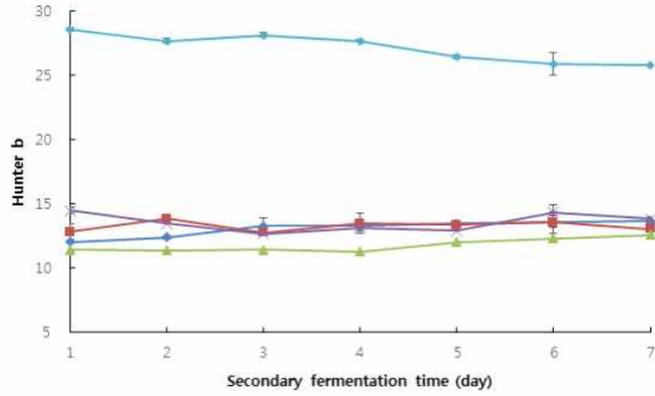
(c)



(d)



(e)

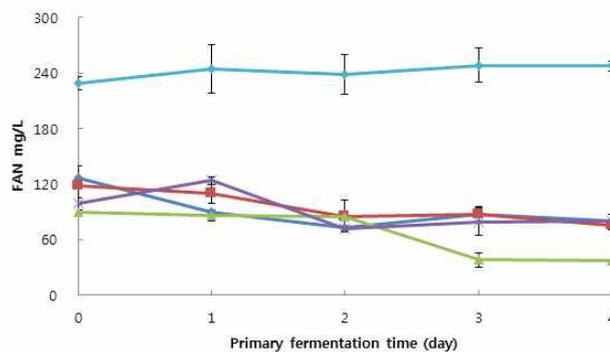


(f)

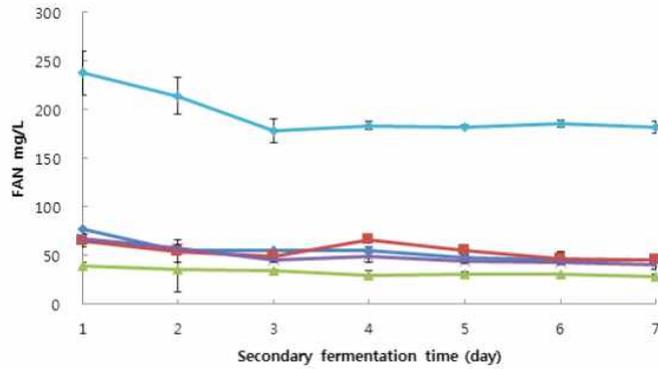
Fig. 23. Kinetic change of color of 5 different beers. A: L value in primary fermentation, B: L value in secondary fermentation, C: a value in primary fermentation, D: a value in secondary fermentation, E: b value in primary fermentation, F: b value in secondary fermentation. ●, Jinyang; ■, Dahyang; ▲, Hinchalssal; ×, Samgwangchal; ◆, Jasujung. Error bars represent standard deviation (n=3).

(라) Free amino nitrogen 함량 변화

FAN 함량 변화는 figure 23과 같았다. FAN 함량은 효모가 단백질 및 peptide를 대사 과정 중에 이용함에 따라 함량이 줄어들게 된다. 모든 보리에서 FAN 함량은 서서히 줄어드는 모습을 볼 수 있는데, 이는 FAN 함량이 단백질의 분해산물 형성에 관련이 있으며, 이러한 FAN의 농도가 높을수록 혼탁도, 쓴맛, 거품안정성 등에 큰 영향을 제공하여 맥주품질의 안정성을 떨어뜨리게 되므로 값이 줄어드는 것이 중요하다. 자수정 보리는 FAN 함량이 다른 보리에 비해 매우 높았고, 흰찰쌀 보리는 진양 보리에 비해 더 낮은 함량을 나타냈다. 다향, 삼광찰 보리는 진양 보리와 큰 차이를 나타내지 않았으며, 유의적 차이 또한 크게 나타나지 않았다( $p>0.05$ ).



(a)



(b)

Fig. 24. Kinetic change of free amino nitrogen of 5 different beers. A: primary fermentation, B: secondary fermentation. ●, Jinyang; ■, Dahyang; ▲, Hinchalssal; ×, Samgwangchal; ◆, Jasujung. Error bars represent standard deviation (n=3).

(마) 관능 속성 변화

관능검사 변화값의 결과는 Table 28, 29, 30과 같다. 관능검사 결과 Aromatic 항목을 나타내는 O1, T1의 강도는 발효가 진행될수록 점차 증가하는 모습을 볼 수 있었으며, 이는 발효 진행에 따른 alcohol 생성량의 증가 결과로 볼 수 있다. O1, T1에서 가장 강도가 높은 시료는 다향 보리였으며, 이는 진양 보리와 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다( $p>0.05$ ). 탄산의 향, 맛, 후미, 입안촉감을 나타내는 O5, T6, A1, M1의 강도는 점차 증가하는 모습을 볼 수 있었는데, 이는 발효가 진행될수록 탄산 양이 증가함에 따른 결과로 볼 수 있다. 진양 보리와 다향 보리의 탄산 강도가 지속적으로 가장 강하게 나타났으며, T6를 제외한 두 보리간의 탄산 강도의 유의적 차이는 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). Cereal과 Sweet 의 향과 맛을 나타내는 O2, O4, T2, T4는 감소하는 결과를 볼 수 있으며, 이는 맥즙을 끓이고 발효 과정에서 고유의 cereal, sweet 향과 맛이 감소함으로써 나타난 결과로 볼 수 있다. O2와 O4, T2 모두 진양 보리 및 다향 보리의 강도가 가장 높았으며, 자수정 보리 또한 높은 강도를 나타내었다. 세 보리간의 유의적 차이는 나타나지 않았음을 볼 수 있었다( $p>0.05$ ). 반면 T4는 진양 보리와 모든 보리간의 유의적 차이가 발생하였다( $p<0.05$ ). O3와 T3는 1차 발효 직전에는 강한 강도가 나타났으나, 2차 발효 이후로 크게 감소하였는데, 이는 효모의 생육 정도에 따라 sour의 특징이 결정된 것으로 보인다. O3의 경우 진양 보리가 가장 낮은 강도를 보였으며, 삼광찰 보리와 자수정 보리가 유의적 차이가 나타나지 않았고, 흰찰쌀 보리에서 유의적 차이가 나타남을 볼 수 있다. T3의 경우 진양 보리와 비교 하였을때, 자수정 보리를 제외한 모든 보리에서 유의적 차이가 나타나지 않았으며, 진양 보리에 비해 흰찰쌀, 삼광찰 보리가 높은 값이 나왔다. 맥주의 쓴맛을 나타내는

T5는 발효가 진행될수록 더 강해지는 것을 볼 수 있었으며, 이는 hop에서 나오는 성분 에 따라 전체적으로 향미 성분과 맛 성분의 차이가 나타나지 않았으며, 향미 성분이 제품에 맛에 관여 하는 것을 볼 수 있었다. 진양 보리의 쓴맛 강도는 서서히 감소하는 것을 볼 수 있으며, 진양 보리와 비교하여 다향 보리는 유의적 차이가 나타나지 않았으며( $p>0.05$ ), 다른 보리들은 유의 적 차이가 나타났다( $p<0.05$ ).

Table 28. Sensory properties of wort of 5 different barleys

| Sensory attribute | Beer wort              |                         |                         |                         |                         |
|-------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                   | Jinyang                | Dahyang                 | Hinchalssal             | Samgwangchal            | Jasujung                |
| O1                | 4.00±0.94 <sup>a</sup> | 2.90±0.99 <sup>b</sup>  | 2.25±0.71 <sup>b</sup>  | 2.25±1.49 <sup>b</sup>  | 4.38±0.92 <sup>a</sup>  |
| O2                | 6.40±0.84 <sup>a</sup> | 5.20±0.79 <sup>b</sup>  | 3.50±1.31 <sup>c</sup>  | 4.00±0.76 <sup>c</sup>  | 3.88±0.99 <sup>c</sup>  |
| O3                | 1.80±0.63 <sup>a</sup> | 2.70±1.06 <sup>b</sup>  | 3.50±0.53 <sup>c</sup>  | 1.75±0.46 <sup>ab</sup> | 2.13±1.36 <sup>ab</sup> |
| O4                | 3.90±0.88 <sup>a</sup> | 4.10±1.29 <sup>a</sup>  | 2.63±1.51 <sup>b</sup>  | 3.50±0.76 <sup>ab</sup> | 4.50±0.76 <sup>a</sup>  |
| O5                | 1.70±0.95 <sup>a</sup> | 0.80±0.79 <sup>b</sup>  | 1.00±0.76 <sup>ab</sup> | 0.50±0.76 <sup>b</sup>  | 0.63±0.74 <sup>ab</sup> |
| T1                | 4.80±0.63 <sup>a</sup> | 3.70±1.06 <sup>bc</sup> | 3.13±0.64 <sup>c</sup>  | 3.63±0.52 <sup>bc</sup> | 4.13±0.64 <sup>b</sup>  |
| T2                | 6.20±0.63 <sup>a</sup> | 4.50±1.08 <sup>b</sup>  | 3.13±0.64 <sup>c</sup>  | 4.50±0.76 <sup>b</sup>  | 4.63±0.92 <sup>b</sup>  |
| T3                | 2.90±0.88 <sup>a</sup> | 1.40±0.70 <sup>c</sup>  | 2.63±0.92 <sup>a</sup>  | 1.50±0.53 <sup>bc</sup> | 2.25±0.71 <sup>ab</sup> |
| T4                | 4.80±0.63 <sup>a</sup> | 4.30±1.06 <sup>ab</sup> | 4.38±1.19 <sup>ab</sup> | 3.88±0.64 <sup>b</sup>  | 3.25±1.16 <sup>b</sup>  |
| T5                | 0.20±0.42 <sup>a</sup> | 0.00±0.00 <sup>a</sup>  | 0.00±0.00 <sup>a</sup>  | 0.13±0.35 <sup>a</sup>  | 0.13±0.35 <sup>a</sup>  |
| T6                | 0.00±0.00              | 0.00±0.00               | 0.00±0.00               | 0.00±0.00               | 0.00±0.00               |
| M1                | 0.00±0.00              | 0.00±0.00               | 0.00±0.00               | 0.00±0.00               | 0.00±0.00               |
| A1                | 0.00±0.00              | 0.00±0.00               | 0.00±0.00               | 0.00±0.00               | 0.00±0.00               |

Table 29. Sensory properties of young beer of 5 different barleys from the primary fermentation

| Sensory attribute | Young beer from the primary fermentation |                         |                         |                         |                         |
|-------------------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                   | Jinyang                                  | Dahyang                 | Hinchalssal             | Samgwangchal            | Jasujung                |
| O1                | 5.30±0.67 <sup>a</sup>                   | 5.14±0.69 <sup>a</sup>  | 3.14±0.69 <sup>b</sup>  | 3.43±0.53 <sup>b</sup>  | 4.14±0.69 <sup>c</sup>  |
| O2                | 5.30±0.67 <sup>a</sup>                   | 4.57±0.79 <sup>ab</sup> | 2.86±0.38 <sup>c</sup>  | 3.71±1.25 <sup>bc</sup> | 3.71±1.11 <sup>b</sup>  |
| O3                | 2.40±0.70 <sup>a</sup>                   | 3.29±0.76 <sup>b</sup>  | 5.71±0.49 <sup>d</sup>  | 4.57±0.79 <sup>c</sup>  | 4.00±1.15 <sup>bc</sup> |
| O4                | 4.30±0.82 <sup>ab</sup>                  | 5.14±1.07 <sup>a</sup>  | 1.29±0.76 <sup>c</sup>  | 3.43±1.51 <sup>b</sup>  | 4.43±0.53 <sup>ab</sup> |
| O5                | 5.70±0.48 <sup>a</sup>                   | 5.43±0.79 <sup>a</sup>  | 1.86±0.69 <sup>c</sup>  | 2.14±0.90 <sup>c</sup>  | 3.14±0.90 <sup>b</sup>  |
| T1                | 5.90±0.57 <sup>a</sup>                   | 3.57±0.98 <sup>b</sup>  | 4.00±0.58 <sup>b</sup>  | 4.29±0.49 <sup>b</sup>  | 2.86±0.69 <sup>c</sup>  |
| T2                | 5.30±0.48 <sup>a</sup>                   | 4.29±0.76 <sup>b</sup>  | 3.14±0.69 <sup>c</sup>  | 3.29±0.49 <sup>c</sup>  | 2.71±0.76 <sup>c</sup>  |
| T3                | 2.40±0.52 <sup>a</sup>                   | 2.71±0.76 <sup>a</sup>  | 5.14±0.90 <sup>c</sup>  | 4.43±0.53 <sup>bc</sup> | 3.71±0.76 <sup>b</sup>  |
| T4                | 4.70±0.48 <sup>a</sup>                   | 4.14±0.69 <sup>a</sup>  | 2.86±0.68 <sup>bc</sup> | 2.57±0.53 <sup>c</sup>  | 3.43±0.79 <sup>b</sup>  |
| T5                | 2.40±0.70 <sup>a</sup>                   | 3.57±0.53 <sup>b</sup>  | 4.43±0.53 <sup>c</sup>  | 4.14±0.69 <sup>bc</sup> | 3.71±1.11 <sup>bc</sup> |
| T6                | 6.22±0.67 <sup>a</sup>                   | 5.86±0.69 <sup>a</sup>  | 2.14±1.07 <sup>c</sup>  | 2.14±0.38 <sup>c</sup>  | 3.57±0.98 <sup>b</sup>  |
| M1                | 6.60±0.52 <sup>a</sup>                   | 6.14±0.90 <sup>a</sup>  | 1.86±1.07 <sup>c</sup>  | 3.29±0.76 <sup>b</sup>  | 2.57±0.53 <sup>bc</sup> |
| A1                | 6.30±0.48 <sup>a</sup>                   | 6.29±0.95 <sup>a</sup>  | 1.71±0.76 <sup>c</sup>  | 2.57±0.53 <sup>b</sup>  | 3.14±0.69 <sup>b</sup>  |

Table 30. Sensory properties of beer of 5 different barleys from the secondary fermentation

| Sensory attribute | Beer from the secondary fermentation |                         |                         |                         |                         |
|-------------------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                   | Jinyang                              | Dahyang                 | Hinchalssal             | Samgwangchal            | Jasujung                |
| O1                | 5.29±0.49 <sup>ab</sup>              | 5.88±0.99 <sup>a</sup>  | 4.75±0.89 <sup>b</sup>  | 4.78±0.64 <sup>b</sup>  | 3.29±1.11 <sup>c</sup>  |
| O2                | 4.43±0.53 <sup>ab</sup>              | 4.75±0.71 <sup>a</sup>  | 3.50±0.76 <sup>c</sup>  | 3.63±0.52 <sup>bc</sup> | 4.43±1.27 <sup>ab</sup> |
| O3                | 1.43±0.53 <sup>a</sup>               | 2.00±1.07 <sup>ab</sup> | 2.38±0.52 <sup>b</sup>  | 1.50±0.53 <sup>a</sup>  | 1.57±0.79 <sup>a</sup>  |
| O4                | 4.57±0.53 <sup>a</sup>               | 4.88±0.83 <sup>a</sup>  | 2.63±0.74 <sup>b</sup>  | 3.38±0.74 <sup>b</sup>  | 3.00±0.82 <sup>b</sup>  |
| O5                | 6.14±0.69 <sup>a</sup>               | 5.75±1.04 <sup>a</sup>  | 2.13±0.71 <sup>b</sup>  | 2.88±0.83 <sup>b</sup>  | 2.43±0.98 <sup>b</sup>  |
| T1                | 5.71±0.76 <sup>a</sup>               | 6.13±0.99 <sup>a</sup>  | 4.00±0.82 <sup>b</sup>  | 3.38±0.92 <sup>bc</sup> | 2.86±0.69 <sup>c</sup>  |
| T2                | 5.29±0.76 <sup>a</sup>               | 4.38±0.74 <sup>a</sup>  | 3.13±0.83 <sup>b</sup>  | 2.88±1.13 <sup>b</sup>  | 4.57±0.79 <sup>a</sup>  |
| T3                | 2.00±0.58 <sup>ab</sup>              | 2.50±1.07 <sup>bc</sup> | 1.63±0.92 <sup>a</sup>  | 2.75±0.89 <sup>bc</sup> | 3.14±1.07 <sup>c</sup>  |
| T4                | 5.14±0.38 <sup>a</sup>               | 4.50±0.53 <sup>b</sup>  | 1.50±0.53 <sup>d</sup>  | 3.00±0.76 <sup>c</sup>  | 2.57±0.53 <sup>c</sup>  |
| T5                | 4.71±0.49 <sup>a</sup>               | 5.00±0.76 <sup>a</sup>  | 6.50±0.53 <sup>b</sup>  | 6.38±0.74 <sup>b</sup>  | 6.29±0.76 <sup>b</sup>  |
| T6                | 6.29±0.49 <sup>a</sup>               | 5.38±0.74 <sup>b</sup>  | 2.13±0.83 <sup>cd</sup> | 2.63±0.52 <sup>c</sup>  | 1.71±0.76 <sup>d</sup>  |
| M1                | 6.14±0.38 <sup>a</sup>               | 5.38±0.92 <sup>b</sup>  | 1.88±0.64 <sup>c</sup>  | 2.14±0.69 <sup>c</sup>  | 1.29±0.49 <sup>c</sup>  |
| A1                | 6.43±0.53 <sup>a</sup>               | 4.88±0.64 <sup>b</sup>  | 1.88±0.99 <sup>c</sup>  | 1.75±1.04 <sup>c</sup>  | 1.71±0.95 <sup>c</sup>  |

Means in the same row with different letters (a-b) are significantly different (P <0.05).

Mean ± standard deviation(n=3).

발효 특성 항목으로 효모의 생육, 비중, 색도, 거품 안정성, free amino acid, 13 개의 관능 속성 변화를 측정된 결과, 6 조 보리인 다향이 2 조 보리인 진양과 발효 kinetics 특성이 가장 유사하게 나타나 맥주 제조에 적합한 것으로 나타났다.

#### 나. 초음파를 적용한 한국산 6조 보리의 맥주 발효

##### (1) 요약

본 연구는 초음파를 이용하여 한국산 6조맥을 이용하여 맥주를 제조한 뒤, 초음파 처리를 하지 않은 맥주와 비교하여 초음파가 한국산 6조맥을 이용한 맥주발효에 미치는 영향에 대해 알아보았다. 맥주 발효는 시간이 오래 걸리는 공정이다. 그러므로 알코올 생성을 증가 시킬 수 있다면, 발효 시간을 줄일 수 있을 것이다. 초음파는 효모의 vitality에 영향을 주고 에탄올 생성을 증가시키는 효과가 있다. 본 연구에서 상용된 초음파는 bath type의 초음파로, 시료의 밀봉이 가능하다는 점에서 불순물의 혼입과 같은 시료의 오염을 줄일 수 있고, 휘발성 성분의 손

실을 줄일수 있다는 장점이 있다. 초음파의 효과를 확인하기 위해 환원당, 최종 제품의 알코올 함량을 측정하였으며, 발효 특성 항목으로 효모의 생육, 비중, 색도, 거품안정성, free amino nitrogen, 관능평가를 실시하였고, 최종제품의 쓴맛, 탁도를 측정하였다. 결과적으로 초음파의 처리가 맥주의 알코올 수율을 증가시키는 것을 확인 하였으며, 관능적 속성 역시 맥주 발효에 적합하였다.

## (2) 재료 및 방법

### (가) 발효방법

맥즙에 hop을 1/2, 1/4, 1/4로 3회 나누어 넣으며, 각각 10분, 5분, 5분씩 끓여주었다. 이후 맥즙의 온도를 20℃까지 급속 냉각시켰다. 그 후 알코올 도수 예측 및 당화의 정도를 파악하기 위한 초기 비중을 측정하였다. 여기에 효모를 주입한 뒤, 공기 차단기를 설치하여 20℃에서 4일간 1차 발효를 실시하였다.

초음파의 경우 1차 발효 중 1일차부터 조사하였다. 발효액은 공기차단기로 밀봉하여 flask에 담았다. 초음파는 40 kHz의 ultrasonic bath(Wise Clean, Seoul)에서 진행되었다. 발효액은 bath sonicator에서 power를 120 W, 160 W, 200 W로 조절하였으며, 각 power마다 2h, 6h, 12h으로 초음파를 조사 하였다. 1차 발효 후 만들어진 young beer를 병입 한 후 15℃의 온도에서 7일간 2차 발효를 하였다.

### (나) 효모의 생육 측정

효모의 생육 변화는ASBC 방법[5]을 기준으로 하였다. 살아있는 효모의수를 측정하기 위해 methylene blue 염색법을 기준으로 하였고 hemocytometer를 사용하여 측정하였다. 1차 발효 4일 및 2차 발효 7일, 총 11일 동안의 생육 변화 양상을 확인하여각 초음파의 영향을 비교하였다.

### (다) 환원당 함량 측정

환원당의 양은 DNS법을 기준으로 하여 측정하였다. DNS시약은10g 3,5-dinitrosalicylic acid, 2g phenol과 200g rochelle salt를 1000mL의 sodium hydroxide(10g/L)와 Sodium carbonate(0.5g/L)에 용해시켜 준비하였다. 환원당을 함유하고 있는 시료는 희석하여 사용했으며, 희석된 시료 1mL과 DNS시약 3mL을 끓는 물에서 5분간 반응시킨 후 상온에서 5분간 식혀spectrophotometer(UVmini-1240, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여550nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도 값은 standard curve를 이용하여 환원당량으로 산출하였다.

(라) 알코올 함량 측정

알코올 함량은 알코올 증류장치를 이용하여 측정하였다. 알코올을 증류시킨 후주정계 (211-DK-12, Daekwang, Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였으며, 이를 주정분 온도 환산표를 통해 알코올 함량을 환산하였다. 이를 각 초음파 조건 별로 맥주의 최종 알코올 함량을 측정, 비교하여 분석하였다.

(마) 비중 측정

발효액을 100mL를 메스실린더에 넣고, 비중계(200-DK-6, Daekwang, Seoul, Korea)를 이용하여 비중의 변화를 측정하였다. 비중의 변화는 맥즙, 1차 발효 종료 후, 2차 발효 종료 후 맥주발효 상태에 대한 비중의 변화 값을각 초음파 조건별로 비교 분석하였다.

(바) 쓴맛 측정

맥주의 쓴맛에 대한 측정의 경우 ASBC[5]에 제시된 방법을 기준으로 하였다. 거품의 손실이 없도록 가스를 제거한 맥주를 20°C로 조절하고 원심분관에 10 mL를 취한 후 0.5mL의 6N 염산과 20mL의 iso-octane를 가하여 밀봉한 후 진탕하였다(250 rpm, 15min). 그 후 원심분리 (3000rpm, 3min) 한 후iso-octane 층을 취해 275 nm에서 흡광도(A)를 측정하였다. 이를 각 초음파 조건 별 맥주의 최종 제품 측정값을 비교하여 분석하였다.

$$\text{Bitterness} = 50 \times A$$

(사) 거품 안정성 측정

맥주의 거품 안정성에 대한 측정의 경우 ASBC[5]에 제시된 방법을 이용하였다. 하부에 cock이 있는 유리 칼럼 높이 직경을 사용하여 시료 50 mL를 붓고 30초 후에 거품이 위의 하층액을 제거하였다. 그 후 230초간 거품이 꺼지는 시간으로 깨진 거품의 양(b)과 남은 거품 양(c)을 측정하여 거품안정성(sigma)을 측정하였다. 거품안정성을 산출하는 식은 아래와 같다 .이를 각 초음파 조건 별로 거품 안정성을 측정, 비교하여 분석하였다.

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

(아) 색도 측정

색도계(CR-300, Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan)를 사용하여 측정하였으며, Hunter L(lightness), a(redness), b(yellowness)의 값을 측정하여 각 초음파 조건 별 비교를 통해 분석하였다.

(자) 탁도 측정

Spectrophotometer(UVmini-1240, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 측정하였다. 700 nm에서의 흡광도가 430 nm에서 측정한 흡광도 보다  $\leq 0.039$ 배라면 탁도가 “없음”으로, 아니라면 “있음”으로 결정하여 각 초음파 조건 별 맥주의 차이를 알아보았다.

(차) Free amino nitrogen 함량 측정

Free amino nitrogen(FAN) 함량 변화 측정은 AOAC[61]에 제시된 방법을 기준으로 하였다 (Horwitz and Latimer, 2011). 맥주 발효 일수마다 2 mL를 취하여 1mL ninhydrine를 첨가한 뒤 항온수조에서 16분 동안 100°C로 가열하였다. 그 후  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 20분간 식힌 후 5 mL의 희석액을 넣었다. 증류수와 대조하여 570nm에서 30분 이내에 흡광도를 측정하였다. 3반복하여 흡광도(A)의 평균에서 평균 blank 흡광도를 뺀 값을 계산하여 FAN의 함량으로 산출하였다.

$$\text{FAN (mg/L)} = \text{net A of test solution} \times 2 \times \text{dilution} / \text{net A of standard solution}$$

(카) 관능검사

관능검사는 attribute difference test를 수행하였다. 동국대학교 식품공학과 대학생 30명 중에서 10명을 선발하였다. 패널 선택을 위하여 각 패널의 관능검사 결과의 ANOVA가 수행되었으며, 맥주의 주된 taste인 bitterness를 고려하였다. 5개의 Reference로는(20, 40, 60, 80, and 100 mg/L-water of isohumulone solution)이 사용되었다. 묘사적 언어는 EBC/ASBC[5, 43]를 기준으로 선택된 패널들에 의해 채택되었다. 관능적 특성은 odor, taste, mouthfeel과 aftertaste로 구성되었으며, 다음과 같이 세분화되었다. Odor는 Aromatic(O1), Cereal(O2), Sour(O3), Sweet(O4)와 Carbonation(O5), taste는 Aromatic(T1), Cereal(T2), Sour(T3), Sweet(T4), Bitter(T5)와 Carbonation(T6), mouthfeel로 Carbonation(M1), aftertaste으로 Carbonation(A1)이다. 선택된 패널들은 기술어를 사용하기 위하여 reference material를 사용하여 훈련되었다.

각 시료마다 평가해야 할 특성이 많기 때문에 실험은 랜덤화블록법을 이용하여 설계되었다. 각 특성 당 강도는 0-10점 척도로 평가되었다(0: 없음, 1-2: 약함, 3-4: 보통, 5-6: 강함, 7-8:

더 강함, 9-10: 매우 강함). Block(패널)수, 시료 수, block size(패널이 시료를 제공받는 수)와 반복수는 각각 10, 8, 4, 5이다. 양조된 맥주는 test전에 4°C에서 1주일간 보관 후 사용하였다. 검사는 20°C의 tasting booth에서 실행되었다. 10 mL의 시료는 random three digit code로 라벨링 된 유리컵에 담겼으며, 5개의 시료가 패널에게 주어졌다. 처음에는 odor에 대한 것을 평가하고, 그 후 마셨을 때 mouthfeel과 aftertaste를 평가다. 한 시료 당 모든 질문을 평가한 후 다른 설문지에 다른 시료를 평가하게 했다. 패널요원들은 시료 당 30초의 휴식시간을 가졌으며, 물과 unsalted cracker로 입을 헹군 후 검사를 시행했다.

#### (타) 통계분석

초음파의 경우 평균값의 차이분석은  $\alpha=0.05$ 의 유의적 수준에서 이원배치 분산분석(two way, ANOVA)하였으며, 통계분석 프로그램인 SPSS (Statistical Package for the Social Science Version 21.)을이용하였다. Duncan's 다중비교법(multiple comparison test)을 적용하였다.

효소의 경우 평균값의 차이 분석은  $\alpha=0.05$ 의 유의적 수준에서 분산분석(Analysis of variance, ANOVA)하였으며, 통계분석 프로그램인 SPSS (Statistical Package for the Social Science Version 21.)을 이용하였다. Duncan's 다중비교법(multiple comparison test)을 적용하였다.

### (3) 결과

#### (가) 비중의 변화

맥즙의 비중은 1차 발효 후 급격히 떨어졌으며 2차 발효 후에도 더 감소하여 지속적으로 알코올이 생성됨을 나타냈다(figure 24). 실험군과 대조군은 유의적인 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 2차 발효 후 비중 역시 실험군과 대조군간에 유의적인 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 대조군은 맥즙에서부터 발효 종료까지 실험군에 비해 높은 것을 볼 수 있다. Weizen 맥주는 ale 맥주로 짧은 기간 내에 비중이 감소하는 특징을 갖는다. 초기 비중은 1.044-1.052부터 시작하여 최종비중은 1.010-1.014로 알려져 있다. 실험결과 대조군은 이 값에 가까웠으며 실험군은 200W를 제외하고 비중이 급격히 떨어지는 것을 확인하였다. Klomklieng[84]의 연구로부터 초음파가 알코올 생성에 효과가 있다고 하였으며, Neel[63]의 연구로부터 초음파가 발효를 촉진시켜 준다고 하였다. 따라서 실험군은 대체로 비중이 급격히 떨어지며 이를 통해 발효의 정도 및 알코올 생성에 대한 결과가 예측되어 제품의 최적 적합성 정도를 알 수 있었다.

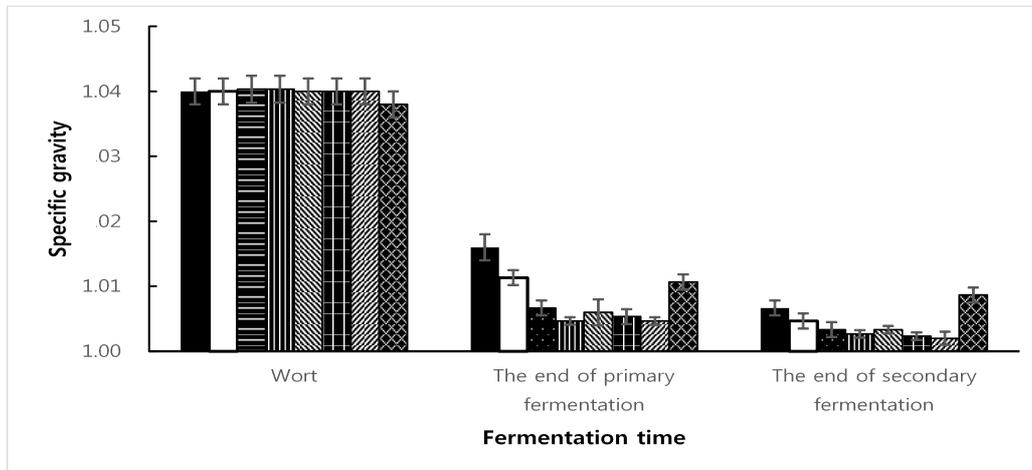


Fig. 25. Kinetic changes of specific gravity of ultrasound-treated beer of Dahyang. (■: Control, □: 120W, 2h, ▨: 120W, 6h, ▩: 120W, 12h, ▤: 160W, 2h, ▥: 160W, 6h, ▦: 160W, 12h, ▧: 200W, 2h)

Error bars represent standard deviation (n=3)

#### (나) 효모의 생육 변화

맥주 발효 과정 중 효모의 생육은 발효의 정도를 나타낼 수 있는 지표라 볼 수 있다. Methylene blue를 이용하여 효모의 생육 변화를 확인한 결과는 Table 31과 같다. 1차 발효 기간에서 대조군, 120W 그리고 160W에서는 효모가 지속적으로 성장하였다. Boulton과 Quain에 따르면 효모의 초기 주입양이 약  $5 \times 10^6$  cells/mL일 때, growth phase는 최대 2 log cells/ml정도 늘어나는 것으로 보고된 바 있다. 대조군의 경우 약 2 log cells/ml로 증가하였다. 이는 120W와 160W에서도 유사한 결과를 보였다. 하지만 200W의 경우 효모의 생육이 떨어지는 것을 확인할 수 있다. Shifeng[159]은 strawberry fruit에 40 kHz, 250W에서 9.8min만에 yeast population이  $1.68 \pm 0.07$ 에서  $0.98 \pm 0.04$ 로 control에 비해 감소되는 것을 확인하였다. 즉 높은 강도의 초음파는 cell death를 초래한다는 결과를 보여준다. 2차 발효에서는 초음파를 조사하지 않았으므로 대조군과 실험군 모두 비슷한 추세를 보인다. 4일차까지 증가 추세를 보이다 이후로는 균의 성장이 일정하게 유지됨을 볼 수 있다. 2차 발효에서 대조군 효모 성장은 약 1.64 log cells/mL로 증가하였고, 이는 모든 실험군에서 비슷한 결과를 나타내었다.

Table 31. Kinetic change of yeast viability of ultrasound-treated beer of Dahyang

A: primary fermentation, B: secondary fermentation

(A)

| Sample  | The primary fermentation time(Days) |                        |                        |                        |                        |
|---------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|         | 0                                   | 1                      | 2                      | 3                      | 4                      |
| Control | 6.43±0.08 <sup>a1)</sup>            | 7.46±0.42 <sup>a</sup> | 7.93±0.16 <sup>a</sup> | 8.28±0.11 <sup>a</sup> | 8.44±0.28 <sup>a</sup> |
| 2h      | 6.50±0.24 <sup>a</sup>              | 7.49±0.46 <sup>a</sup> | 7.96±0.15 <sup>a</sup> | 8.21±0.12 <sup>a</sup> | 8.49±0.24 <sup>a</sup> |
| 120W    | 6.53±0.36 <sup>a</sup>              | 7.41±0.42 <sup>a</sup> | 7.73±0.19 <sup>a</sup> | 8.14±0.05 <sup>a</sup> | 8.42±0.02 <sup>a</sup> |
| 12h     | 6.48±0.04 <sup>a</sup>              | 7.38±0.37 <sup>a</sup> | 7.98±0.31 <sup>a</sup> | 8.30±0.12 <sup>a</sup> | 8.54±0.05 <sup>a</sup> |
| 2h      | 6.63±0.31 <sup>a</sup>              | 7.25±0.50 <sup>a</sup> | 7.70±0.13 <sup>a</sup> | 8.17±0.10 <sup>a</sup> | 8.46±0.17 <sup>a</sup> |
| 160W    | 6.40±0.41 <sup>a</sup>              | 7.12±0.17 <sup>a</sup> | 7.62±0.07 <sup>a</sup> | 8.08±0.11 <sup>a</sup> | 8.31±0.34 <sup>a</sup> |
| 12h     | 6.34±0.42 <sup>a</sup>              | 7.18±0.47 <sup>a</sup> | 7.57±0.14 <sup>a</sup> | 8.13±0.09 <sup>a</sup> | 8.25±0.06 <sup>a</sup> |
| 200W    | 6.48±0.27 <sup>a</sup>              | 7.24±0.14 <sup>a</sup> | 7.24±0.16 <sup>a</sup> | 7.29±0.29 <sup>b</sup> | 7.37±0.04 <sup>b</sup> |

1) Mean value with different superscripts in the same column are significant different(p<0.05).

Mean ± standard deviation (n=3)

(B)

| Sample  | The secondary fermentation time(Days) |                        |                        |                        |                        |                        |                        |
|---------|---------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|         | 1                                     | 2                      | 3                      | 4                      | 5                      | 6                      | 7                      |
| Control | 5.71±0.01 <sup>a</sup>                | 6.42±0.12 <sup>a</sup> | 6.98±0.22 <sup>a</sup> | 7.28±0.14 <sup>a</sup> | 7.35±0.06 <sup>a</sup> | 7.39±0.14 <sup>a</sup> | 7.35±0.24 <sup>a</sup> |
| 2h      | 5.65±0.07 <sup>a</sup>                | 6.17±0.03 <sup>a</sup> | 6.85±0.28 <sup>a</sup> | 7.24±0.07 <sup>a</sup> | 7.31±0.11 <sup>a</sup> | 7.45±0.20 <sup>a</sup> | 7.47±0.28 <sup>a</sup> |
| 120W    | 5.65±0.05 <sup>a</sup>                | 6.33±0.26 <sup>a</sup> | 6.86±0.14 <sup>a</sup> | 7.05±0.05 <sup>a</sup> | 7.37±0.13 <sup>a</sup> | 7.40±0.02 <sup>a</sup> | 7.41±0.09 <sup>a</sup> |
| 12h     | 5.85±0.06 <sup>a</sup>                | 6.24±0.13 <sup>a</sup> | 6.72±0.02 <sup>a</sup> | 7.01±0.09 <sup>a</sup> | 7.49±0.43 <sup>a</sup> | 7.36±0.05 <sup>a</sup> | 7.41±0.02 <sup>a</sup> |
| 2h      | 5.63±0.17 <sup>a</sup>                | 6.22±0.13 <sup>a</sup> | 6.91±0.16 <sup>a</sup> | 6.99±0.21 <sup>a</sup> | 7.30±0.39 <sup>a</sup> | 7.35±0.09 <sup>a</sup> | 7.40±0.04 <sup>a</sup> |
| 160W    | 5.65±0.07 <sup>a</sup>                | 6.34±0.17 <sup>a</sup> | 6.86±0.06 <sup>a</sup> | 7.21±0.13 <sup>a</sup> | 7.29±0.12 <sup>a</sup> | 7.39±0.07 <sup>a</sup> | 7.41±0.24 <sup>a</sup> |
| 12h     | 5.58±0.20 <sup>a</sup>                | 6.13±0.22 <sup>a</sup> | 7.08±0.02 <sup>a</sup> | 7.23±0.05 <sup>a</sup> | 7.33±0.04 <sup>a</sup> | 7.40±0.15 <sup>a</sup> | 7.44±0.25 <sup>a</sup> |
| 200W    | 4.56±0.18 <sup>b</sup>                | 4.83±0.04 <sup>b</sup> | 5.32±0.06 <sup>b</sup> | 5.85±0.32 <sup>b</sup> | 6.04±0.12 <sup>b</sup> | 6.16±0.05 <sup>b</sup> | 6.21±0.05 <sup>b</sup> |

1) Mean value with different superscripts in the same column are significant different(p<0.05).

Mean ± standard deviation (n=3)

(다) 환원당의 변화

발효 기간 중에 환원당의 변화는 figure 25와 같다. 환원당의 변화는 대조군에 비해 120W 와 160W 초음파의 세기에서는 세기가 셀수록 그 시간이 길수록 환원당의 감소 폭이 큰 결과를 나타내었다. 이는 초음파에 의해 세포간에 널리 퍼짐으로 인해 막 투과성의 변화와 물질전

달능력이 증가로 인한 효모의 당 이용성이 증가하였기 때문이라고 생각된다. 한편 200W의 경우는 발효액 내에 환원당이 높은 농도로 존재하는데, 이는 yeast의 생육이 영향을 받았기 때문이다. Sulaiman[140] 등의 보고에 따르면, Bioreactor 유형에서 주파수 20 kHz, 초음파 강도  $11.8W\text{ cm}^{-1}$ 에서 duty cycle 40%(2초 초음파, 5초 rest period)에서 yeast의 생육이 영향을 받아 당을 이용하는 능력이 떨어져서 발효액 내에 존재하는 환원당의 농도가 높음을 확인하였다.

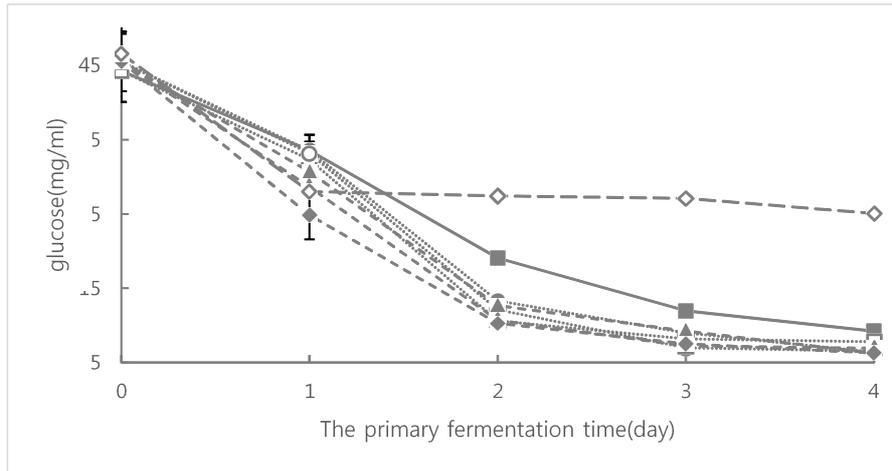


Fig. 26. Kinetic change of reducing sugar of ultrasound-treated beer of Dahyang. (■: Control, □: 120W, 2h, ●: 120W, 6h, ○: 120W, 12h, ▲: 160W, 2h, △: 160W, 6h, ◆: 160W, 12h, ◇: 200W, 2h)

Error bars represent standard deviation (n=3)

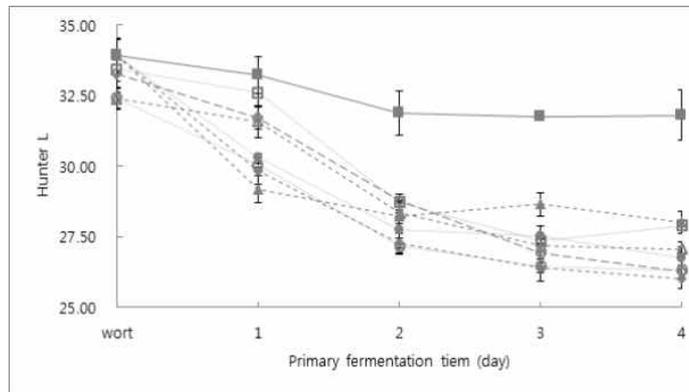
#### (라) 색도 변화

발효 기간 중에 색도의 변화는 figure 27과 같다. L값은 밝기를 나타내는 값으로 발효 기간이 경과 함에 따라 다소 감소하는 경향을 보였다. 대조군에 비해 실험군은 외관상으로 보아도 탁했다.

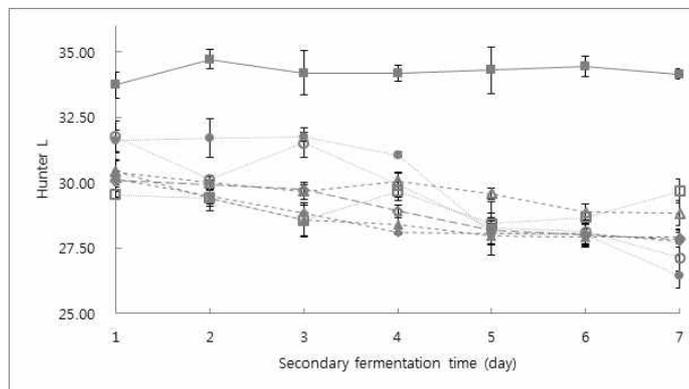
적색도를 나타내는 a값은 모든 보리가 대체로 낮은 값을 나타냈다. 적색도는 맥즙이 가장 높으며 1일차에 감소하며 발효가 진행될수록 대체로 감소하는 경향을 보였다.

황색도를 나타내는 b 값은 발효가 진행될수록 점점 진해지는 경향을 보였다. 황색도의 경우 실험군의 경우가 대조군에 비해 대체로 낮은 값을 나타냈으나 유의적인 차이는 없었다.

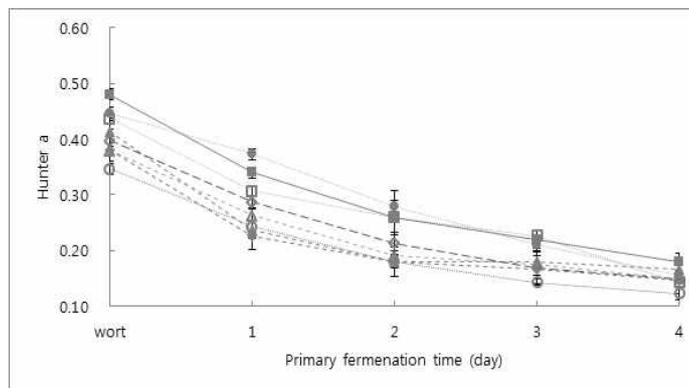
L 값, a 값 및 b 값은 보리에 있는 미량의 색소 성분에 의해 결정된다. 실험 결과 대조군과 실험군의 경우 유의적인 차이가 없었다.



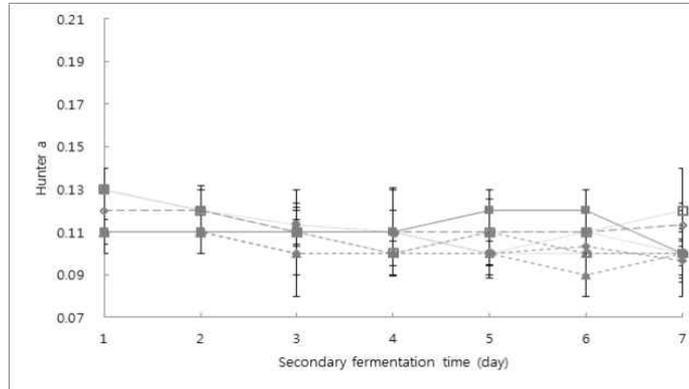
(a)



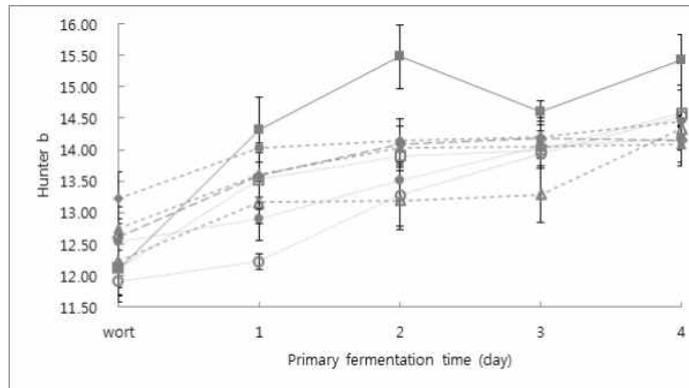
(b)



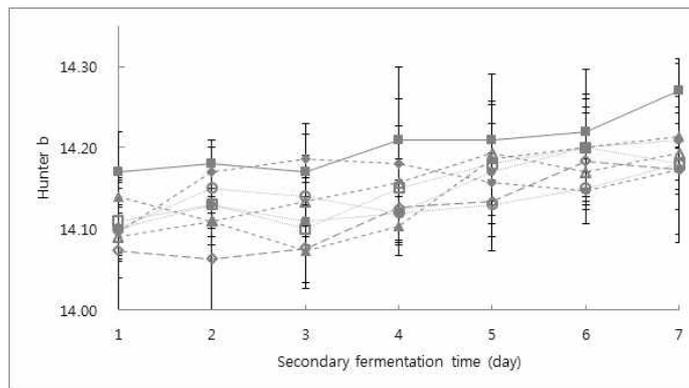
(c)



(d)



(e)



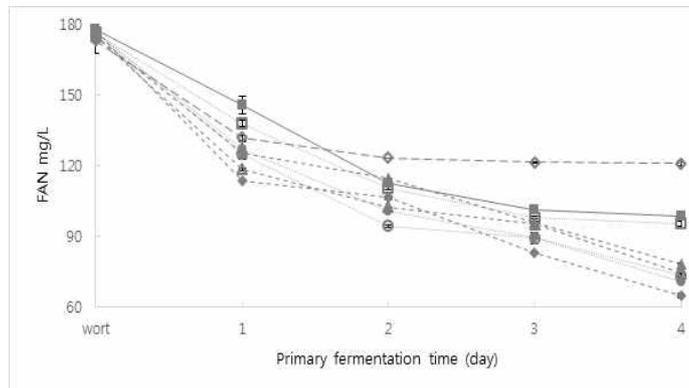
(f)

Fig. 27. Kinetic change of color of ultrasound-treated beer of Dahyang. A: L value in primary fermentation, B: L value in secondary fermentation, C: a value in primary fermentation. D: a value in secondary fermentation, E: b value in primary fermentation. F: b value in secondary fermentation. (■: Control, □: 120W, 2h, ●: 120W, 6h, ○: 120W, 12h, ▲: 160W, 2h, △: 160W, 6h, ◆: 160W, 12h, ◇: 200W, 2h.)

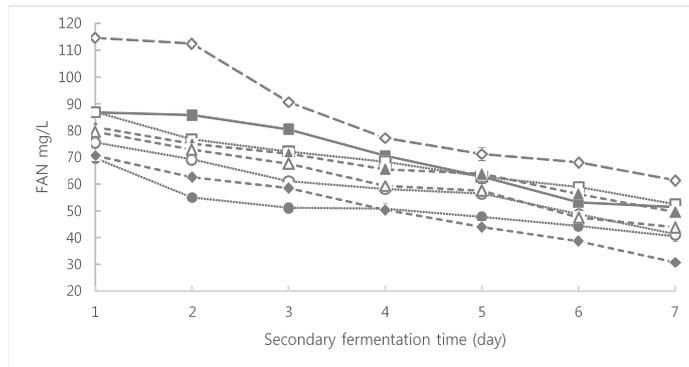
Error bars represent standard deviation (n=3)

(마) Free amino nitrogen 함량 변화

FAN 함량 변화는 figure 28과 같았다. Wort 중 아미노산은 효모의 성장에 필요한 nitrogen을 제공하는데 효모가 이용 가능한 nitrogen을 FAN이라 한다. 이는 발효가 진행될수록 효모가 이용함에 따라 함량이 줄어들게 된다. 발효가 진행될수록 대조군과 실험군 모두 FAN함량은 서서히 줄어드는 모습을 볼 수 있다. FAN은 그 대사산물이 맥주의 쓴맛, 향, 거품안정성 등에 영향을 미치므로[1] 맥주 발효의 중요한 요소이다. 실험군의 경우 초음파의 power가 높고 그 조사 시간이 길수록 그 함량이 더 급격히 감소하는 경향을 보인다. 이는 효모가 스트레스를 받는 환경에서 단백질 분해 산물을 형성하는 것과 관련이 있으며, 그 결과 쓴맛과 거품안정성에 영향을 줄 것으로 사료된다.



(a)



(b)

Fig. 28. Kinetic change of free amino nitrogen of ultrasound-treated beer of Dahyang. A: primary fermentation, B: secondary fermentation. . (■: Control, □: 120W, 2h, ●: 120W, 6h, ○: 120W, 12h, ▲: 160W, 2h, △: 160W, 6h, ◆: 160W, 12h, ◇: 200W, 2h.)

Error bars represent standard deviation (n=3)

(바) 관능 속성 변화

관능검사 변화값의 결과는 Table 32, 33과 같다. 관능검사 결과 Aromatic 항목을 나타내는 O1, T1의 강도는 발효가 진행될수록 점차 증가하는 양상을 보였다. 최종제품에서 O1, T1에서 가장 강도가 낮은 시료는 200W 처리군이며 이는 대조군과 다른 실험군과 유의적인 차이를 보인다( $p < 0.05$ ). 탄산의 향, 맛, 후미, 입안촉감을 나타내는 O5, T6, M1, A1의 강도는 200W를 제외하고는 대조군에 비해 실험군이 높았으나 young beer의 160W 실험군을 제외하고는 유의적인 차이를 보이지 않는다( $p > 0.05$ ). Cereal 향을 나타내는 O2는 그 값이 감소하며, 대조군과 120W 실험군의 경우가 그 값이 가장 높았다. Cereal의 맛을 나타내는 T2 160W 2h 처리군이 가장 높은 값을 보이나 대조군과 유의적 차이는 없었다( $p > 0.05$ ).

Table 32. Sensory properties of young beer of Dahyang from the primary fermentation, treated with ultrasonication

| Sensory attribute | Beer from the primary fermentation |                         |                         |                         |                         |                        |                        |                        |
|-------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                   | Control                            | 120W 2h                 | 120W 6h                 | 120W 12h                | 160W 2h                 | 160W 6h                | 160W 12h               | 200W 2h                |
| O1 <sup>1)</sup>  | 5.20±0.79 <sup>a</sup>             | 5.10±0.74 <sup>a</sup>  | 5.30±0.67 <sup>a</sup>  | 5.10±0.74 <sup>a</sup>  | 5.20±0.63 <sup>a</sup>  | 5.10±0.88 <sup>a</sup> | 5.00±0.82 <sup>a</sup> | 3.50±0.53 <sup>b</sup> |
| O2                | 4.90±0.88 <sup>a</sup>             | 5.00±0.94 <sup>ab</sup> | 5.70±0.95 <sup>ab</sup> | 5.60±1.17 <sup>ab</sup> | 5.70±1.06 <sup>b</sup>  | 5.50±0.71 <sup>b</sup> | 5.80±0.79 <sup>b</sup> | 4.90±0.88 <sup>a</sup> |
| O3                | 3.00±0.82 <sup>a</sup>             | 3.10±0.88 <sup>a</sup>  | 3.40±0.84 <sup>a</sup>  | 3.30±0.67 <sup>a</sup>  | 3.20±0.79 <sup>a</sup>  | 3.40±1.26 <sup>a</sup> | 3.70±0.67 <sup>a</sup> | 4.90±0.74 <sup>b</sup> |
| O4                | 4.70±1.16 <sup>a</sup>             | 4.70±0.95 <sup>a</sup>  | 4.90±1.10 <sup>a</sup>  | 4.60±0.84 <sup>a</sup>  | 4.60±0.70 <sup>a</sup>  | 4.60±1.17 <sup>a</sup> | 4.70±1.16 <sup>a</sup> | 4.90±0.99 <sup>a</sup> |
| O5                | 5.50±0.71 <sup>a</sup>             | 5.60±0.70 <sup>a</sup>  | 6.40±1.07 <sup>a</sup>  | 6.40±1.07 <sup>a</sup>  | 6.60±0.97 <sup>b</sup>  | 6.60±0.70 <sup>b</sup> | 6.70±0.82 <sup>b</sup> | 4.60±0.84 <sup>c</sup> |
| T1                | 3.90±0.99 <sup>a</sup>             | 3.80±0.92 <sup>ab</sup> | 4.80±1.03 <sup>ab</sup> | 4.80±0.79 <sup>ab</sup> | 4.70±0.82 <sup>b</sup>  | 4.80±1.14 <sup>b</sup> | 4.60±1.17 <sup>b</sup> | 4.20±1.03 <sup>a</sup> |
| T2                | 4.30±0.67 <sup>a</sup>             | 4.30±0.67 <sup>a</sup>  | 4.30±0.95 <sup>a</sup>  | 4.20±0.79 <sup>a</sup>  | 4.20±0.92 <sup>a</sup>  | 4.10±1.20 <sup>a</sup> | 4.30±0.95 <sup>a</sup> | 3.70±0.67 <sup>a</sup> |
| T3                | 2.70±0.67 <sup>a</sup>             | 2.80±0.63 <sup>b</sup>  | 3.50±0.71 <sup>b</sup>  | 3.60±0.70 <sup>b</sup>  | 3.50±0.53 <sup>bc</sup> | 3.40±0.70 <sup>b</sup> | 3.40±0.52 <sup>b</sup> | 3.90±0.74 <sup>c</sup> |
| T4                | 4.30±0.67 <sup>a</sup>             | 4.20±0.63 <sup>a</sup>  | 4.70±0.95 <sup>a</sup>  | 4.50±0.53 <sup>a</sup>  | 4.70±0.67 <sup>a</sup>  | 4.70±1.06 <sup>a</sup> | 4.40±0.52 <sup>a</sup> | 3.60±0.70 <sup>b</sup> |
| T5                | 3.20±0.92 <sup>a</sup>             | 3.20±0.63 <sup>ab</sup> | 3.40±0.70 <sup>ab</sup> | 3.40±0.52 <sup>ab</sup> | 3.50±0.53 <sup>bc</sup> | 4.00±0.67 <sup>b</sup> | 4.10±0.99 <sup>b</sup> | 4.70±1.25 <sup>c</sup> |
| T6                | 6.00±0.82 <sup>a</sup>             | 6.00±0.82 <sup>a</sup>  | 6.30±1.57 <sup>a</sup>  | 6.40±1.43 <sup>a</sup>  | 6.40±0.70 <sup>a</sup>  | 6.60±0.84 <sup>a</sup> | 6.60±1.17 <sup>a</sup> | 4.40±0.70 <sup>b</sup> |
| M1                | 6.10±0.88 <sup>a</sup>             | 6.10±0.57 <sup>a</sup>  | 6.10±1.10 <sup>a</sup>  | 6.20±0.92 <sup>a</sup>  | 6.20±0.79 <sup>a</sup>  | 6.20±0.63 <sup>a</sup> | 6.40±0.70 <sup>a</sup> | 4.60±1.26 <sup>b</sup> |
| A1                | 6.30±0.82 <sup>a</sup>             | 6.10±0.88 <sup>a</sup>  | 6.00±0.82 <sup>a</sup>  | 6.00±0.94 <sup>a</sup>  | 6.00±0.94 <sup>a</sup>  | 6.30±0.82 <sup>a</sup> | 6.30±0.67 <sup>a</sup> | 3.90±0.99 <sup>b</sup> |

1) O1: Aromatic odor, O2: Cereal odor, O3: Sour odor, O4: Sweet odor, O5: Carbonation odor, T1: Aromatic taste, T2: Cereal taste, T3: Sour taste, T4: Sweet taste, T5: Bitterness, T6: Carbonation taste, M1: Carbonation mouthfeel, A1: Carbonation aftertaste.

Means in the same row with different letters (a-b) are significantly different ( $P < 0.05$ ).

Mean±standard deviation(n=3)

Sweet 향과 맛을 나타내는 O4, T4는 대조군과 120W, 160W 실험군과 유의적 차이는 나타나지 않았음을 볼 수 있었다( $p>0.05$ ). Sour의 향과 맛인 O3와 T3는 1차 발효 효모의 죽음으로 인해 발효가 덜 된 200W에서 가장 높은 값을 보였다. 맥주의 쓴맛을 나타내는 T5는 young beer에 비해 발효 후 그 강도가 증가하였으며, 200W에서 가장 높은 값을 보이며 대조군과 다른 실험군에서는 유의적인 차이가 보이지 않았다( $p>0.05$ ).

Table 33. Sensory properties of beer of Dahyang from the secondary fermentation, treated with ultrasonication

| Sensory attribute | Beer from the secondary fermentation |                         |                         |                         |                        |                        |                        |                        |
|-------------------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                   | Control                              | 120W 2h                 | 120W 6h                 | 120W 12h                | 160W 2h                | 160W 6h                | 160W 12h               | 200W 2h                |
| O1 <sup>1)</sup>  | 5.80±0.92 <sup>a</sup>               | 5.80±0.63 <sup>a</sup>  | 5.90±1.20 <sup>a</sup>  | 5.80±0.92 <sup>a</sup>  | 5.80±1.14 <sup>a</sup> | 5.40±1.07 <sup>a</sup> | 5.50±0.85 <sup>a</sup> | 4.70±1.34 <sup>b</sup> |
| O2                | 5.00±0.67 <sup>a</sup>               | 5.00±0.82 <sup>a</sup>  | 4.70±1.34 <sup>a</sup>  | 4.80±0.92 <sup>a</sup>  | 4.70±1.06 <sup>b</sup> | 3.50±1.27 <sup>b</sup> | 3.30±0.95 <sup>b</sup> | 2.80±1.14 <sup>c</sup> |
| O3                | 2.30±0.82 <sup>a</sup>               | 2.40±0.70 <sup>a</sup>  | 2.40±0.84 <sup>a</sup>  | 2.40±0.70 <sup>a</sup>  | 2.20±0.63 <sup>a</sup> | 2.70±1.64 <sup>a</sup> | 2.50±1.43 <sup>a</sup> | 4.20±1.03 <sup>b</sup> |
| O4                | 4.90±0.88 <sup>a</sup>               | 5.20±1.03 <sup>a</sup>  | 5.10±1.10 <sup>a</sup>  | 4.90±0.88 <sup>a</sup>  | 4.80±0.79 <sup>a</sup> | 4.60±1.43 <sup>a</sup> | 4.20±1.23 <sup>a</sup> | 3.00±0.94 <sup>b</sup> |
| O5                | 5.60±1.17 <sup>a</sup>               | 5.60±1.07 <sup>a</sup>  | 5.70±1.06 <sup>a</sup>  | 5.90±0.99 <sup>a</sup>  | 5.80±1.14 <sup>a</sup> | 6.10±1.20 <sup>a</sup> | 6.30±1.16 <sup>a</sup> | 3.50±0.71 <sup>b</sup> |
| T1                | 5.90±0.57 <sup>a</sup>               | 5.80±0.42 <sup>ab</sup> | 5.40±1.07 <sup>ab</sup> | 5.30±1.06 <sup>ab</sup> | 5.30±1.16 <sup>b</sup> | 4.70±1.25 <sup>b</sup> | 4.90±1.10 <sup>b</sup> | 3.30±1.83 <sup>c</sup> |
| T2                | 4.30±0.95 <sup>a</sup>               | 4.30±0.67 <sup>a</sup>  | 4.30±0.95 <sup>a</sup>  | 4.40±0.97 <sup>a</sup>  | 4.50±0.85 <sup>a</sup> | 4.30±1.16 <sup>a</sup> | 4.40±0.97 <sup>a</sup> | 2.80±1.23 <sup>b</sup> |
| T3                | 2.70±0.67 <sup>a</sup>               | 2.80±0.92 <sup>a</sup>  | 2.80±1.32 <sup>a</sup>  | 2.80±1.14 <sup>a</sup>  | 2.60±1.26 <sup>a</sup> | 2.80±1.99 <sup>a</sup> | 2.80±1.87 <sup>a</sup> | 6.40±1.07 <sup>b</sup> |
| T4                | 4.30±0.67 <sup>a</sup>               | 4.30±0.82 <sup>a</sup>  | 5.20±0.92 <sup>a</sup>  | 5.00±0.94 <sup>a</sup>  | 5.00±0.82 <sup>a</sup> | 4.30±1.25 <sup>a</sup> | 4.00±1.15 <sup>a</sup> | 2.00±1.05 <sup>b</sup> |
| T5                | 5.30±0.95 <sup>a</sup>               | 5.10±0.99 <sup>a</sup>  | 5.20±1.23 <sup>a</sup>  | 5.40±0.97 <sup>a</sup>  | 5.20±0.92 <sup>a</sup> | 5.50±1.08 <sup>a</sup> | 5.90±0.74 <sup>a</sup> | 7.30±1.06 <sup>b</sup> |
| T6                | 5.30±0.67 <sup>a</sup>               | 5.50±1.08 <sup>a</sup>  | 5.60±1.51 <sup>a</sup>  | 5.80±1.23 <sup>a</sup>  | 5.70±1.49 <sup>a</sup> | 6.10±0.99 <sup>a</sup> | 6.20±0.92 <sup>a</sup> | 3.60±0.70 <sup>b</sup> |
| M1                | 5.20±0.63 <sup>a</sup>               | 5.20±0.92 <sup>a</sup>  | 5.30±1.34 <sup>a</sup>  | 5.40±1.17 <sup>a</sup>  | 5.50±1.08 <sup>a</sup> | 5.30±1.06 <sup>a</sup> | 5.50±0.71 <sup>a</sup> | 3.50±0.97 <sup>b</sup> |
| A1                | 5.00±0.82 <sup>a</sup>               | 5.10±0.88 <sup>a</sup>  | 5.20±1.14 <sup>a</sup>  | 5.30±1.06 <sup>a</sup>  | 5.20±0.92 <sup>a</sup> | 5.60±1.43 <sup>a</sup> | 5.80±0.92 <sup>a</sup> | 3.90±1.10 <sup>b</sup> |

1) O1: Aromatic odor, O2: Cereal odor, O3: Sour odor, O4: Sweet odor, O5: Carbonation odor, T1: Aromatic taste, T2: Cereal taste, T3: Sour taste, T4: Sweet taste, T5: Bitterness, T6: Carbonation taste, M1: Carbonation mouthfeel, A1: Carbonation aftertaste.

Means in the same row with different letters (a-b) are significantly different ( $P < 0.05$ ).

Mean ± standard deviation(n=3).

발효 특성 항목으로 효모의 생육, 환원당, 비중, 색도, 거품 안정성, free amino acid, 13 개의 관능 속성 변화를 측정된 결과, 초음파 비처리군에 비해 초음파 처리군의 경우가 FAN, 거품안정성, 쓴맛 등에 영향을 미치나, 알코올생성능이 우수함을 확인하였고, 관능검사 결과 비처리군에 비해 초음파 처리군의 경우 관능속성의 결과 값이 우수하였다. 특히 160W의 처리군의 경우가 알코올 생성량도 비처리군과 유의한 차이를 보였으며, 관능속성 결과 값도 우수한 것으로 나타났다.

### (3) 재료 및 방법

#### (가) 발효방법

맥즙에 hop을 1/2, 1/4, 1/4로 3회 나누어 넣으며, 각각 10분, 5분, 5분씩 끓여주었다. 이후 맥즙의 온도를 20℃까지 급속 냉각시켰다. 그 후 알코올 도수 예측 및 당화의 정도를 파악하기 위한 초기 비중을 측정하였다. 여기에 효모를 주입한 뒤, 공기 차단기를 설치하여 20℃에서 4일간 1차 발효를 실시하였다.

효모를 주입한 뒤 그 농도를 10-50ppm이 되도록 하여 첨가한 후 전발효 4일, 후발효 7일간 발효를 진행하였다.

#### (나) Diacetyl 성분 분석

Diacetyl 함량은 ASBC법[5]을 기준으로 하여 spectrophotometer(UVmini-1240, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용한 비색법으로 측정하였다.  $\alpha$ -Naphthol solution 1mL을 넣고, 0.5mL의 KOH-creatine solution을 첨가하여 1분간 반응시킨다. 그 후 5-6분간 두고 530nm에서 흡광도를 측정한다. 측정된 흡광도 값은 Standard curve를 이용하여 diacetyl양으로 산출하였다.

#### (다) 통계분석

효소의 경우 평균값의 차이 분석은  $\alpha=0.05$ 의 유의적 수준에서 분산분석(Analysis of variance, ANOVA)하였으며, 통계분석 프로그램인 SPSS (Statistical Package for the Social Science Version 21.)을 이용하였다. Duncan's 다중비교법(multiple comparison test)을 적용하였다.

### (3) 결과

(가) Diacetyl 함량

효소처리에 의한 diacetyl의 농도는 figure 29과 같았다. figure 29를 보면, 효소를 처리하지 않은 대조군의 경우 진양보리로 만든 맥주는 다향보리로 만든 맥주에 비해 낮은 농도의 diacetyl을 함유하고 있음을 보인다. Diacetyl은 온도, pH, 아미노산 등에 영향을 받아 생성되는데, 진양과 다향의 diacetyl 함량의 차이는 FAN이 그 영향을 주었으리라 생각된다. diacetyl생성에 영향을 주었으리라 생각된다. George에 의하면 wort내에 valine의 양이 부족할 경우 diacetyl 수준이 증가한다고 하였다. 진양의 경우 다향에 비해 wort내에 높은 FAN함량을 가지므로 다향에 비해 diacetyl 생성이 낮았으리라 예상된다.

효소를 10-50 ppm으로 처리하였을 경우, 진양의 경우 효소를 처리하지 않은 대조군에 비해 10 ppm의 농도를 처리한 경우 가장 큰 감소폭을 보였으며, 그 이후로는 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ). 한편 다향의 경우 역시 효소를 10 ppm처리하였을 경우 가장 큰 감소폭을 보이고 그 이후로는 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ).

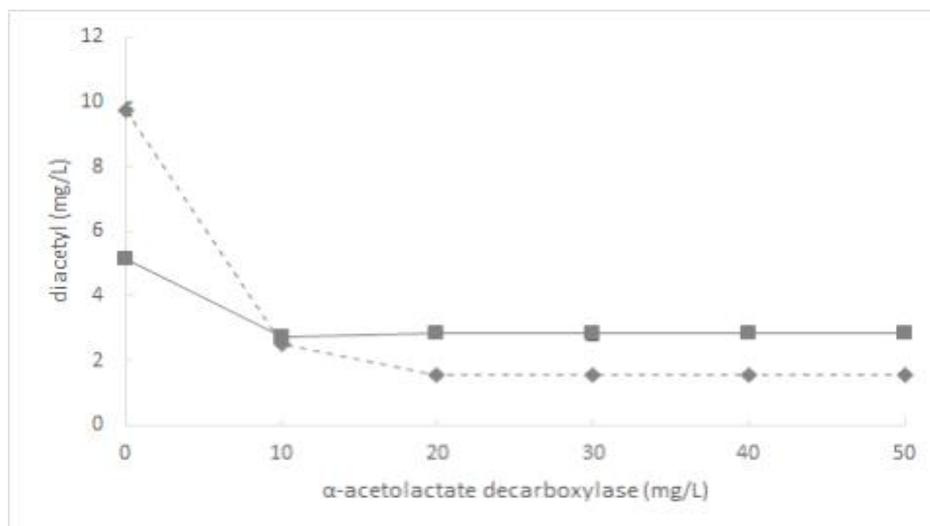


Fig. 29. Time course of diacetyl concentration of beer of Dahyang during fermentation. (■: 진양, ◆: 다향) Error bars represent standard deviation (n=3)

$\alpha$ -acetolactate decarboxylase 를 처리하였을 경우, 처리하지 않은 경우에 비해서 diacetyl 농도가 급격히 감소하는 것을 확인하였고, 이를 통해 diacetyl 생성 감소를 통해 맥주의 품질을 증가시킬 수 있을 것으로 나타났다.

## 2. 6조맥 맥아와 부원료 혼합물의 당화액 발효 기술

### (1) 요약

본 연구에서는 부원료 (쌀, 밀, 옥수수, 감자) 함량을 다르게 하여 한국산 6조 보리를 이용한 맥주 제조 공정에 첨가하여 맥주 발효 특성을 연구하였다. 한국산 6조 보리는 상대적으로 탄수화물에 비해 단백질의 함량이 높기 때문에 맥주 적성에 적합하지 않다고 알려져 있다. 하지만 전분 함량이 높은 부원료를 이용하여 보리 일부분을 대체 및 첨가하여 이러한 한국산 6조 보리의 특성을 상쇄할 수 있다. 부원료 함량을 10%, 20%로 하여 제조한 맥주를 6조 보리로 제조한 맥주와 그 특성을 비교하였다. 부원료 첨가군 (쌀, 밀, 옥수수)의 경우, 초기 FAN 함량 감소와 환원당 증가로 인해 최종 맥주에서 비중이 낮고, 알코올 함량이 높았으며 옅은 색이 나타났다. 감자 첨가군의 경우 초기 FAN 함량의 증가로 알코올 함량이 가장 높았으며, 어두운 색을 나타내었다. 관능적인 면에서, 쌀, 밀, 옥수수 첨가군의 경우 개선이 되었지만, 감자 첨가군의 경우 관능의 변화가 없었다. 본 연구를 통해 부원료의 첨가는 6조 보리의 높은 단백질 함량을 상쇄시키는 효과를 가져왔고 이에 따라 맥주 특성의 변화를 가져왔다.

### (2) 재료 및 방법

#### (가) 당화 방법

EBC 방법을[43] 기준으로 맥즙을 제조하였다. 대조군의 경우 6조맥으로만 맥즙을 제조하였고, 부원료 첨가군의 경우 쌀가루, 밀가루, 옥수수가루, 감자가루를 보리양에 대비 10%, 20%가 되도록 맥즙을 제조하였다. 대조군의 경우 infusion mashing 방법에 따라 당화를 하였으며, 부원료 첨가군의 경우 부원료별 호화온도 (쌀: 75℃, 밀:60℃, 옥수수 및 감자: 65℃)에서 20분간 pre-gelatinization 이후 당화를 실시하였다.

#### (나) 발효방법

맥즙에 hop을 1/2, 1/4, 1/4로 3회 나누어 넣으며, 각각 10분, 5분, 5분씩 끓여주었다. 이후 맥즙의 온도를 20℃까지 급속 냉각시켰다. 그 후 알코올 도수 예측 및 당화의 정도를 파악하기 위한 초기 비중을 측정하였다. 여기에 효모를 주입한 뒤, 공기 차단기를 설치하여 20℃에서 4일간 1차 발효를 실시하였다.

(다) 효모의 생육 측정

효모의 생육 변화는 ASBC 방법[5]을 기준으로 하였다. 효모 생육수를 측정하기 위해 methylene blue 염색법을 기준으로 하였고 haemocytometer를 사용하여 측정하였다. 1차 발효 4일 및 2차 발효 7일, 총 11일 동안의 생육 변화 양상을 확인하여 부원료 종류 및 첨가량별 영향을 비교하였다.

(라) Free amino nitrogen 함량 측정

Free amino nitrogen(FAN) 함량 변화 측정은 AOAC[61]에 제시된 방법을 기준으로 하였다 (Horwitz and Latimer, 2011). 맥주 발효 일수마다 2 mL를 취하여 1mL ninhydrin를 첨가한 뒤 항온수조에서 16분 동안 100°C로 가열하였다. 그 후 20±1°C에서 20분간 식힌 후 5 mL의 dilution solution을 넣었다. 증류수와 대조하여 570nm에서 30분 이내에 흡광도를 측정하였다. 3반복하여 흡광도(A)의 평균에서 평균 blank 흡광도를 뺀 값을 계산하여 FAN의 함량으로 산출하였다.

$$\text{FAN (mg/L)} = \text{net A of test solution} \times 2 \times \text{dilution} / \text{net A of standard solution}$$

(마) 환원당 함량 측정

환원당의 양은 DNS법을 기준으로 하여 측정하였다. DNS시약은 10g 3,5-dinitrosalicylic acid, 2g phenol과 200g rochelle salt를 1000mL의 sodium hydroxide(10g/L)와 Sodium carbonate(0.5g/L)에 용해시켜 준비하였다. 환원당을 함유하고 있는 시료는 희석하여 사용했으며, 희석된 시료 1mL과 DNS시약 3mL을 끓는 물에서 5분간 반응시킨 후 상온에서 5분간 식혀 spectrophotometer(UVmini-1240, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 550nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도 값은 standard curve를 이용하여 환원당량으로 산출하였다.

(바) 비중 측정

발효액을 100mL를 메스실린더에 넣고, 비중계(200-DK-6, Daekwang, Seoul, Korea)를 이용하여 비중의 변화를 측정하였다. 비중의 변화는 당화 후의 original gravity, 1차 발효 종료 후 specific gravity, 2차 발효 종료 후 final gravity를 측정하여 부원료의 종류 및 함량별 영향을 분석하였다.

(사) 색도 측정

색도계(CR-300, Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan)을 이용하여 2차 발효 후 제조된 맥주의

색도를 L(Lightness), a(redness), b(yellowness) 값으로 측정하여 부원료 종류 및 함량별 영향을 분석하였다.

(아) 알코올 함량 측정

알코올 함량은 알코올 증류장치를 이용하여 측정하였다. 알코올을 증류시킨 후 주정계(211-DK-12, Daekwang, Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였으며, 이를 주정분 온도 환산표를 통해 알코올 함량을 환산하였다. 이를 각 부원료 종류 및 함량별 맥주의 최종 알코올 함량을 측정, 비교하여 분석하였다.

(자) 쓴맛 측정

맥주의 쓴맛에 대한 측정의 경우 ASBC[5]에 제시된 방법을 기준으로 하였다. 거품의 손실이 없도록 가스를 제거한 맥주를 20℃로 조절하고 원심분관에 10 mL를 취한 후 0.5mL의 6N 염산과 20mL의 iso-octane를 가하여 밀봉한 후 진탕하였다(250 rpm, 15min). 그 후 원심분리(1,036 x g, 3min) 한 후 iso-octane 층을 취해 275 nm에서 흡광도(A)를 측정하였다. 이를 각 부원료 종류 및 함량별 맥주의 최종 제품 측정값을 비교하여 분석하였다

$$\text{Bitterness} = 50 \times A$$

(차) 거품 안정성 측정

맥주의 거품 안정성에 대한 측정의 경우 ASBC[5]에 제시된 방법을 이용하였다. 하부에 cock이 있는 유리 깔럼 높이 직경을 사용하여 시료- 50 mL를 붓고 30초 후에 거품이 위의 하층액을 제거하였다. 그 후 230초간 거품이 꺼지는 시간으로 깨진 거품의 양(b)과 남은 거품 양(c)을 측정하여 거품안정성(sigma)을 측정하였다. 거품안정성을 산출하는 식은 아래와 같다. 이를 각 부원료 종류 및 함량별로 거품 안정성을 측정, 비교하여 분석하였다.

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

(카) 탁도 측정

Spectrophotometer(UVmini-1240, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 측정하였다. 700 nm에서의 흡광도가 430 nm에서 측정한 흡광도 보다  $\leq 0.039$ 배라면 탁도가 “없음”으로, 아니면 “있음”으로 결정하여 각 부원료 종류 및 함량별 영향을 분석하였다.

#### (타) 관능검사

관능검사는 attribute difference test를 수행하였다. 동국대학교 식품공학과 대학생 30명 중에서 10명을 선발하였다. 패널 선택을 위하여 각 패널의 관능검사 결과의 ANOVA가 수행되었으며, 맥주의 주된 taste인 bitterness를 고려하였다. 5개의 Reference로는(20, 40, 60, 80, and 100 mg/L-water of isohumulone solution)이 사용되었다. 묘사적 언어는 ASBC[5]를 기준으로 선택된 패널들에 의해 채택되었다. 관능적 특성은 odor, taste, mouthfeel과 aftertaste로 구성되었으며, 다음과 같이 세분화되었다. Odor는 Aromatic(O1), Grainy(O2), taste는 Sour(T1), Sweet(T2), Bitter(T3), mouthfeel은 mouthcoating(M1), Carbonatio(M2), Body(M3), aftertaste는 Aftertaste(Af1)이다. 선택된 패널들은 기술어를 사용하기 위하여 reference material를 사용하여 훈련되었다.

각 시료마다 평가해야 할 특성이 많기 때문에 실험은 랜덤화블럭법을 이용하여 설계되었다. 각 특성 당 강도는 0-10점 척도로 평가되었다(0: 없음, 1-2: 약함, 3-4: 보통, 5-6: 강함, 7-8: 더 강함, 9-10: 매우 강함) (Kim et al., 1996). 맥주 샘플은 test전에 4°C에서 하루 보관 후 사용하였다. 검사는 20°C의 tasting booth에서 실행되었다. 10 mL의 시료는 random three digit code로 labeling 된 유리컵에 담겼으며, 9개의 시료가 패널에게 주어졌다. 처음에는 odor에 대한 것을 평가하고, 그 후 마셨을 때 taste, mouthfeel, aftertaste를 평가하였다. 한 시료 당 모든 질문을 평가한 후 다른 설문지에 다른 시료를 평가하게 했다. 패널요원들은 시료 당 30초의 휴식시간을 가졌으며, 물과 unsalted cracker로 입을 헹군 후 검사를 시행했다.

#### (파) 통계분석

총 실험은 3반복으로 진행하였고, 실험의 평균값은 SPSS(Statistical Package for the Social Science, Ver. 21) 통계프로그램을 사용하여 유의차 ( $\alpha=0.05$ ) 수준에서 일원배치 분산분석(ANOVA)를 통하여 분석하였다. 또한 샘플들 간의 유의차를 분석하기 위해 Duncan의 다중 비교를 실시하였다.

### (3) 결과

#### (가) 효모 생육 측정

효모의 생육은 효모가 맥즙에 주입된 후 성장정도를 볼 수 있는 지표이기 때문에 맥주의 발효에 있어서 중요한 요소다. 그러므로 효모의 생육은 맥주의 발효정도를 나타낸다고 볼 수 있다. Boulton에 따라 효모 주입량은  $5 \times 10^6$  cells/ml로 주입하였으며 그 결과는 Table 34와 같

다. 효모가 성장하는 데 필요한 영양분인 FAN의 함량과는 상관없이 대조군과 부원료 첨가군의 효모 생육은 비슷한 변화를 보였다. 대조군 및 부원료 첨가군 모두 1차 발효에서 효모 생육 수가 6 log cells/ml에서 8 log cells/ml까지 성장한 것을 볼 수 있고 2차 발효에서도 약 7 log cells/ml까지 그 수가 서서히 증가함을 볼 수 있다.

Table 34. Changes in yeast viability of beer of Dahyang with adjuncts added during fermentation (R, rice; W, wheat; C, corn; P, potato; 10, 10%; 20, 20%)

(A)

| Sample  | Primary fermentation time (Days) |                         |                         |                        |
|---------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
|         | 1                                | 2                       | 3                       | 4                      |
| Control | 6.78±0.10 <sup>a</sup>           | 7.25±0.22 <sup>b</sup>  | 8.08±0.02 <sup>c</sup>  | 8.33±0.10 <sup>a</sup> |
| R 10    | 6.73±0.06 <sup>a</sup>           | 7.24±0.08 <sup>b</sup>  | 8.09±0.03 <sup>bc</sup> | 8.38±0.12 <sup>a</sup> |
| R 20    | 6.68±0.07 <sup>a</sup>           | 7.28±0.23 <sup>b</sup>  | 8.16±0.04 <sup>b</sup>  | 8.25±0.14 <sup>a</sup> |
| W 10    | 6.74±0.03 <sup>a</sup>           | 7.27±0.50 <sup>b</sup>  | 8.06±0.03 <sup>c</sup>  | 8.24±0.06 <sup>a</sup> |
| W 20    | 6.79±0.06 <sup>a</sup>           | 7.26±0.50 <sup>b</sup>  | 8.07±0.02 <sup>c</sup>  | 8.26±0.09 <sup>a</sup> |
| C 10    | 6.62±0.18 <sup>a</sup>           | 7.72±0.21 <sup>ab</sup> | 8.13±0.01 <sup>bc</sup> | 8.39±0.16 <sup>a</sup> |
| C 20    | 6.80±0.09 <sup>a</sup>           | 7.96±0.11 <sup>a</sup>  | 8.25±0.03 <sup>a</sup>  | 8.45±0.12 <sup>a</sup> |
| P 10    | 6.74±0.05 <sup>a</sup>           | 7.85±0.23 <sup>a</sup>  | 8.26±0.05 <sup>a</sup>  | 8.38±0.09 <sup>a</sup> |
| P 20    | 6.75±0.12 <sup>a</sup>           | 7.69±0.17 <sup>ab</sup> | 8.24±0.02 <sup>a</sup>  | 8.43±0.13 <sup>a</sup> |

(B)

| sample  | Secondary fermentation time (Days) |                        |                        |                         |                        |                        |                        |
|---------|------------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|         | 1                                  | 2                      | 3                      | 4                       | 5                      | 6                      | 7                      |
| Control | 5.90±0.21 <sup>bc</sup>            | 6.91±0.05 <sup>a</sup> | 6.91±0.39 <sup>a</sup> | 7.26±0.07 <sup>ab</sup> | 7.35±0.09 <sup>a</sup> | 7.56±0.11 <sup>a</sup> | 7.65±0.12 <sup>a</sup> |
| R 10    | 6.07±0.01 <sup>a</sup>             | 6.92±0.08 <sup>a</sup> | 7.33±0.10 <sup>a</sup> | 7.40±0.17 <sup>a</sup>  | 7.52±0.12 <sup>a</sup> | 7.55±0.25 <sup>a</sup> | 7.58±0.17 <sup>a</sup> |
| R 20    | 6.10±0.02 <sup>a</sup>             | 6.94±0.10 <sup>a</sup> | 7.07±0.05 <sup>a</sup> | 7.41±0.08 <sup>a</sup>  | 7.52±0.02 <sup>a</sup> | 7.59±0.02 <sup>a</sup> | 7.67±0.04 <sup>a</sup> |
| W 10    | 5.95±0.04 <sup>c</sup>             | 6.47±0.21 <sup>b</sup> | 7.02±0.16 <sup>a</sup> | 7.42±0.08 <sup>a</sup>  | 7.48±0.18 <sup>a</sup> | 7.49±0.14 <sup>a</sup> | 7.52±0.02 <sup>a</sup> |
| W 20    | 5.95±0.02 <sup>c</sup>             | 6.63±0.23 <sup>b</sup> | 6.82±0.57 <sup>a</sup> | 7.12±0.17 <sup>b</sup>  | 7.33±0.10 <sup>a</sup> | 7.46±0.13 <sup>a</sup> | 7.55±0.09 <sup>a</sup> |
| C 10    | 6.05±0.02 <sup>ab</sup>            | 6.90±0.08 <sup>a</sup> | 7.12±0.21 <sup>a</sup> | 7.26±0.06 <sup>ab</sup> | 7.31±0.03 <sup>a</sup> | 7.40±0.11 <sup>a</sup> | 7.63±0.03 <sup>a</sup> |
| C 20    | 6.08±0.03 <sup>a</sup>             | 6.89±0.08 <sup>a</sup> | 7.04±0.09 <sup>a</sup> | 7.29±0.17 <sup>ab</sup> | 7.34±0.09 <sup>a</sup> | 7.50±0.03 <sup>a</sup> | 7.54±0.06 <sup>a</sup> |
| P 10    | 5.98±0.04 <sup>bc</sup>            | 6.43±0.13 <sup>b</sup> | 6.86±0.18 <sup>a</sup> | 7.27±0.08 <sup>ab</sup> | 7.43±0.21 <sup>a</sup> | 7.54±0.20 <sup>a</sup> | 7.56±0.18 <sup>a</sup> |
| P 20    | 6.04±0.03 <sup>ab</sup>            | 6.65±0.10 <sup>b</sup> | 7.31±0.06 <sup>a</sup> | 7.39±0.07 <sup>a</sup>  | 7.43±0.10 <sup>a</sup> | 7.59±0.08 <sup>a</sup> | 7.64±0.18 <sup>a</sup> |

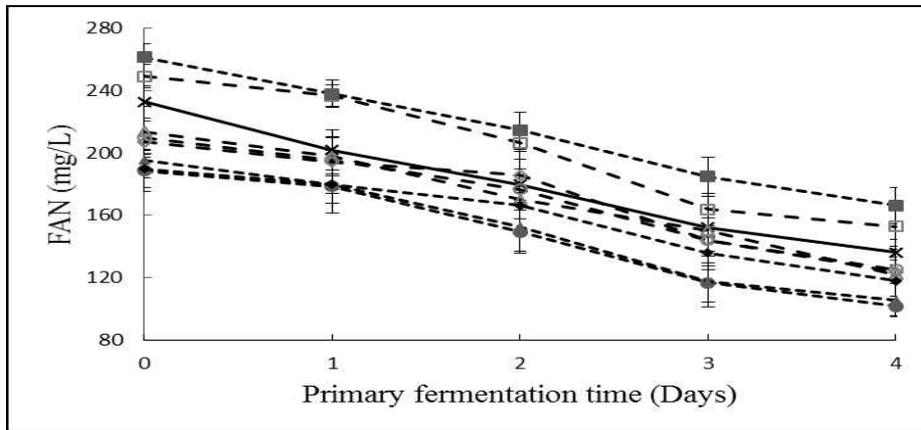
1) All value is shown as mean ± S. D. (n=3)

2) Different letters (a, b, c) indicate significant mean difference ( $p \leq 0.05$ ) according to Duncan's test between each samples.

(나) FAN 함량

맥즙 내 존재하는 아미노산과 펩타이드(dipeptides, tripeptides)를 free amino nitrogen (FAN)이라 한다. FAN은 발효 효율을 예측하는데 있어서 일반적인 지표로 간주되는데 이는 FAN이 효모의 영양성분으로 사용되어 결과적으로는 맥주의 품질에 영향을 미치기 때문이다. 하지만 과도한 양의 FAN 함량은 효모의 과도한 생육으로 이어져 맥주의 품질을 저하시키기 때문에 바람직하지 않다. 발효 중 FAN 함량의 변화는 Figure 30과 같다.

(A)



(B)

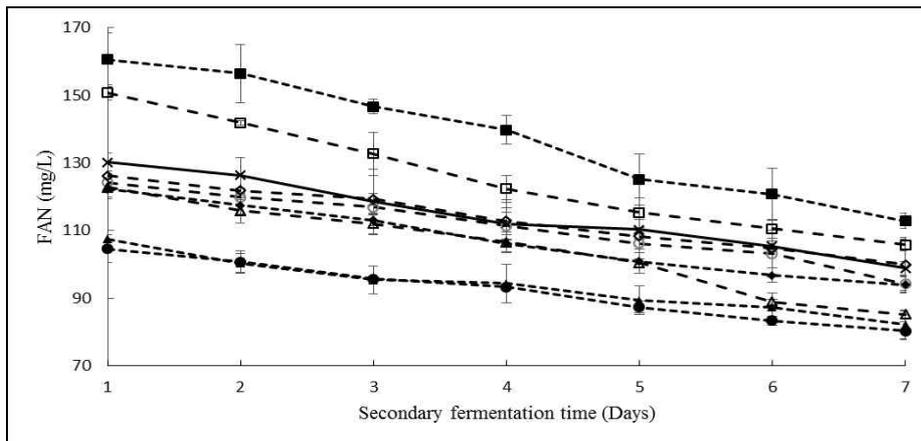


Fig. 30. Time course of FAN content of beer of Dahyang with adjuncts added during fermentation. A: primary fermentation, B: secondary fermentation. (×: control, ○: R 10, ●: R 20, △: W 10, ▲: W 20, ◇: C 10, ◆: C 20, □: P 10, ■: P 20)  
Error bars represent standard deviation (n=3)

부원료 함량이 증가할수록 초기 FAN 함량은 감소하였다. 효모 성장에 있어서 필요한 주요 질소 화합물은 맥주 보리 내 단백질에서 형성되기 때문에 부원료 함량이 증가할수록 즉 보리 함량이 감소할수록 FAN함량 역시 감소하였다. 그러나 감자가루 첨가군의 경우 초기 FAN 함량이 증가하였다. 감자 내 존재하는 단백질의 함량은 적지만, 그 구조가 보리 내 존재하는 단백질 분해효소에 의해 분해가 잘 일어나는 구조이기 때문에 당화과정에서 그 구조가 변형(modification)되었다고 해석할 수 있다. 대조군 및 부원료 첨가군 모두 1차 발효 및 2차 발효가 진행됨에 따라 FAN함량은 서서히 감소하는 것을 볼 수 있다. 각 샘플들의 초기 FAN 함량은 달랐으나, 그 함량은 효모가 맥즙을 발효하여 알코올을 생성하는데 충분한 함량임을 알 수 있다. 과도한 FAN 함량은 탁도, 쓴맛 등 맥주 특성에 부정적인 영향을 주기 때문에 맥주 발효가 진행됨에 따라 FAN의 함량은 감소를 하여야 맥주 품질에 저하를 일으키지 않는다.

(다) 환원당 함량

1차 발효기간 동안의 환원당 함량의 변화는 Figure 31과 같다. 환원당의 함량은 맥즙 내 존재하는 부원료에 의해 영향을 받는다. 초기 환원당 함량은 첨가된 부원료 함량에 비례하여 높은 것을 알 수 있다. 따라서 부원료 함량 20% 실험군의 경우 10% 실험군에 비해 환원당 함량이 높았고 대조군의 경우 그 함량이 가장 낮은 것을 확인하였다. 발효가 진행됨에 따라 모든 샘플들의 환원당 함량은 감소함을 확인할 수 있다.

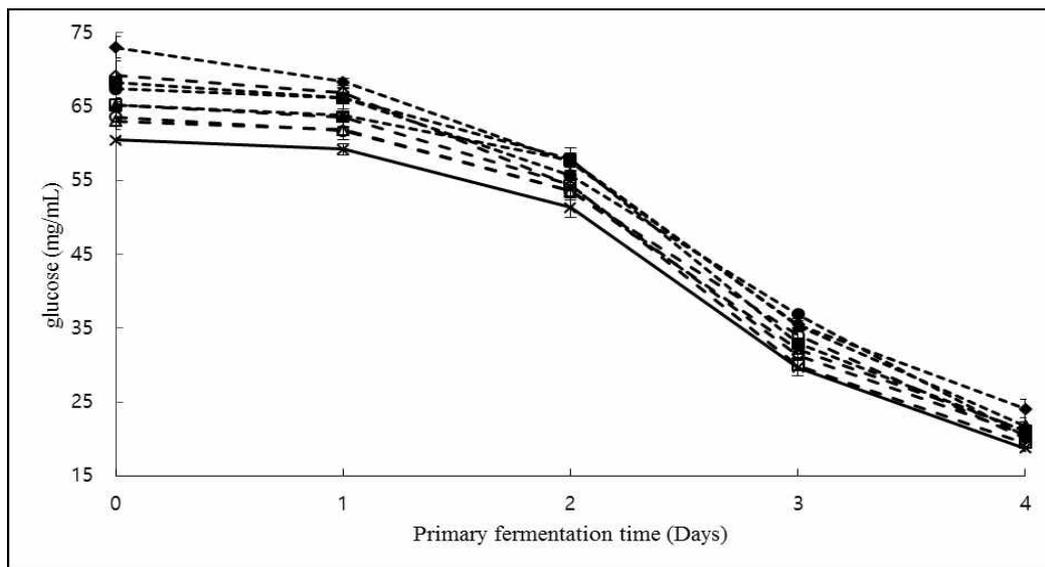


Fig. 31. Time course of glucose content of beer of Dahyang with adjuncts added during fermentation. (x: control, o: R 10, ●: R 20, △: W 10, ▲: W 20, ◇: C 10, ◆: C 20, □: P 10, ■: P 20)

Error bars represent standard deviation (n=3)

(라) 비중 측정

맥즙이 발효가 되면서 맥주가 되기 때문에 비중 측정은 발효 정도를 조절하는데 있어서 가장 많이 쓰이는 방법 중 하나이다. 비중의 변화는 Table 35에 나타나있다. 부원료 첨가군에 발효 가능한 당이 많이 존재하기 때문에 비중이 대조군에 비해 더 높은 것을 확인하였으나 유의차는 없었다( $p>0.05$ ). 발효가 진행되면서 비중은 감소하는 것을 확인하였다. 이러한 감소 변화는 효모가 당을 대사하여 에탄올을 생성함과 일치하는 결과임을 알 수 있다. Hough[13]에 따르면 에일 맥주의 경우 초기 비중은 1.040에서 시작하여 발효가 끝난 후 최종 비중은 1.010으로 떨어진다. 본 연구에서도 비중의 변화는 대조군 및 부원료 첨가군 모두 비슷한 양상을 보였다. 부원료 첨가군에서 비중의 감소폭이 대조군에 비해 더 큼을 확인하였다. 이것은 부원료 내 존재하는 발효 가능 당이 대조군에 비해 효모에 의해 소비되었음을 의미한다. 그러나 비중은 부원료 첨가량에 정비례하여 감소하지는 않았다. 이것은 발효의 정도가 단순히 부원료 내 전분 물질뿐만 아니라 보리의 다른 성분에서 의해서 영향을 받는다는 것을 의미한다.

Table 35. Changes in specific gravity of beer of Dahyang with adjuncts added during fermentation

|         | Specific gravity           |                            |                           |
|---------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
|         | Wort                       | At the end of the          | At the end of the         |
|         |                            | Primary fermentation       | Secondary fermentation    |
| Control | 1.038±0.002 <sup>c</sup>   | 1.013±0.001 <sup>a</sup>   | 1.011±0.001 <sup>a</sup>  |
| R10     | 1.041±0.001 <sup>bc</sup>  | 1.011±0.001 <sup>abc</sup> | 1.008±0.000 <sup>bc</sup> |
| R20     | 1.044±0.002 <sup>ab</sup>  | 1.011±0.001 <sup>ab</sup>  | 1.008±0.002 <sup>bc</sup> |
| W10     | 1.041±0.001 <sup>bc</sup>  | 1.009±0.001 <sup>c</sup>   | 1.007±0.001 <sup>c</sup>  |
| W20     | 1.041±0.002 <sup>abc</sup> | 1.009±0.001 <sup>ac</sup>  | 1.007±0.001 <sup>c</sup>  |
| C10     | 1.041±0.002 <sup>bc</sup>  | 1.010±0.000 <sup>bc</sup>  | 1.007±0.001 <sup>c</sup>  |
| C20     | 1.045±0.003 <sup>a</sup>   | 1.013±0.001 <sup>a</sup>   | 1.008±0.000 <sup>ab</sup> |
| P10     | 1.043±0.003 <sup>ab</sup>  | 1.011±0.001 <sup>ab</sup>  | 1.007±0.001 <sup>c</sup>  |
| P20     | 1.044±0.002 <sup>ab</sup>  | 1.013±0.001 <sup>a</sup>   | 1.006±0.002 <sup>c</sup>  |

1) All value is shown as mean ± S. D. (n=3)

2) Different letters (a, b, c) indicate significant mean difference ( $p<0.05$ ) according to Duncan's test between each samples.

(마) 색도

2차 발효 후 각 맥주 샘플의 색도는 Table 36에 나타나있다. 부원료 함량이 증가할수록 밝기를 나타내는 L 값이 증가하는 것을 볼 수 있다. 이것은 Maillard 반응에 관여하는 보리 내 질소 화합물의 양이 감소하였음과 관련이 있다. 이러한 이유로 감자 첨가군의 경우, 반대의 결과가 나타났다. 즉, FAN 함량이 높았던 감자 첨가군의 경우, L 값이 감소하였다. 또한 적색도를 나타내는 a 값 역시 다른 샘플들에 비해 FAN 함량이 높았던 감자 첨가군에서 높았다. 황색도를 나타내는 b 값의 경우 감자 첨가군을 제외한 부원료 첨가군에서 부원료 함량에 비례하여 그 값이 감소하였다.

Table 36. Colour of beer of Dahyang with adjuncts added

|         | L value                  | a value                | b value                 |
|---------|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| Control | 35.56±0.13 <sup>d</sup>  | 0.47±0.29 <sup>c</sup> | 17.79±0.22 <sup>c</sup> |
| R 10    | 36.72±0.14 <sup>bc</sup> | 0.54±0.26 <sup>c</sup> | 16.27±0.08 <sup>b</sup> |
| R 20    | 37.23±0.20 <sup>a</sup>  | 0.16±0.05 <sup>c</sup> | 15.56±0.23 <sup>b</sup> |
| W 10    | 36.70±0.18 <sup>bc</sup> | 0.45±0.07 <sup>c</sup> | 15.90±0.54 <sup>b</sup> |
| W 20    | 37.08±0.14 <sup>ab</sup> | 0.21±0.08 <sup>c</sup> | 13.89±0.55 <sup>a</sup> |
| C 10    | 36.46±0.12 <sup>c</sup>  | 0.43±0.14 <sup>c</sup> | 15.69±0.05 <sup>b</sup> |
| C 20    | 37.09±0.06 <sup>ab</sup> | 0.45±0.22 <sup>c</sup> | 13.89±1.37 <sup>a</sup> |
| P 10    | 33.85±0.33 <sup>c</sup>  | 1.77±0.64 <sup>b</sup> | 16.24±0.28 <sup>b</sup> |
| P 20    | 33.65±0.39 <sup>c</sup>  | 2.49±0.27 <sup>a</sup> | 16.53±0.28 <sup>b</sup> |

1) All value is shown as mean ± S. D. (n=3)

2) Different letters (a, b, c, d, e) indicate significant mean difference (p<0.05) according to Duncan's test between each samples.

(바) 알코올 함량, 쓴맛, 거품안정성, 탁도

2차 발효가 종료된 후 샘플들의 알코올 함량, 쓴맛, 거품안정성, 탁도는 Table 5.에 나타내었다.

대조군에 비해 부원료 첨가군의 알코올 함량이 높았으며 부원료 첨가량에 비례하여 더 많은 알코올이 생성되었다. Pickerell[121]에 따르면 에탄올 생성은 초기 FAN 함량과도 관계가 있다. 본 연구에서 비슷한 결과가 나왔다. 초기 FAN 함량이 가장 높았던 감자 20% 첨가군의 경우, 생성된 알코올 함량은 4.57±0.12%로 가장 높았고, 감자 10% 첨가군의 경우에도 알코올 함량은 쌀 20%, 밀 20% 첨가군보다 높게 나왔다.

맥주의 쓴 맛은 홉 내에 존재하는 iso- $\alpha$ -acid에서 기인하며 맥주 향에 있어서 중요한 향으로 간주된다. 상업용 맥주의 경우 쓴 맛을 나타내는 bitterness unit의 범위는 10에서 50사이에 속하며, 본 연구의 모든 샘플 역시 그 범위에 속하는 bitterness unit을 나타냈다. 모든 샘플에 동일한 양의 홉을 첨가하였기 때문에 샘플들 간 유의적 차이는 없었다.

맥주의 거품은 소비자가 맥주의 품질을 판단하는데 있어서 중요한 특성 중 하나이다. 맥주 제조 공정, 원재료인 맥아는 맥주의 거품에 잠재적인 영향을 미친다. 대조군의 경우, 거품안정성은 부원료 첨가군에서 낮게 나왔는데 이는 맥주 거품에 안정성을 부여하는 요소가 보리 내 존재하는 단백질이기 때문이다. 이러한 관점에서 대조군의 거품안정성이 가장 높게 나왔다. Evan에 따르면 FAN 함량은 거품안정성에 부정적인 영향을 미친다. 본 연구에서도 비슷한 결과가 나왔는데 감자 첨가군에서 거품안정성이 다소 낮게 나온 것을 확인하였다. 그러나 유의적 차이는 없었다( $p>0.05$ ). 밀 첨가군의 경우, 밀 단백질이 거품 안정성에 기여를 하는 것으로 보고된 만큼, 다른 부원료 첨가군에 비해 거품안정성이 상대적으로 높은 것을 확인하였다. 하지만 유의적 차이는 없었다( $p>0.05$ ).

탁도의 경우, 대조군과 부원료 첨가군 모두 탁도가 나온 것을 확인하였다. 맥주의 탁도에 영향을 주는 요인으로는 단백질, 폴리페놀, 탄수화물( $\alpha$ ,  $\beta$ -글루칸)과 같은 유기물이 있는데, 이는 맥주 발효에 의한 부산물로서, 모든 시료에서 맥주가 잘 발효되었음을 의미한다.

Table 37. Beer qualities of Dahyang with adjuncts added

|         | Alcohol (%)             | Bitterness              | Foam stability             | Turbidity |
|---------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------|
| Control | 3.83±0.06 <sup>c</sup>  | 16.03±0.18 <sup>a</sup> | 378.34±7.05 <sup>c</sup>   | Exist     |
| R 10    | 4.07±0.12 <sup>d</sup>  | 15.82±0.20 <sup>a</sup> | 346.57±9.31 <sup>ab</sup>  | Exist     |
| R 20    | 4.30±0.10 <sup>b</sup>  | 16.00±0.23 <sup>a</sup> | 344.47±16.07 <sup>ab</sup> | Exist     |
| W 10    | 4.03±0.06 <sup>d</sup>  | 16.92±0.58 <sup>a</sup> | 356.71±8.59 <sup>b</sup>   | Exist     |
| W 20    | 4.27±0.06 <sup>bc</sup> | 15.67±0.58 <sup>a</sup> | 355.74±1.97 <sup>b</sup>   | Exist     |
| C 10    | 4.13±0.06 <sup>cd</sup> | 16.08±0.85 <sup>a</sup> | 336.12±7.56 <sup>ab</sup>  | Exist     |
| C 20    | 4.53±0.06 <sup>a</sup>  | 15.67±0.78 <sup>a</sup> | 341.04±5.22 <sup>ab</sup>  | Exist     |
| P 10    | 4.33±0.12 <sup>b</sup>  | 16.52±0.84 <sup>a</sup> | 336.12±7.56 <sup>a</sup>   | Exist     |
| P 20    | 4.57±0.12 <sup>a</sup>  | 16.63±1.19 <sup>a</sup> | 330.87±7.79 <sup>a</sup>   | Exist     |

1) All value is shown as mean ± S. D. (n=3)

2) Different letters (a, b, c, d, e) indicate significant mean difference ( $p<0.05$ ) according to Duncan's test between each samples.

효모 생육수, 환원당, FAN, 비중 등 발효 특성을 측정된 결과, 부원료 첨가군의 경우 대조군에 비해 거품안정성은 다소 떨어졌으나, 초기 환원당 함량의 증가로 인하여 알코올 생성능이 우수함을 확인하였다. 또한 색도 측면에서도 대조군에 비해 옅은 색의 맥주 색을 지니게 되었다. FAN 함량이 높았던 감자 첨가군의 경우, 알코올 생성능이 타 부원료군과 비교하여 가장 우수하였고 짙은 색의 맥주 색도를 나타냈다. 결론적으로, 부원료의 사용으로 6 조맥의 상대적으로 높은 단백질 함량을 상쇄시키는 효과를 보았고 이로 인해서 맥주 발효의 특성 역시 변화한 것을 확인하였다.

(사) 관능적 성질

관능검사의 결과는 table 38에 나타나있다. 결과적으로 부원료 첨가가 관능적 특성에 변화를 주었다. O2는 쌀 10%, 감자 10, 20% 첨가를 제외한 다른 부원료 첨가가 대조군에 비해 강해졌다. 이는 부원료 첨가 양에 따라 최종 맥주에 독특한 맛을 부여하는 것을 의미한다. T1은 20% 첨가한 실험군이 그 값이 가장 높았다. T2는 감자 첨가를 제외한 모든 실험군에서 대조구보다 높은 값을 보였다. T3는 쌀과 밀, 옥수수를 첨가했을 때 낮은 값을 나타냈다. M1은 감자를 제외한 실험군에서 높은 값을 보였다. 모든 실험군에서 M3는 높은 값을 나타내었고, Af1은 낮은 값을 보였으나 유의적 차이는 없었다.

Table 38. Sensory properties of beer with adjuncts added

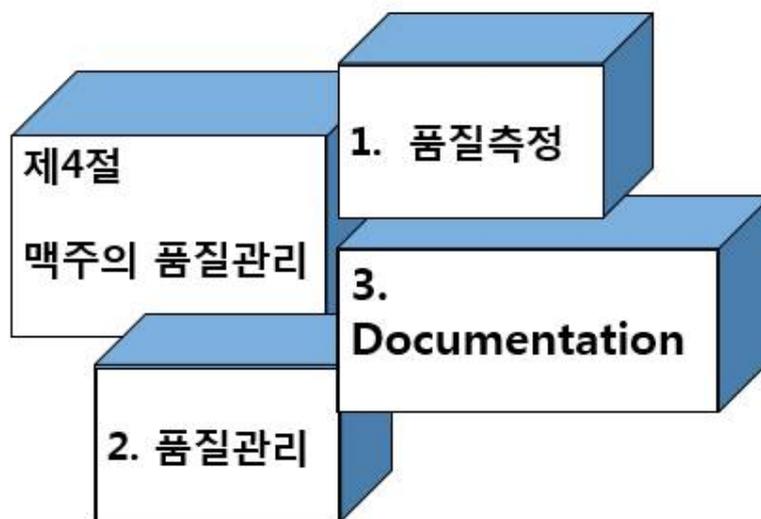
|            | Control                | R10                     | R20                     | W10                    | W20                      | C10                     | C20                    | P10                     | P20                     |
|------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| O1         | 5.10±1.20 <sup>a</sup> | 5.30±0.95 <sup>a</sup>  | 5.90±1.10 <sup>a</sup>  | 5.10±0.82 <sup>a</sup> | 5.90±0.79 <sup>a</sup>   | 5.40±0.97 <sup>a</sup>  | 5.50±1.18 <sup>a</sup> | 5.10±0.99 <sup>a</sup>  | 5.40±1.07 <sup>a</sup>  |
| O2         | 5.10±0.74 <sup>b</sup> | 5.80±0.79 <sup>ab</sup> | 6.30±0.48 <sup>a</sup>  | 6.10±0.88 <sup>a</sup> | 6.50±0.42 <sup>a</sup>   | 6.00±0.67 <sup>a</sup>  | 6.10±0.88 <sup>a</sup> | 5.70±0.95 <sup>ab</sup> | 5.80±0.92 <sup>ab</sup> |
| T1         | 3.90±1.29 <sup>b</sup> | 4.70±1.06 <sup>ab</sup> | 5.30±1.16 <sup>a</sup>  | 5.10±0.99 <sup>a</sup> | 5.40±1.26 <sup>a</sup>   | 4.80±0.79 <sup>ab</sup> | 5.60±1.17 <sup>a</sup> | 4.70±0.82 <sup>ab</sup> | 4.70±1.42 <sup>ab</sup> |
| T2         | 4.40±0.70 <sup>d</sup> | 5.40±0.70 <sup>bc</sup> | 6.30±0.67 <sup>a</sup>  | 5.10±0.88 <sup>c</sup> | 5.60±0.84 <sup>abc</sup> | 6.10±0.74 <sup>ab</sup> | 6.20±0.79 <sup>a</sup> | 3.90±0.88 <sup>d</sup>  | 3.91±0.74 <sup>d</sup>  |
| T3         | 5.60±0.84 <sup>a</sup> | 4.40±1.07 <sup>b</sup>  | 4.50±0.97 <sup>b</sup>  | 4.40±0.84 <sup>b</sup> | 4.20±0.79 <sup>b</sup>   | 4.50±0.97 <sup>b</sup>  | 4.30±1.06 <sup>b</sup> | 6.00±0.67 <sup>a</sup>  | 6.10±0.74 <sup>a</sup>  |
| M1         | 4.20±0.63 <sup>b</sup> | 4.90±0.74 <sup>a</sup>  | 5.30±0.67 <sup>a</sup>  | 5.00±0.94 <sup>a</sup> | 5.20±0.63 <sup>a</sup>   | 5.00±0.94 <sup>a</sup>  | 5.10±0.57 <sup>a</sup> | 3.90±0.74 <sup>b</sup>  | 4.10±0.74 <sup>b</sup>  |
| M2         | 4.40±1.07 <sup>a</sup> | 4.50±1.18 <sup>a</sup>  | 4.10±1.20 <sup>a</sup>  | 4.20±1.03 <sup>a</sup> | 4.00±1.41 <sup>a</sup>   | 4.10±1.20 <sup>a</sup>  | 4.10±0.88 <sup>a</sup> | 4.60±0.97 <sup>a</sup>  | 4.30±1.16 <sup>a</sup>  |
| Af1        | 5.30±1.34 <sup>a</sup> | 4.70±0.82 <sup>a</sup>  | 4.30±1.16 <sup>a</sup>  | 5.10±0.99 <sup>a</sup> | 4.50±0.85 <sup>a</sup>   | 4.70±0.95 <sup>a</sup>  | 4.40±1.07 <sup>a</sup> | 4.50±0.97 <sup>a</sup>  | 4.70±1.16 <sup>a</sup>  |
| M3         | 4.20±1.48 <sup>a</sup> | 4.90±1.29 <sup>a</sup>  | 5.20±1.23 <sup>a</sup>  | 5.10±0.99 <sup>a</sup> | 5.30±1.06 <sup>a</sup>   | 4.90±1.37 <sup>a</sup>  | 4.80±1.14 <sup>a</sup> | 4.70±1.42 <sup>a</sup>  | 4.80±0.79 <sup>a</sup>  |
| Preference | 4.02±0.57 <sup>d</sup> | 5.45±0.50 <sup>a</sup>  | 5.12±0.36 <sup>ab</sup> | 4.26±0.48 <sup>c</sup> | 4.08±0.30 <sup>c</sup>   | 4.94±0.44 <sup>b</sup>  | 4.65±0.50 <sup>b</sup> | 4.35±0.48 <sup>c</sup>  | 4.15±0.29 <sup>c</sup>  |

1) All value is shown as mean ± S. D. (n=3)

2) Different letters (a, b, c, d) indicate significant mean difference (p≤0.05) according to Duncan's test between each samples

## 제4절 맥주의 품질관리

- 맥주의 품질관리(quality control, QC)는 specification과 consistency의 관점에서 관리한다. 즉 품질이 특정 수준을 만족하며 항상 일정하게 유지되도록 관리함을 의미한다. 이를 위해서는 아래 표와 같이 각 품질의 측정법이 확립되어야 하고 측정 결과에 따른 관리가 이루어진다. 관리 대상의 맥주의 품질을 관능적 성질, pH, 색도, 총산도, 환원당, 거품안정성으로 선정하여 각 분석법을 정립하였다. 관리는 먼저 맥주제조 설비 및 기구, wort, 그리고 최종 발효에 더해지는 효모를 대상으로 하였다. 제조 도구가 청결해야하며 맥주 발효전 물질인 wort의 품질이 관리되어야 하며, 발효에 더해지는 효모가 관리가 되면 항상 품질이 좋은 맥주가 제조될 수 있게 된다.



### 1. 품질측정

가. 관능적 품질 검사 <부록첨부>

(1) 품질관리기술 개발의 한 항목으로 맥주의 관능검사법을 개선하였다.

ASBC를 참고하여 품질인자 6개에 해당하는 total CO<sub>2</sub>, bitterness, duration aftertaste, alcoholic, foam volume, density에 대해 각각의 contribution weight를 물어본 후, 각 맥주의 sample에 대해 관능검사를 진행하였다. 맥주 sample은 50mL 씩 일정한 높이에서 따라 거품을

최소화 한 뒤 제공하였다. 맥주의 contribution weight는 5점 척도로 (very slight=1, slight=2, moderate=3, important=4, very important=5) 각 품질 요인의 기호도는 9점 척도(dislike extremely=1, dislike very much=2, dislike moderately=3, dislike slight=4, neither like nor dislike=5, like slightly=6, like moderately=7, like very much=8, like extremely=9)로 답하도록 하였다. 이를 이용하여 퍼지추론을 적용하였는데 퍼지추론의 단계는 아래와 같다.

관련된 속성들의 fuzzy set을 결정 (식 1), fuzzy set들 사이의 관계를 설립 (식 2), input fuzzy set과 fuzzy set의 관계를 합성 (식 3), output fuzzy set의 defuzzification (식 4)이다.

$$P(X) = (x, u_x(x)) \mid x \in X, u_x(x) \in [0,1] \quad (1)$$

여기서 P(X)는 퍼지 set, x는 집합요소, u<sub>X</sub>(x)는 x의 membership degree이다.

$$R(X, Y) = (x, y, u_R(x, y)) \mid x \in X, y \in Y, U_R(x, y) \in [0,1] \quad (2)$$

여기서 R(X, Y)는 relation fuzzy sets, u<sub>R</sub>(x, y)은 x와 y의 관계 membership degree이다.

$$u'_y(y) = \max[\min[u'_x(x), u_R(x, y)]], x \in X, y \in Y \quad (3)$$

여기서 u<sub>x</sub>'(x)는 P'(X)에 대한 P'(Y)를 R(X, Y)로부터 추론할 때 input fuzzy set (P'(X))의 집합요소의 membership degree, u<sub>Y</sub>'(y)는 output fuzzy set (P'(Y))의 집합요소의 membership degree이다. max, mix의 연산은 Mamdani의 방법에 의거하였다.

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n y_i u'_y(y_i)}{\sum_{i=1}^n u'_y(y_i)} \quad (4)$$

여기서 C는 P'(Y)를 defuzzification한 deterministic value, n은 집합요소 총 개수이다. Defuzzification은 center of gravity method에 의거하였다. 아래의 표는 퍼지추론을 위해 작성된 설문지이다.

Table 39. Sensory evaluation form

1. 본인이 선호하는 맥주 스타일을 선택하십시오.

|       |     |
|-------|-----|
| Lager | Ale |
|       |     |

2. 귀하가 2번을 답할 때, 맥주의 어떤 특성이 중요하다고 생각했기에 선택했나요?

| Sensory attributes    | Very important           | Important                | Moderate                 | Slight                   | Very slight              |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Oily mouth coat       | <input type="checkbox"/> |
| Gritty mouth coat     | <input type="checkbox"/> |
| Density               | <input type="checkbox"/> |
| Stickiness            | <input type="checkbox"/> |
| Alcoholic             | <input type="checkbox"/> |
| Bitterness            | <input type="checkbox"/> |
| Astringency           | <input type="checkbox"/> |
| Duration aftertaste   | <input type="checkbox"/> |
| Foam volume           | <input type="checkbox"/> |
| Bubble size           | <input type="checkbox"/> |
| Viscosity             | <input type="checkbox"/> |
| Total CO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> |

3. 주어진 맥주 시료의 선호도를 9점 척도로 선택하십시오

| Sensory attributes    | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Total CO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> |
| Density               | <input type="checkbox"/> |
| Alcoholic             | <input type="checkbox"/> |
| Bitterness            | <input type="checkbox"/> |
| Duration aftertaste   | <input type="checkbox"/> |
| Foam volume           | <input type="checkbox"/> |

## 나. 이화학적 품질 검사

### (1) FAN 함량 측정

Free amino nitrogen(FAN) 함량 변화 측정은 AOAC에 제시된 방법을 기준으로 하였다 (Horwitz and Latimer, 2011). 맥주 발효 일수마다 2 mL를 취하여 1mL ninhydrin를 첨가한 뒤 항온수조에서 16분 동안 100℃로 가열하였다. 그 후 20±1℃에서 20분간 식힌 후 5 mL의 dilution solution을 넣었다. 증류수와 대조하여 570nm에서 30분 이내에 흡광도를 측정하였다. 3반복하여 흡광도(A)의 평균에서 평균 blank 흡광도를 뺀 값을 계산하여 FAN의 함량으로 산출하였다.

$$\text{FAN (mg/L)} = \text{net A of test solution} \times 2 \times \text{dilution} / \text{net A of standard solution}$$

### (2) 환원당 함량 측정

환원당의 양은 DNS법을 기준으로 하여 측정하였다. DNS시약은 10g 3,5-dinitrosalicylic acid, 2g phenol과 200g rochelle salt를 1000mL의 sodium hydroxide(10g/L)와 Sodium carbonate(0.5g/L)에 용해시켜 준비하였다. 환원당을 함유하고 있는 시료는 희석하여 사용했으며, 희석된 시료 1mL과 DNS시약 3mL을 끓는 물에서 5분간 반응시킨 후 상온에서 5분간 식혀 spectrophotometer(UVmini-1240, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 550nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도 값은 standard curve를 이용하여 환원당량으로 산출하였다.

### (3) 알코올 함량 측정

알코올 함량은 알코올 증류장치를 이용하여 측정하였다. 알코올을 증류시킨 후 주정계(211-DK-12, Daekwang, Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였으며, 이를 주정분 온도 환산표를 통해 알코올 함량을 환산하였다.

### (4) 거품안정성 측정

맥주의 거품 안정성에 대한 측정의 경우 ASBC에 제시된 방법을 이용하였다. 하부에 cock이 있는 유리 칼럼 높이 직경을 사용하여 시료 50 mL를 붓고 30초 후에 거품이 외의 하층액을 제거하였다. 그 후 230초간 거품이 꺼지는 시간으로 꺼진 거품의 양(b)과 남은 거품 양(c)을 측정하여 거품안정성(sigma)을 측정하였다. 거품안정성을 산출하는 식은 아래와 같다 .

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

(5) IBU(international bittering unit) scale 측정

맥주의 쓴맛에 대한 측정의 경우 ASBC에 제시된 방법을 기준으로 하였다. 거품의 손실이 없도록 가스를 제거한 맥주를 20℃로 조절하고 원심분관에 10 mL를 취한 후 0.5mL의 6N 염산과 20mL의 iso-octane를 가하여 밀봉한 후 진탕하였다(250 rpm, 15min). 그 후 원심분리 (1,036 x g, 3min) 한 후 iso-octane 층을 취해 275 nm에서 흡광도(A)를 측정하였다.

$$\text{IBU scale} = 50 \times A$$

(6) 색도 측정

색도계(CR-300, Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan)을 이용하여 2차 발효 후 제조된 맥주의 색도를 L(Lightness), a(redness), b(yellowness) 값으로 측정

## 2. 품질 관리

### 가. Equipment

(1) 맥주를 만드는 시스템에서 잠재적으로 문제를 일으킬 가능성은 크다. 맥주를 만드는 장치 중 막혀있는 부분이나 사람이 쉽게 볼 수 없는 곳에서는 기기 청소 시 세정제가 닿지 않아 발생한다. 또한 맥주 공정 기기에서 주로 열교환기, 오래 사용하여 갈라진 호스, 열화된 gasket에서도 종종 발생한다. 이런 부분은 노후 된 장비에서 틈이 발생하게 되면서 그 틈에서 미생물이 자라면서 맥주의 품질에 영향을 미친다.

(2) 위의 요인들은 맥주 품질관리의 약점이 되어 문제를 야기할 수 있다. 이런 문제들이 발생하는 것을 미연에 방지하기 위해서는 맥주 제조 공정 장치에 있는 유기물질을 깨끗하게 제거하는 것이 중요하다. 장치는 주로 소독하여 사용되는데 소독의 정도는 장치의 표면, 온도에 영향을 받는다.

(3) 먼저, 부드러운 표면의 경우 불활성 효모나 wort의 잔여물에 의해 문제를 일으킬 수 있지만 비교적 쉽게 제거가 가능하다. 하지만 거친 표면의 경우 제거가 쉽지 않고 또한 화학용품에

도 미생물이 살아남을 수 있기 때문에 제균하는 것은 어려운 일이다. 이는 장치 표면에 따라 제균의 정도가 차이난다는 것을 의미한다.

(4) 그리고 장치를 살균하기 위해 무작정 뜨거운 물을 사용하는 것도 thermophilies는 높은 온도에도 살아남을 수 있기 때문에 살균이 가능한 sanitizer를 사용하는 것이 더 선호된다. 미생물을 살균하기 위해 사용하는 sanitizer의 경우 사용하는 sanitizer의 농도, 온도나 순환하는 시간이 적절한지 확인하기 위해서는 공급업자와 지속적인 협력이 필요로 한다.

(5) 따라서 맥주의 품질을 유지하기 위해서는 주기적으로 장치 검사를(예, 열 교환기의 경우 최소 6개월에 한번은 고장, 파손 검사를 실시해야 함)하고, 청결상태를 유지해야 한다.

#### 나. Wort

(1) 장비가 깨끗한 상태이고 잘 유지되고 있다면 비교적 쉽게 안정하고 일정한 품질의 wort를 만들 수 있다. 하지만 품질의 변화가 발생한다면 wort의 오염을 확인해야 한다.

(2) 그러기 위해 맥주 제조 시 wort의 ‘안정성(stability)’과 ‘발효력’ 2가지를 주기적으로 체크하는 것이 중요하다. 두 가지를 체크하는 실험은 비교적 간편하여 특별히 실험실 없이도 가능하다. 먼저 안전성 시험은 열 교환기를 통과한 wort를 무균 적으로 취하여 멸균된 시료 통에 담은 후 따듯한 곳에서 3일 간 배양을 한다. 3일이 지난 후 시료가 깨끗하거나 이산화탄소가 발생하지 않았다면 wort는 안정한 것이다. 하지만 3일 후 wort의 색이 흐려지거나 이산화탄소가 발생하고 표면에 필름이 생기거나 이취를 느꼈다면 이는 wort에 문제가 있다는 것을 시사한다.

(3) 두 번째로 wort의 발효력을 시험해야 한다. 열 교환기를 통과한 wort를 무균 적으로 취하고 멸균된 시료 통에 담은 후 효모를 접종 한다 (이때 액상 효모보다는 건조된 효모에서 효과를 극대화 시킬 수 있다). 그 후 주기적으로 용기를 흔들며 주면서 비중을 확인하고 36~48 시간 후에 최종 비중을 확인하면 발효 종료 점에 대한 지침을 얻을 수 있다. 만약 맥주 제조 중 주 발효가 wort의 발효력 시험의 수준에 미치지 못한다면 맥주 제조 시 pitching rate(주입되는 효모의 양)나 온도, 산소 공급과 같은 발효 과정에서 문제가 발생했다는 것을 알 수 있다. 또한 주 발효가 wort 발효력 시험의 수준보다 너무 높거나 너무 낮다면 이는 당화온도나 당화 시간, 파쇄, 성분에 문제가 있음을 지시한다.

(4) 따라서 wort를 품질 관리하기 위해서는 시험 데이터를 지속적으로 기록하여 일관되지 않은 wort가 발생될 경우 그 원인을 추적할 수 있다. 원래의 비중이나 pH, 끓임 시간이나 증발된 %, hop을 넣어준 양과 시간, 응집제의 양 등의 데이터들을 기록하고 모니터링하는 것이 아주 중요하다. 즉, 이런 데이터들을 잘 기록한다면 문제가 발생했을 때 더 쉽게 대처할 수 있다.

(5) 두 번째로는 wort를 만들 때 사용하는 원재료를 계속적으로 파악하고 기록하는 것 역시 중요하다. 맥주의 맛이나 효모의 효율이 변하는 것은 특히 곡물 같은 원재료에 의한 것이 대부분이다. 예로 기존의 방식대로가 아닌 새로운 방식으로 수송되어 도착한다면 wort의 영양소나 발효성당이 다르게 될 뿐만 아니라 수용성, 불용성 단백질의 양도 다르게 된다.

(6) 세 번째로는 wort를 강하게 끓여줘야 wort안에 있는 단백질을 침전시키고 감염을 일으킬 수 있는 미생물들을 사멸시킬 수 있다. Wort를 1시간 정도 끓여서 8-10%로 증발되었을 때를 끓임 조건으로 한다. 적당히 단백질을 제거하면 맥주의 안정하고 일관된 품질을 얻을 수 있다. 추가적으로 응집제나 whirlpool을 사용하여 단백질을 제거할 수 있다.

#### 다. Yeast

(1) 맥주 제조 시 장비가 청결하게 유지되고 wort도 문제가 없다면 아마 일정한 품질의 맥주를 얻을 수 있을 것이다. 하지만 마지막으로 고려해야할 요인은 효모의 효율이다. 효모의 효율은 여러 요인들에 영향을 받는다. 즉 맥주를 모든 단계가 효모가 wort을 맥주로 만드는데 영향을 준다.

(2) Wort는 먼저 aeration된 후 효모를 pitch한다. 효모는 산소를 호흡하며 발효에 필요한 만큼 증식을 하게 되는데 만약 필요 이상의 산소가 있을 경우에는 혐기적 조건에서의 알콜 발효가 일어나면서 동시에 증식 또는 타 부산물인 diacetyl과 같은 물질 또한 생성되어 바람직하지 못하다. 또한 여분의 산소는 wort와 산화작용을 일으켜 품질 저하의 원인이 될 수 있다. 따라서 적절한 양의 aeration이 필요하다.

(3) 효모 증식에 대한 품질관리의 지표는 발효 중 slurry의 맛, 향, 외관이 될 수 있다. 발효 과정에서 발효 과정이 길어지고, 미생물의 유도기가 길어지고, attenuation(효모가 사용할 수 있는 발효성 당)의 수준이 변하거나, 또는 flocculation(효모가 발효 중 발효기 하부에 침강하는

현상)의 상태가 변할 경우에는 배양액을 교체해야 한다. 모니터링을 통하여 기록된 데이터로부터 품질 관리를 할 수 있다. 즉 언제 배양액을 교체해야 하는지를 알기 위한 예를 보면, 만약 모니터링으로부터 배양액의 효모 농도가 10지수 승에서 품질관리의 지표의 수준이 이탈되기 시작한다면 효모 농도가 9지수 승일 때의 조건을 교체 시기로 정해야 한다.

(4) 만약 실험실이 제공된다면 효모를 분석하여, 즉 viability staining, cell counting, purity나 균일성을 위한 plating을 통하여 효과적으로 발효 과정을 품질 관리할 수 있다.

### 3. Documentation

#### 가. Documentation and tracking

(1) 맥주 제조 시 관련 데이터들을 문서화하여 보관하는 것은 매우 중요하다. 예를 들어 효모에 대한 정보는 문서나 컴퓨터 파일로 저장할 수 있다. 효모에 관련된 모든 정보를 모니터링하기 위해 현미경이나 품질관리 프로그램이 없는 맥주 제조업자들은 이 문서를 기록하고 추적하는 것이 매우 필요하다.

#### 나. Yeast information

(1) 효모에 대한 정보들은 아래를 포함하고 있다.

- Strain ID and Generation
- Cropped from fermenter X
- Beer style, volume, date
- Temperature of fermenter at harvest
- Age of yeast at pitching
- Pitching quantity by weight or volume
- Pitching rate in cells/ ml
- Cell count on hemocytometer
- Viability by methylene blue or Gen prime Easy Count method.
- Trub removal and yeast dumps

- Sensory qualities of yeast (taste, smell)
- Lab results on yeast samples

다. Fermentation information

(1) 최적의 발효력 기록은 효모의 효율을 평가하는데 가치있는 자료가 된다. 각 batch의 specs 는 아래와 같다.

- Wort cooling/ Run in time
- Sterile wort sample
- Wort aeration
- Fermenter volume
- Yeast pitching details
- Gravity and temperature daily
- Time to half gravity or set target (i.e. 5° P)
- Final gravity
- Cooling time and date
- Trub and yeast removal
- Forced ferment sample

라. 효모 작용 변수

(1) 효모를 얻거나 다시 pitch하는 것은 균주나 맥주 제조업체에 따라 다양하다. 효모에 작용하는 변수는 많은 것들에 의존하여 변한다. 그 변수들은 아래와 같다.

- Yeast strain
- Generation
- Yeast performance
- Age of yeast
- Storage conditions
- Yeast washing
- Sanitation- bacteria levels
- Mutation
- Stress: alcohol, CO<sub>2</sub>,pH,osmoticpressure,temperatureandtrub
- Yeast handling Harvesting technique
- Yeast growth during last ferment
- Flocculation

# 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

## 제1절 목표달성도

| 구분<br>(연도)         | 세부과제명                              | 세부연구내용  | 달성도<br>(%) | 연구개발 수행내용   |
|--------------------|------------------------------------|---|------------|---|
| 1차<br>년도<br>(2012) | 1. 품종 선정 및<br>맥주제조 표준조건 확립<br>(협동) | (1) 문헌조사 및 전문<br>기관의 협조를 통해<br>국산맥주보리 1종과<br>국산일반보리 4종을<br>선정   | 100%       | a. 국립식량과학원 벼맥류부의<br>협조를 받아 국산맥주보리 맥<br>주보리(2조맥)의 총 1종과 국<br>산일반보리 중 쌀보리인 자수<br>정보리, 삼광찰보리와 겉보리<br>인 다향보리, 흰찰쌀보리의 총<br>4종 선정                         |
|                    |                                    | (2) 선정된 품종의 시<br>료확보와 차년도 연구<br>를 위해 계약재배 시<br>도  | 100%       | a. 전라북도 고창군 부안면 용<br>산마을에 광안, 다향, 호품, 광<br>맥, 맥향 총 5종의 보리를 춘<br>파로 계약재배<br>b. 충분한 물량 확보를 위해<br>가을에 추파로 계속 계약재배<br>예정                                |
|                    |                                    | (3) 맥아 제조와 당화<br>및 발효는 전통적 방<br>법 참고  | 100%       | a. 문헌을 통해 맥아 제조와<br>당화 및 발효의 전통적인 방법<br>에 대한 자료수집   |
|                    | 2. 보리 품종별 제맥 적성<br>분석 (협동)         | (1) 맥아 제조용 보리<br>의 선발은 전북 익산<br>시 국립식량과학원 벼<br>맥류부의 협조를 받아<br>맥주보리는 1종(호품)<br>과 일반보리 4종(자수<br>정, 다품, 황금찰, 삼광<br>찰) 선발             | 100%       | a. 국립식량과학원 벼맥류부의<br>협조를 받아 국산맥주보리 맥<br>주보리(2조맥)의 총 1종과 국<br>산일반보리 중 쌀보리인 자수<br>정보리, 삼광찰보리와 겉보리<br>인 다향보리, 흰찰쌀보리의 총<br>4종 선정하여 보리사용                  |
|                    |                                    | (2) 침맥은 맥주보리의<br>품질특성에 관련된 중<br>요인자인 천립중(보리<br>알 무게), L중(보리알<br>크기), 침맥시간(수분<br>함량 45% 도달시간)<br>을 측정 후 침맥하<br>여 발아력과 단백질<br>함량 측정 | 100%       | a. 침맥을 위한 맥주보리의 품<br>질특성 중 천립중(보리알 무<br>게), 침맥시간(수분함량 45%<br>도달시간) 측정하고 단백질과<br>수분 함량 및 발아세와 발아율<br>로 발아력 측정  |
|                    |                                    | (3) 제맥을 위해 침맥<br>한 보리를 발아상에서<br>발아(습도 100%, 온도<br>16℃). 맥아제조후 품<br>질인자로 제맥손실(제<br>맥 후 맥아 건물중의<br>비율), 단백질함량, 추<br>출물 함량, 당화력을     | 100%       | a. 제맥을 위해 침맥한 보리를<br>발아상에서 발아시킨 후 제맥<br>적성 확인을 위한 맥아수율,<br>신장도, 맥아뿌리 미발아율 등<br>제맥손실 측정<br>b. 맥아의 품질 평가를 위해<br>맥아 단백질 함량, 맥즙 여과<br>시간, 맥즙 색도와 당도, 추출 |

|                          |  |  |      |   |
|--------------------------|--|--|------|---|
|                          |  | 측정   |      | 율 및 효소역가와 friability 측정   |
|                          |  | (4) Kiln 건조기를 이용하여 제맥된 맥아를 건조하여 생성된 효소를 보존하고 부분적으로 malt의 색과 향에 기여하도록 함 | 100% | a. Kiln 건조기를 이용하여 제맥된 맥아를 건조하고 수분, 단백질량 측정  |
| 3. 품종별 맥즙 적성 분석<br>(2세부) |  | (1) 품종별 맥즙 품질 평가를 위해 추출율, 당화시간, pH, 색도, 점도, 당도, 질소함량 등을 측정             | 100% | a. 품종별 맥즙 품질평가를 위하여 선별된 보리맥아를 전통적인 방법으로 맥즙추출<br>b. 추출된 맥즙을 이용하여 건조추출율, pH, Brix, 환원당, Free Amino Nitrogen, Total soluble nitrogen, Viscosity의 7가지 항목 측정 |
|                          |  | (2) 품종별 맥즙의 여과성능분석   | 100% | a. 같은 조건에서 Filter paper와 갈매기를 사용하여 여과 시간 측정을 통해 여과성능 확인   |
|                          |  | (3) 단백질의 분해 정도 및 고분자 분해산물에 의한 거품형성능 분석                                 | 100% | a. 맥즙의 Free Amino Nitrogen, Total soluble nitrogen 측정을 통해 단백질 함량 파악<br>b. 거품형성능은 발효 이후에 측정 진행   |
| 4. 품종별 발효 적성 분석<br>(1세부) |  | (1) 품종별 효모의 생육, 알코올농도, 비중, 쓴맛, 및 거품안정성, 탁도 등 발효적성의 분석                  | 100% | a. 선정된 보리 품종별 맥즙을 이용하여 발효진행<br>b. 발효된 최종 제품의 효모의 생육, 비중, 알코올농도, 쓴맛, 탁도, 거품안정성 분석 확인   |
|                          |  | (2) 프리미엄맥주 제조에 가장 적합한 6조맥 품종 선정  | 100% | a. 관능검사 시행<br>b. 통계분석을 이용하여 관능분석과 물리화학적 분석을 통틀어 가장 적합한 6조맥 품종 선정 완료   |

|                    |                          |   |      |   |
|--------------------|--------------------------|---|------|---|
| 2차<br>년도<br>(2013) | 1. 맥아제조의 신기술 적용<br>(협동)  | (1) 제맥 특성이 우수한 국산일반보리1종을 선발   | 100% | a. 1차 년도에서 제맥 특성이 가장 우수한 국산 일반보리 1종을 선별하기 위한 적성분석의 평가 수행을 위한 통계분석 이용  |
|                    |                          | (2) 침맥, 제맥, 건조 과정을 통한 맥아 제조   | 100% | a. 전통적인 방법의 맥아제조를 위한 1차년도의 침맥, 제맥, 건조 과정을 시행하여 맥아제조를 하여 비교가 가능하도록 연구  |
|                    |                          | (3) 제맥과정의 신기술 적용을 위한 초음파와 microwave 방법 도입                               | 100% | a. 제맥과정 중 발아력을 높이기 위해 신기술로 사용되고 있는 초음파<br>b.microwave 방법을 적용적용하여 제맥 특성인 친립중, 침맥시간, 발아력, 단백질 함량, 제맥손실, 추출물 함량, 당화력 등을 측정             |
|                    | 2. 맥즙제조의 신기술 적용<br>(2세부) | (1) 초음파를 이용한 당화 기술 개발   | 100% | a.초음파의 강도, 물의 온도, 조사시간 등을 조절하여 최적 조건 확립을 위한 실험 진행<br>b.최적조건 확립을 위해 추출률, Brix, 환원당, Free Amino nitrogen 등의 요소 분석                     |
|                    |                          | (2) 효소를 이용한 당화 기술 개발  | 100% | a. liquefaction enzyme, mashing enzymes 등을 사용하여 당화촉진을 확인할 수 있는 실험 및 분석수행  |
|                    |                          | (3) 초음파와 효소를 동시에 사용하는 당화 기술 개발  | 100% | a. 초음파와 효소를 동시에 사용하는 기술의 최적화를 위한 다양한 실험방법 구상 및 수행   |
|                    | 3. 발효공정의 신기술 적용<br>(1세부) | (1) 초음파를 이용한 발효 기술 개발   | 100% | a. 다량보리의 맥즙을 이용한 발효진행.<br>b. 초음파를 이용한 기술의 최적화를 위한 조건별로 적용하여 실험 진행<br>b. 효모의 생육, 알코올농도, 비중, 쓴맛, 및 거품안정성, 탁도 등 발효적성의 분석               |
|                    |                          | (2)a-acetolactate-decarboxylase 효소를 이용하여 diacetyl의 생성을 감소시켜 후 발효 기간을 단축 | 100% | a. 다량보리의 맥즙을 이용한 발효진행.<br>b.a-acetolactate-decarboxylase 효소를 농도별로 처리하여 실험 진행<br>c. 효소를 이용한 diacetyl 함량 감소 및 발효기간 단축을 위한 최적 발효 조건 확립 |
|                    |                          | (3) 발효액의 품질평가 - 정량적 묘사분석에 의한 맥주의 관능검사 수행                                | 100% | a. 정량적 묘사분석에 의한 맥주 관능검사 실시, 랜덤화 블록법(randomized block)을 이용하여 관능검사 수행<br>b. 관능적 속성의 평점 데이터는 분산분석, Duncan의 다                           |

|                    |                            |  | 중비교(multiple comparison)를 적용하여 통계 처리 |  |
|--------------------|----------------------------|--|--------------------------------------|--|
| 3차<br>년도<br>(2014) | 1. Kiln<br>건조공정 개발<br>(협동) | (1) 국산 일반보리로부터 신기술을 적용한 맥아의 생산                   | 100%                                 | a. 2차년도에 선별된 국산 일반보리를 이용하여 침맥과 제맥과정으로 맥아 제조<br>b. 침맥과정 중에 2차년도에서 효소역가 향상에 가장 우수한 조건의 초음파 적용 신기술 사용   |
|                    |                            | (2) 맥아 품질 향상을 위한 Kiln 건조공정 개발                    | 100%                                 | a. 제맥 후 Kiln공정 중에 수분함량을 5%로 낮추어 더 이상 발아가 진행되지 않도록 안정성을 높임<br>b. Kiln 건조의 공정변수를 변화시켜 malt의 색과 향이 가장 좋은 최적 Kiln 건조공정 개발  |
|                    | 2. 맥즙제조<br>신기술 적용<br>(2세부) | (1) 각 부원료 첨가에 따른 최적의 당화 및 맥즙 제조를 위해 초음파 처리 조건 확립 | 100%                                 | a. 초음파를 이용한 당화 기술 개발을 위해 초음파 발생장치를 당화조에 부착하여 실험 진행<br>b. 초음파의 강도, 물의 온도, 조사시간 등을 조절하여 최적조건 확립을 위한 실험 진행<br>c. 최적조건 확립을 위해 추출률, Brix, 환원당, Free Amino nitrogen 등의 요소 분석   |
|                    |                            | (2) 각 부원료 첨가에 따른 최적의 당화 및 맥즙 제조를 위해 효소 처리 조건 확립  | 100%                                 | a. liquefaction enzyme, mashing enzymes 등을 사용하여 당화촉진을 확인할 수 있는 실험설계 및 분석수행   |
|                    |                            | (3) 초음파와 효소를 동시 처리하여 각 부원료의 당화 및 맥즙 제조 최적조건 확립   | 100%                                 | a. 초음파와 효소를 동시에 사용하는 기술의 최적화를 위한 다양한 실험방법 구상 및 수행<br>c. 다양한 효소의 적용을 위해 $\beta$ -glucanase, pentosanase, xylanase 효소를 이용 및 점도를 낮추고 여과공정을 최소화할 수 있는 방법 모색<br>d. 점도, 여과시간, 추출률, Brix, 환원당, Free amino nitrogen 과 같은 당화적성 평가를 위한 다양한 물리화학적 분석 수행 |
|                    |                            | (4) 프리미엄 맥주제조                                    | 100%                                 | (1) 국내 생산된 부원료 (쌀, 밀, 옥수수, 감자)를 사용하여 최적화조건 확립 (부원료의 효소 및 초음파 처리에 따른 맥즙 품질평가)<br>(2) 부원료를 사용하여 전발효, 후발효 최적조건의 확립(부원료 사용량에 따른 맥주의 kinetic 특성 분석)   |
|                    | 3. 발효공정<br>최적화<br>(1세부)    | (1) 발효공정의 최적화                                    | 100%                                 | a. 부원료 종류 및 사용량에 따른 전발효 최적조건의 확립<br>b. 부원료 종류 및 사용량에 따른 후발효 최적조건의 확립   |
|                    |                            | (2) 품질관리기술 개발                                    | 100%                                 | a. 관능검사(기호도 검사)<br>b. 일반성분(pH, 색도, 총산도, 환원당 등) 분석<br>c. 거품 안정성 분석  |

## 제2절 관련분야에의 기여도

### 1. 기술적측면

- 가. 맥아제조 공정을 온도, 습도, 시간등에 따른 성분변화를 모니터할 하고 맥즙의 추출 및 여과 효율성을 고려하여 맥아 분쇄조건을 확립하여 제조 공정을 개발한다.
- 나. 당화 공정을 개발하여 발효성 당을 고효율로 생성하기 위한 최적조건을 확립한다.
- 다. 발효 공정 개발은 발효 중에 초음파를 처리하여 효모가 최적으로 생육할 수 있는 조건을 최적화하고 후발효 시간을 단축시키고 알코올 농도와 맛, 맥주의 안정성을 최대화 시킬수 있게 한다.
- 라. 신개념 맥주의 생산 및 품질관리 프로토콜을 완성하고 각각 공정에 수율을 최대화 시킬수 있는 시스템을 완성하고 이화학 분석 및 관능검사를 통해 맥주의 품질관리 방법을 확립한다.

### 2. 경제적, 산업적 측면

- 가. 프리미엄 맥주의 상품화 및 사업성 확보를 위해 국내산 보리를 이용한 프리미엄 맥주를 제조하고 지역특화된 하우스 맥주를 생산하여 수입맥주의 대체효과 및 외국산 맥주보리 원맥 수입의 감소를 기대한다.
- 나. 국내 보리농업·농가의 수익 증대를 위해 맥주개발 생산 지역과 관련한 부원료를 사용하여 국내6조보리에 부족한 전분을 충족시키며 국내작물의 소비증대와 농한기 농가 수입 증대에 기여한다.
- 다. EU, 미국 등과 체결한 FTA의 발효 및 금년부터 시행되는 보리 수매제도의 폐지 등에 따라 예상되는 국내 보리재배 농가의 경제적 손실에 대비하고 FTA에 대한 국내 농가 보호를 기대한다.

# 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

## 제1절 연구개발 성과

### 가. 기술이전<첨부>

붙임1

### 기술이전 내용 및 방법

#### 1. 세부기술 내용

|             |  |
|-------------|--|
| 주요기술        | 국산보리를 이용하여 맥주용 맥아제조 기술로써 초음파와 마이크로 웨이브파를 이용하여 맥아의 효소력가를 높이는 제반 기술  |
| 연구내용        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 국산보리를 이용한 맥아제조 기술</li> <li>▪ 초음파를 이용한 맥아의 효소력가 증진 기술</li> <li>▪ 마이크로웨이브파를 이용한 맥아의 효소력가 증진 기술</li> <li>▪ 공장 규모의 신기술을 적용한 맥아 제조 시설 구축 협력</li> </ul>       |
| 응용분야 및 활용범위 | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 맥주용 맥아의 효소력가 향상으로 수출 향상</li> <li>✓ 식혜 생산용 엿기름 생산의 표준화와 효소력가 향상</li> <li>✓ 국산보리의 맥아 대량 생산으로 수입맥아 대체</li> <li>✓ 국내 지역특산맥주 생산의 기반기술 확충으로 생산 활성화</li> </ul> |

#### 2. 기술이전 방법

| 구분 | 이전 범위/방법   |
|----|--|
| 1차 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국산보리 (2조맥 및 6조맥) 이용 맥아 생산 기술</li> <li>- 초음파를 이용한 맥아의 효소력가 향상 기술</li> </ul>            |
| 2차 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 마이크로웨이브파를 이용한 효소력가 향상 기술</li> <li>- 식혜 생산용 엿기름의 효소력 향상 기술</li> </ul>                  |
| 3차 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 맥주보리 및 겉보리를 이용한 Kiln 건조 방식의 표준화</li> <li>- Kiln 건조를 이용한 다양한 맛과 향의 맥아 제조 기술</li> </ul> |

2014. 7. 30

작성자 : 외식산업조리학과 권영안 (서명)

## 나. 학회지등재

### (1) SCI 등재 논문

- Multivariate analysis for Feasibility of Korean Six-row Barleys for Beer Brewing. J. Inst. Brew. Vol. 120, No. 4. pp. 371~378 (2014.9)
- Effect of  $\alpha$ -Acetolactate Decarboxylase on Diacetyl Content of Beer. Food Sci. Biotech. Vol. 24, No. 4. pp. 1373~1380 (2015.08)
- Effect of ultrasonication on fermentation kinetics of beer using six-row barley cultivated in Korea (Journal of Institute of Brewing, Accepted)
- Increasing fermentable sugar yield by high pressure treatment during mashing (Journal of Institute of Brewing, Minor correction)

### (2) 비SCI 등재 논문

- Characterization of Fermentation Kinetics of Beer Made of Korean 6 Row-Barly. Food Eng. Prog. Vol. 17, No. 3. pp. 189~197 (2013.08)
- Effect of Enzymatic and Ultrasonic Treatment on reducing sugar Production from Korean 6-row Barley During Mashing. Food Eng. Prog. Vol. 19, No. 1. pp. 56~61 (2015.02)

## 다. 사업재산권(특허)

1. 알코올 음료의 제조방법<첨부>
2. 국산 6조맥 겉보리를 이용한 발포성 알코올 음료 및 이의 제조방법<첨부>
3. 효소역가가 증진된 국산보리 맥아의 제조방법<첨부>
4. 한국산 일반보리(6조맥)를 사용한 맥주개발<사후출원 예정>

## 라. 학술발표

1. Effect of enzymatic and ultrasonic treatment on the reducing sugar production from Korean 6-row barley during mashing (2013 천안 한국식품과학회)
2. 다변량 분석에 의한 국내산 6조맥의 맥주제조 적성평가 (2013 천안 한국식품과학회)
3. The effect of addition of adjuncts on fermentation kinetics of beer produced from Korean six-row barley (2015 부산 한국식품과학회)
4. Effect of enzymatic and ultrasonic treatment on the reducing sugar production from Korean 6-row barley during mashing (2015 부산 한국식품과학회)

마. 인력양성(석사논문)

김지효 Characterization of Fermentation Kinetics of Beer Made of Korean 6 Row-Barly.

김지현 Multivariate analysis for Feasibility of Korean Six-row Barleys for Beer Brewing.

최은지 Effect of ultrasonication on fermentation kinetics of beer by using six-row barely cultivated in Korea.

최정화 Impact of High-Pressure Treatment on Increasing Fermentable Sugar Yields during Mashing.

한호종 Characteristic of Beer Produced from Korean Six-row Barley with the addition of adjuncts.

## 제2절 연구개발 결과의 활용계획

### 1. 실용화 산업화 계획

본 연구 결과 개발된 국산보리맥주 제조 기술은 참여기업의 제품 상품화에 크고 활용될 수 있으리라 여겨진다. 또한 맥주 원료인 맥아의 제조에 국산 보리, 그리고 adjunct에 국산 곡물을 사용할 수 있게 되어 국산 곡류의 소비에 크게 기여할 것으로 기대된다. 또한 지역 특화된 지역맥주 또는 하우스맥주 생산을 기반으로 주변관광지, 지역축제, 지역행사 등을 연계하여 점차 수도권 franchise 사업화로 거점을 확대할 수 있다.

### 2. 교육 지도 홍보 기술확산 계획

참여기업을 중심으로 실무 종사자를 임시 세미나를 통하여 교육 지도한다. 본 기술의 적용 업체가 확대될 경우 정기적인 모임을 갖고 관련 기술을 교육 지도한다. 또한 국산보리 맥주 상품화의 활성화를 위하여 그 우수성을 학계, 산업계에 홍보한다. 즉, 국내 저명 학술대회, 지역 신문 기사를 통하여 홍보한다. 또한 참여기업인 (주)비앤씨코리아에 기술이전을 하였으며, (주)비앤씨코리아는 단계별 실용화 계획을 가지고 있으며 최종적으로 하우스맥주/지역맥주 프랜차이즈용 제품을 출시할 계획이다.

### 3. 추가연구, 타연구에 활용 계획

국산보리맥주 기술의 상업화를 추진한다. 이에 IPET의 기술상업화 과제에 지원할 계획이며 본 기술의 핵심인 초음파 처리 기술은 타 주류의 개발에도 매우 효과적으로 적용될 수 있을 것을 기대된다.

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

(참고문헌으로 대체)

## 제 7 장 연구시설·장비 현황

(해당사항 없음)

## 제 8 장 연구실 안전관리 이행실적

### 1. 일반안전

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. 실험실 청결 및 정리정돈상태<ul style="list-style-type: none"><li>-양호</li><li>-미흡</li></ul></li><li>2. 음식물 반입 및 흡연 여부<ul style="list-style-type: none"><li>- 양호</li><li>- 미흡</li></ul></li><li>3. 개인보호구, 구급약품, 실험실장비 (흡 후드 등) 관리상태<ul style="list-style-type: none"><li>-양호</li><li>-미흡</li></ul></li><li>4. 비상 연락망 및 비상시 행동요령 비치상태<ul style="list-style-type: none"><li>-양호</li><li>-미흡</li></ul></li></ol> |
|--|

### 2. 전기안전

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. 전기코드 손상 및 배선 정리상태<ul style="list-style-type: none"><li>-양호</li><li>-미흡</li></ul></li><li>2. 접지형 콘센트를 사용하고 문어발식 콘센트 사용 금지 여부<ul style="list-style-type: none"><li>-양호</li><li>-미흡</li></ul></li></ol> |
|---|

### 3. 소방안전

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. 비상구 및 피난통로에 장애물 적재 여부<ul style="list-style-type: none"><li>-양호</li><li>-미흡</li></ul></li><li>2. 소화기 비치 및 충전 상태<ul style="list-style-type: none"><li>-양호</li><li>-미흡</li></ul></li><li>3. 불꽃 내는 난방기구/ 실험기기 관리 상태<ul style="list-style-type: none"><li>-양호</li><li>-미흡</li></ul></li></ol> |
|---|

#### 4. 가스안전

1. 가스 용기의 옥외 보관, 전도방지 및 환기 상태
  - 양호
  - 미흡
2. 충전기한 초과 여부
  - 양호
  - 미흡
3. 배관, 조정기 및 밸브 등의 작동 상태 및 가스 누출 확인
  - 양호
  - 미흡
4. 배관 표시사항 부착 및 가스 사용 시설 경계/경고 표시 부착 여부
  - 양호
  - 미흡

#### 5. 화공안전

1. 물질안전보건자료(MSDS) 교육 및 자료 비치 상태
  - 양호
  - 미흡
2. 화학물질 성상별 분류 및 시약장 등 안전한 장소에 보관 상태
  - 양호
  - 미흡
3. 화학물질의 보관 용기에 경고 표시 여부
  - 양호
  - 미흡
4. 실험실 폐액 및 폐기물 관리 상태 (폐기물 스티커, 적정용기 사용)
  - 양호
  - 미흡

#### 6. 생물안전

1. 미생물을 취급 및 보관하는 장소에 생물 재해 표시 부착 여부
  - 양호
  - 미흡
2. 실험실 구역 구분 및 손 세척시설 설치 여부
  - 양호
  - 미흡

#### 7. 기계기구

1. 기계 및 공구의 조임부 또는 연결부 이상 여부
  - 양호
  - 미흡
2. 위험설비(레이저, 고온/고압 실험장비) 안전장치 설치상태
  - 양호
  - 미흡

## 제 9 장 참고문헌

1. A. T. W. Pickerell. (1986) The influence of free alpha-amino acid nitrogen in sorghum beer fermentations. *J. Inst. Brew.* 92. 568-571.
2. A.S.O.B. 1992. American Society of Brewing Chemists. *Methods of Analysis of the American Society of Brewing Chemists* 8th
3. Aleksander Poreda, Agata Czarnik, Marek Zdaniewicz, Marek Jakubowski and Piotr Antkiewicz. (2014) Corn grist adjunct - application and influence on the brewing process and beer quality. *J. Inst. Brew.* 120, 77-81.
4. alpha-acids and proteins using five foam analysis methods. *J. Am. Soc. Brewing Chem.* 66: 1-10.
5. ASBC. *Methods of Analysis of the American Society of Brewing Chemists*, 8th ed. American Society of Brewing Chemists, St. Paul, MN, USA. pp. 101-223 (1992)
6. Bamforth CW. 2009. *Beer: A quality perspective*. Academic Press, p. 221.
7. Bamforth, C. W. (1985) The foaming properties of beer. *J. Inst. Brew.* 91, 370-383.
8. Banasik OJ, Pyler RE. A report on the 1977 and 1978 six-row malting barley crops. Vol.36, pp. 3-6. In: *Barley Crop Survey*. North Dakota Farm Research, Fargo. USA (1979)
9. Bebb HT, Houser HB, Witschi JC, Littell AS, Fuller RK. 1971. Calorie and nutrient contribution of alcoholic beverages to the usual diets of 155 adults. *Am. J. Clin. Nutr.* 24: 1042-1052.
10. Boulton C, Quain D. 2006. *Brewing yeast & Fermentation*. Blackwell Science, pp. 426.
11. Boulton, C. A. (1991) Yeast management and the control of brewery fermentations. *Brewers' Guardian*. 120, 25 - 29.
12. Boulton, C., Quain, D. (2006) *Brewing yeast and fermentation*, p. 406, John Wiley and Sons, USA.

13. Briggs DE, Hough JS. Malt and sweet wort. Vol. 1, pp. 39-145. In: Malting and Brewing Science. Springer, Manhattan, NY, USA (1981)
14. Briggs DE. Barley. Chapman and Hall, London, England. pp. 102-304 (1978)
15. Briggs, D. E. (1998) Some aspects of mashing biochemistry in Malts and Malting. (Priest, F., and Campbell, I. Ed.) pp. 237-241, Blackie Academic & Professional, London, UK.
16. C. Lekkas, A.E. Hill, B. Taidi, J. Hodgson, and G.G. Stewart, 2009, The role of small wort peptides in brewing fermentations. *J. Inst. Brew.* 115(2), 134-139.
17. Cao, S., Zhichao, H., Pang, B. (2010) Optimization of postharvest ultrasonic treatment of strawberry fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 55, 150-153.
18. Capelo-Martínez, J. L. (2008) *Ultrasound in chemistry: analytical application.* pp. 1-6, John Wiley & Sons, Germany.
19. Chatfield C, Coliins AJ. *Introduction to Multivariate Analysis.* Chapman and Hall, London, UK (1980)
20. Cheong C, Wackerbauer K, Beckmann M, Kang SA. Influence of preserved brewing yeast strains on fermentation behavior and flocculation capacity. *Nut. Res. Practice* 1: 260-265 (2007)
21. Cho Y, Hong J, Chun HS, Lee SK, Min H. 2005. Ultrasonication-assisted extraction of resveratrol from grapes. *J. Food Eng.* 77:L725-730.
22. Cho, H. C. (2004) *How to brew your own beer,* pp. 82 - 94, NEXUS Books, Seoul.
23. Christopher MB, David Q. *Brewing Yeast and Fermentation.* John Wiley and Sons, Hoboken, USA. pp. 406 (2006)
24. Chunfeng Liu, Jianjun dong, Jinjing wang Xiangsheng Yin, (2012) A comprehensive sensory evaluation of beers from the chines market, *Journal of institute Brewing*, 118, p.325-333
25. Clapperton J. F, Piggott J.R,(1979) Differentiation of ale and lager flavours by principal

components analysis of flavour characterization data, *J. Inst Brew*, 85, 271-274

26. Clapperton, J. F. (1971) Simple peptides of wort and beer. *J. Inst. Brew.* 77, 177-180.
27. Crumplen RM, Lewis MJ. 1997a. Laboratory methods for craft brewers. *The Am. Soc. Brewing Chem*, pp. 53-57.
28. Crumplen RM, Lewis MJ. 1997b. Laboratory methods for craft brewers. *The Am. Soc. Brewing Chem*, pp. 41-45.
29. Crumplen RM, Lewis MJ. 1997c. Laboratory methods for craft brewers. *The Am. Soc. Brewing Chem*, pp. 39-40.
30. Crumplen RM, Lewis MJ. 1997d. Laboratory methods for craft brewers. *The Am. Soc. Brewing Chem*, p. 35.
31. Crumplen RM, Lewis MJ. 1997e. Laboratory methods for craft brewers. *The Am. Soc. Brewing Chem*, pp. 78-83.
32. Crumplen RM. Laboratory methods for craft brewers. American Society of Brewing Chemists, St. Paul, MN, USA. pp. 63-83 (1997)
33. D. E. Evans, M. C. Sheehan and D. C. Stewart. (1998) The impact of malt derived proteins on beer foam quality. Part II: The influence of malt foam-positive proteins and non-starch polysaccharides on beer foam stability. *J. Inst. Brew.* 105, 171-177.
34. Deams, V. and F. Delvaux. 1997. Analysis of descriptive sensory data on 40 commercial beers. *Food Quality pref.8*: 373-380.
35. Demibras, A., 2007, Progress and recent trends in biofuels. *Prog. Energy Combust. Sci.* 33: 1-18.
36. Dennis E. Briggs, Chris A. Boulton, Peter A. Brookes and Roger Stevens. (2004) *Brewing science and practice*. pp.34, 38, 98-102, 270, 510-512, 539-540. CRC Press, USA.
37. Depraetere SA, Celvaux F, Schutter DD, Williams IS, Winderickx J, Delvaux FR. The influence of wort aeration and yeast preoxygenation on beer staling processes. *Food*

Chem. 107: 242-249 (2008)

38. Douzals, J. P., Marechal, P. A., Coquille, J. C., and Gervais, P. (1996) Microscopic study of starch gelatinization under high hydrostatic pressure, *J. Agric. Food Chem.* 44, 1403-1408.
39. Douzals, J. P., Perrier Cornet, J. M., Gervais, P., Coquille, J. C. (1998) High-pressure gelatinization of wheat starch and properties of pressure-induced gels, *J. Agric. Food Chem.* 46, 4824-4829.
40. Edyta KB, Natalia A. Prediction of beer foam stability from malt components. *Czech J. Food Sci.* 29: 243 - 249 (2011)
41. Ellena SK, Hildegard H. The Effect of Reduced Alcohol on the Sensory Profiles and Consumer Preferences of White Wine. *J Sens Stud.* 29: 33-42 (2013)
42. Enevoldsen BS, Bathgate GN. 1999. Structural analysis of wort dextrans by means of  $\alpha$ -amylase and the de-branching enzyme, pullulanase. *Journal of the Institute of Brewing.* 75: 433 - 443.
43. European Brewery Convention (1998) *Analytica-EBC*, 5th ed., Verlag Hans Carl Getränke-Fachverlag, Nürnberg.
44. Evans DE, Surrel A, Sheehy M, Stewart DC, Robinson LH. Comparison of foam quality and the influence of hop  $\alpha$ -acids and proteins using five foam analysis methods. *J. Am. Soc. Brew. Chem.* 66: 1 - 10 (2006)
45. Evans, D. E., Sheehan, M. C., Stewart, D. C. (1999) The impact of malt derived proteins on beer foam quality. Part II: The influence of malt foam-positive proteins and non-starch polysaccharides on beer foam quality. *J. Inst. Brew.* 105, 171-178.
46. Fergus G. Priest, Grahan G. Stewart. (2006) *Handbook of brewing*, pp. 148-149, CRC Press, NW, USA.
47. Garca-Villanova RJ, Garca Estepa RM. 1993. Spectrophotometric determination of total vicinal diketones with isoniazide and azirconium salt. *Fresenius J. Anal. Chem.* 347: 276-279.

48. Gebhardt DJ, Rasmusson DC, Fulcher RG. Kernel morphology and malting quality variation in lateral and central kernels of six-row barley. *J. Am. Soc. Brew. Chem.* 51: 145–148 (1993)
49. Goldammer T. *The Brewers' handbook*. Apex Publishers, Lexington, KY, USA. pp. 10–52 (2008)
50. Gregory R. Kapp and Charles W. Bamforth. (2002) The foaming properties of proteins isolated from barley. *J. Sci. Food Agric.* 82, 1276–1281.
51. Guinard, J.X., A. Souchart, M. picot, M. Rogeaux and J.M.Sieffermann. 1998. Sensory determinants of the thirst-quenching character of beer. *Appetite* 31: 101–115
52. Haizhou L, Pordesimo L, Weiss J. 2004. High intensity ultrasound-assisted extraction of oil from soybeans. *Food Research International.* 37: 731–738.
53. Han HJ, 2015, Characteristic of Beer Produced from Korean Six-row Barley with the addition of adjuncts, pp 21–14.
54. Han MR, Kim MH., 2005, Physicochemical properties of physically modified rice starch by homogenizer. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 34: 700–706.
55. Han, J. Y., and Lee, S. J. (2011) Kinetics and equilibrium study on  $\beta$ -glucosidase under high hydrostatic pressure, *Food Eng. Process* 15, 214–220.
56. Hardwick W., 1995, *Handbook of brewing*. Marcel Dekker.
57. Hayes, D. J., S. Fitzpatrick, M. H. B. Hayes, and J. R. H. Ross., 2006, The biofine process - Production of levulinic acid, furfural, and formic acid from lignocellulosic feedstocks, pp. 139–164. In Kamm, B., Gruber, P. R. and M. Kamm (eds.), *Biorefineries - Industrial Processes and Products*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co.KGaA, Weinheim.
58. Hernandez G.EJ, Estepa RG, Rivas IR. 1995. Analysis of diacetyl in yogurt by two new spectrophotometric and fluorometric methods. *Food Chem.* 53: 315–319.
59. Hong, K. P., and Park, J. Y. (1998) Changes in microorganisms, enzymes and texture of Dongchimi by high hydrostatic pressure treatment, *Korean J. Food Sci. Technol.* 30,

596-601.

60. Horsley RD, Schwarz PB, Hammond JJ. 1995. Genetic diversity in malt quality of North American six-rowed spring barley. *Crop Sci.* 35: 113-118.
61. Horwitz, W., Latimer, G. W. (2011) Official methods of analysis of AOAC International. chapter 27, pp.39-40, J. AOAC Int., Maryland.
62. Iimure T, Nankaku N, Hirota N, Iansu Z, Hoki, T, Kihara M, Hayashi K, Ito K, Sato K. Construction of a novel beer proteome map and its use in beer quality control. *Food Chem.* 118: 566-574 (2010)
63. Indra Neel, P., Gedanken, A., Schwarz, R., Sendersky, E. (2012) Mild sonication accelerates ethanol production by yeast fermentation. *Energy Fuels* 26, 2352-2356.
64. Ittipon Techakriengkrai, Alistair Paterson, Behnam Taidi and John R. Piggott. (2004) Relationships of sensory bitterness in lager beer to iso-alpha-acid contents. *J. Inst. Brew.* 110(1), 51-56.
65. Jeong YJ, Seo JH, Yoon SR, Lee JM, Lee GD, Kim OM, Bang KW., 2000, Liquefaction and saccharification condition of potatoes for alcohol fermentation using potatoes. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 7: 94-98.
66. Jones RP. 1987. Measures of cell death and deactivation and their meaning. *Progress Biochem.* 22: 129-134.
67. Kane SM, Roth R. 1974. Carbohydrate metabolism development in yeast during ascospore. *J. Bacteriol.* 118: 8-14.
68. Kim A-Ram, Kim Dong-Hyun and Jeong Gwi-Taek., 2015, Optimum Reaction Condition of Enzymatic Hydrolysis for Production of Reducing Sugar from *Enteromorpha intestinalis*. *Korean Society for Biotechnology and Bioengineering Journal* 30(2): 53-57.
69. Kim CH, Han JG, Jin L, Jung HS, Oh SH, Jeong MH, Jung KH, Choi GP, Park UY, Lee HY., 2009, Comparison of alcohol fermentation of low quality potatoes and sweet potatoes with ultrasonification process. *Korean J. Medicinal Crop. Sci.* 17: 121-124.
70. Kim GO, Kim SS, Sung NG, Lee YC. *Sensory Science Theory and Applications.* Shin

Gwang, Seoul, Korea. pp. 79-130 (1993)

71. Kim GO, Lee YC. Sensory Evaluation of Food. Hak Yeon, Seoul, Korea. pp. 202-206 (1996)
72. Kim HJ, Cho EJ, Lee KH, Kim SB, Bae HJ. 2011. Popping Pretreatment for Enzymatic Hydrolysis of Waste Wood. Mokchae Konghak. 39(1): 95-103.
73. Kim HJ, Kim JH, Lee SJ, Kim WJ, Kwon YA and Hong KW, 2015, Effect of Enzymatic and Ultrasonic Treatment on Reducing Sugar Production from Korean 6-row Barley During Mashing, Food Eng. Prog. Vol. 19, No. 1. pp. 56~61.
74. Kim JG, Lee JH, Sung BR, Ko BR, Kwon TO, Lee YT. 2012. Current state of barley industry and counterplan against the abolition of procurement system of barley. J. Kor. Soc. Int. Agric. 24: 107-129.
75. Kim JH, Kim JH, Choi EJ, Lee SJ, Kwon YA, Hong KW, Kim WJ., 2014, Multivariate analysis for feasibility of Korean six-row barleys for beer brewing. J. Inst. Brew. 120: 371-378.
76. 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. Vol.17, No.3. pp. 189-197
77. Kim JY, 2004, Alcoholic hydrolysis and ultrasonication for granular size reduction of waxy rice starch. MS Thesis, Korean University, Seoul.
78. Kim KB, Kang KH. 2002. Effect of high-protein Korean malting barley on malt quality. Kor. J. Food Sci. Technol. 34: 407-412.
79. Kim KW, Lee YC. 1996. Food sensory evaluation. Seoul Hakyeonsa, pp. 277-279.
80. Kim, G. O., Kim, S. S., Sung, N. G., Lee, Y. C. (1993) Sensory science theory and applications, pp. 79-130, Shin Gwang, Korea.
81. Kim, G. O., Lee, Y. C. (1996) Sensory evaluation of food, pp. 202-206, Hak Yeon, Korea.
82. Kim, J. H., Kim, J. H., Lee, S. J., Hong, K. W., Kwon, Y. A., Park, J. C., Kim, W.

- J.(2013) Characterization of fermentation kinetics of beer made of Korean 6 row-barley. Food Eng. Prog. 17, 187-197.
83. Kim, JK., 2010, Pretreatment and enzymatic hydrolysis of *Ulva pertusa* Kjellman. M.S, Thesis. Inha University, Incheon, Korea.
84. Klomklieng, W., Prateepasen, A. (2011) Using low-power ultrasonic for enhancing *Saccharomyces cerevisiae* M30 productivity for ethanol producing from molasses. Int. Proc. Chem., Biol. Environ. Eng. 9, 234-239.
85. Knez, Z., Laudani, C. G., Habulin, M., and Reverchon, E. (2007) Exploiting the pressure effect on lipase-catalyzed wax ester synthesis in dense carbon dioxide, Biotechnol. Bioeng. 97, 1366-1375.
86. Kordialik-Bogacka E, Antczak N. 2011. Prediction of beer foam stability from malt components. Czech J. Food Sci. 29: 243-249.
87. Korea Alcohol Liquor Industry Association. Alcohol liquor industry. Alcohol Liquor Industry 32: 68-77 (2012)
88. Korea Food & Drug Administration. Korean Food Standards Codex. Korea Food & Drug Administration, Osong, Chungcheong, Korea. pp. 5-27-1 (2012)
89. Kunze W. Technology Brewing and Malting. International Edition. VLB, Berlin, Germany. pp. 402-542 (1999)
90. Kwon YA, Lee KG, Hong KW, Lee SJ. 2012. Various enzymes and amino acids were used to improve the quality attributes of beer brewed with rice adjunct. Korean Society for Food Engineering. 16(2): 151-156.
91. Lee CK, Lee YT. 1994. Effects of varietal variation in barley on  $\beta$ -glucan and malting quality characteristics. Kor. J. Food Sci. Technol. 26: 172-177.
92. Lee HS, Lee JH. 1989. Effect of Starch and Pectic Substances on Potato Texture. KOREAN J. SOC FOOD.SCI.vol. 5, No. 1, june
93. Lee MK, Lee SW, Yoon TH., 1994, Quality assessment of Yakju brewed with conventional Nuruk. J. Korean Soc. Food Nutr. 23: 78-89.

94. Lee MS, 2011, Studies on the Analysis of Aroma Compounds in Beer by using different Hop Varieties and Addition Time., Department of Food Science and Biotechnology, Kyung Hee University
95. Lee SA, Park HD., 1995, Effect of ground rice particle size on the brewing of uncooked rice Takju. Korean J. Post-harvest Sci. Technol. Agri. Products 2: 269-276.
96. Lee WJ and Pylar R.E. 1984. Barley malt limit dextrinase; varietal, environmental and malting effects. Journal of the American Society of Brewing Chemists. 42:11 - 17.
97. Lee WJ. 1989. Malting quality characteristics of Korean and North American barley varieties. J. Kor. Agric. Chem. Soc. 32: 203-208.
98. Lee, S J, Im M N, Quantitative descriptive analysis on sensory attributes of home-brewed beers consumed in Korea. Food Engineering Progress, vol.10, No.4, p.242~247(2006)
99. Lee, Y. T., Lee, C. K. (1994) Effects of varietal variation in barley on  $\beta$ -glucan and malting quality characteristics. Korean J. Food Sci. Technol. 26, 172-177.
100. Lekkas, C., Stewart, G. G., Hill, A., Taidi, B., Hodgson, J. (2005) The importance of free amino nitrogen in wort and beer. Tech. Q. - Master Brew. Assoc. Am. 42, 113-116.
101. Lewis MJ, Young TW. 1995. Brewing. Chapman & Hall, London, UK. pp. 1-7.
102. Lewis MJ, Young TW. Brewing. Chapman and Hall, London, England. pp. 25-172 (1995)
103. Lodolo EJ, Kock JL, Axcell BC, Brooks M. 2008. The yeast *Saccharomyces cerevisiae* - the main character in beer brewing. FEMS Yeast Res. 8: 1018-1036.
104. M.A. Kazim, M. Suriani, Sensory evaluation of the selected coffee products using fuzzy approach, International Journal of Mathematical, Computational, Statistical, Natural and Physical Engineering Vol3, No2, 2009. P. 243-249
105. MacGregorAW, BazinSL, MacriLJ, and BabbJC. 1999. Modelling the contribution of alpha-amylase, beta-amylase and limit dextrinase to starch degradation during mashing. journal of cereals science.

106. Mathlouthi, N. , Saulnier, L. , Quemener, B. , Larbier, M., 2002, Xylanase, beta-Glucanase, and Other Side Enzymatic Activities Have Greater Effects on the Viscosity of Several Feedstuffs than Xylanase and beta-Glucanase Used Alone or in Combination. *Journal of agricultural and food chemistry*.Vol.50 No.18.
107. Mayayo, C., Montserrat, M., Ramos, S. J., Martinez-Lorenzo, M. J., Calvo, M., Sanchez, L., and Perez, M. D. (2014) Kinetic parameters for high-pressure-induced denaturation of lactoferrin in human milk, *Int. Dairy J.* 39, 246-252.
108. MEBAK Brautechnische Analysemethoden 4th Edition 2, Method 2.18.1, 2002, p. 114.
109. Meilgaard MC, Civille GV, Carr BT. *Sensory Evaluation Techniques*. American Society of Brewing Chemists, St. Paul, MN, USA. pp. 37-47 (1979)
110. Meilgaard, M.C, Muller, J.E. 1987, Progress in descriptive analysis of beer and brewing products. 24(3)79-85. Master Brewing Association of the America
111. Melissa ML, Samir KK, Johannes L, Raj R, Larson DJ, David G. 2010. Ultrasonic pretreatment of corn slurry for saccharification: A comparison of batch and continuous systems. *Ultrasonics Sonochemistry*. 17(5): 939-946.
112. Michels, P. C., and Clark, D. S. (1997) Pressure enhanced activity and stability of a hyperthermophilic protease from a deep-sea methanogen, *Appl. Environ. Microbiol.* 63, 3985-3991.
113. Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical chemistry*. 31(3): p. 426-428.
114. Ministry for food, agriculture, forestry and fisheries. Statistics of agriculture Home page. <http://www.mafra.go.kr> (last accessed February 2014).
115. Moll M. Analysis and composition of barley and malt. Vol. 1, pp. 1-143. In: *Brewing Science*. Pollock JRA (ed). Academic Press, Waltham, Massachusetts, USA (1979)
116. Muhr, A. H., and Blanshard, J. M. V. (1982) Effect of hydrostatic 190 pressure on starch gelatinization, *Carbohydr. Polym.* 2, 61-74.

117. Muller, R. (1991) The effects of mashing temperature and mash thickness on wort carbohydrate composition, *J. Inst. Brew.* 97, 85–92.
118. National Institute of Crop Science. *Crop Variety Guides*<sup>2</sup> (field crop). National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Gyeonggi-do, Korea. pp. 64–65 (2011)
119. Oliveira, S. C. T., Figueiredo, A. B., Evtuguin D. V., and Saraiva J. A. (2012) High pressure treatment as a tool for engineering of enzymatic reactions in cellulosic fibres, *Bioresource Technol.* 107, 530–534.
120. Patindol, J., Mendez–Montealvo, G., and Wang, Y. J. (2012) Starch properties of malted barley in relation to real degree of fermentation. *Starch–stärke.* 64, 517–523.
121. Pickerell, A. T. W. (1986) The influence of free alpha-amino nitrogen in sorghum beer fermentations. *J. Inst. Brew.* 92, 568–571.
122. Preedy VR. 2009a. Beer in health and disease prevention. Academic Press, p. 21.
123. Preedy VR. 2009b. Beer in health and disease prevention. Academic Press, pp. 22–27.
124. Priest FG, Stewart GG. *Handbook of Brewing.* Taylor & Francis, Mortimer Street, London, England. pp. 484 (2006)
125. Protz, R. (1995) *The ultimate encyclopedia of beer,* pp. 224, Smithmark pub, New York.
126. Pugh, T. A., Maurer, J. M., and Pringle, A. T. (1997) The impact of wort nitrogen limitation on yeast fermentation performance and diacetyl. *Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am.* 34,185–189.
127. Ratnavathi CV, Ravi SB, Subramanian V, Rao NS. 2000. A study on the suitability of unmalted sorghum as a brewing adjunct. *J. Institute Brewing.* 106: 383–387.
128. Rena Leisegang and Ulf Stahl. (2005) Degradation of a foam-promoting barley protein by a proteinase from brewing yeast. *J. Inst. Brew.* 111(2), 112–117.
129. Robert W. Hutkins. (2006) *Microbiology and technology of fermented foods.* p. 314,

IFT Press, Australia.

130. Schildbach R. Studies of the nitrogen content and nitrogen composition of barley, malt and beer. *Brewers Digest* 52: 42-53 (1977)
131. Schwarz PB, Horsley RD. Malt quality improvement in North American six-rowed barley cultivars since 1910. *J. Am. Soc. Brew. Chem.* 53: 14-18 (1995)
132. Seung Ju Lee, Wan seob Noh, Yoo chul choi, (1994) , sensory evaluation of cooked rice with fuzzy reasoning
133. Seung Ju lee, Younh an Kwon, (2007), Study on fuzzy reasoning application for sensory evaluation of sausages, *Food control*, 18 p.811-816
134. Shin MS, Song E. 1991. Physicochemical properties of naked barley starches. *Hanguk Nonghwahak Hoechi(J.Korean Agric.Chem.Soc.)*. 34(2), 94~101
135. Shin Sang-Hyun, Kim Kyeong-Hoon, Kang Chon-Sik, Cho Kwang-Min, Park Chul, Choo Byeong-Gil, and Park Jong-Chul, Dept. Crop Science and Biotechnology, Chonbuk National University, Institute of Agricultural Science & Technology, Chonbuk National University, Jeonju, 561-756.
136. Siebert KJ, Carrasco A, Lynn PY. 1996. Formation of proteinpolyphenol haze in beverages. *J. Agric. Food Chem.* 44: 1997-2005
137. Siebert, K. J. (2006) Haze formation in beverages. *Food Sci. Technol.* 39, 987 - 994.
138. Sofie A. Depraetere, Filip Delvaux, Stefan Coghe and Freddy R. Delvaux. (2004) Wheat variety and barley malt properties: Influence on haze intensity and foam stability of wheat beer. *J. Inst. Brew.* 110(3), 200-206.
139. Stephen B, Clive B, Deborah W. 1996. The effects of ultrasound on the activities of some glycosidase enzymes of industrial importance. *Enzyme and Bicrobial Technology.* 18(3): 190-194.
140. Sulaiman, A. Z., Ajit, A., Yunus, R. M., Chisti, Y. (2011) Ultrasound-assisted fermentation enhances bioethanol productivity. *Biochem. Eng. J.* 54, 141-150.

141. Sung Ki Hyeun, Young An Kwon and Seung Ju Lee. (2012) Quality characteristics of brewed beer with rice adjunct. *Food Eng. Prog.* 16(2), 139–144.
142. Susan A. Langstaff, J.-X. Guinard, and M. J. Lewis, 1991, Sensory Evaluation of the Mouthfeel of Beers. *American Society of Brewing chemists*,49:0054,
143. Techakriengkrai, I., Paterson, A., Taidi, B., Piggott J. R. (2004) Relationships of sensory bitterness in lager beers to iso  $\alpha$  acid contents. *J. Inst. Brew.* 110,51–56.
144. The Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) and the National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2004, Top value added chemicals from biomass, volume I – Results of screening for potential candidates from sugars and synthesis gas. <http://www.osti.gov/bridge>.
145. Tolls TN, Shovers J, Sandine WE, Elliker PR. 1970. Enzymatic removal of diacetyl from beer. *Am. Soc. Microbiol.* 19: 649–657
146. Van Maris AJA, Abbott DA, Bellissimi E, Van den Brink J, Kuyper M, Luttik MAH, Wisselink HW, Scheffers WA, Van Dijken JP, Pronk JT. 2006. Alcoholic fermentation of carbon sources in biomass hydrolysates by *Saccharomyces cerevisiae*. *Antonie van Leeuwenhoek* 90: 391–418.
147. Vengadaramana, A., Balakumar, S., and Arasaratnam, V. (2012) Stimulation of thermal stability of  $\alpha$ -amylase from *Bacillus icheniformis* ATCC 6346 by treating with cations, *Ceylon J. Sci.* 41, 35–44.
148. Vinatoru M., 2001, An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs. *Ultrason. Sonochem.* 8: 303–313.
149. W. J. W. Lloyd. (1986) Centenary review adjuncts. *J. Inst. Brew.* 92, 336–345.
150. Wilson, J. (1990) Brewing sugars – the versatile brewing adjuncts, *Brewer.* 76, 139 – 143.
151. Wood BE, Aldrich HC, Ingram LO. 1997. Ultrasound stimulates ethanol production during the simultaneous saccharification and fermentation of mixed waste office paper. *Biotechnol. Prog.* 13(13):323–327.

152. Wunderlich, S., Back, W.(2008) Ingredients, processes, and quality criteria in overview of manufacturing beer, in beer in health and disease prevention, pp. 1-15, Academic Press , USA.
153. Xiao, Z., Storms, R., and Tsang, A. (2006) A quantitative starch-iodine method for measuring alpha-amylase and glucoamylase activities, *Anal. Biochem.* 351, 146-148.
154. Yi JJ, Ohrr HC, Yi SW, Chung WJ. 2004. Association of drinking patterns and health characteristics with beverage preference. *J. Prev. Med. Public Health* 37: 133-140.
155. Zhang YQ, Fu EH, Liang JH. 2008. Effect of ultrasonic waves on the saccharification processes of lignocellulose. *Chem. Eng. Technol.* 31(10): 1510-1515.
156. Zhao, K., Xue, P., and Gu, G. (2008) Study on determination of reducing sugar content using 3, 5-Dinitrosalicylic acid method, *Food Sci.* 29, 534-536.
157. Zhu, J., Li, L., Chen, L., Li, X. 2012. Study on supramolecular structural changes of ultrasonic treated potato starch granules. *Food Hydrocolloids* 29 (2012)116-122
158. Zhuolie, Z. G. H., Shifheng, Q. T. L. (2001) Effect of power ultrasound on the reactions catalyzed by enzyme. *Applied Acoustics* 20, 45-48.

## [별 첨]

- 기술이전
- 특허
- 논문
- 학술발표
- 홍보자료
- 시장분석보고서
- 부록(논문)

# [별첨]

- 기술이전

붙임1]

## 기술이전 내용 및 방법

### 1. 세부기술 내용

|             |  |
|-------------|--|
| 주요기술        | 국산보리를 이용하여 맥주용 맥아제조 기술로써 초음파와 마이크로 웨이브파를 이용하여 맥아의 효소력가를 높이는 제반 기술  |
| 연구내용        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 국산보리를 이용한 맥아제조 기술</li> <li>▪ 초음파를 이용한 맥아의 효소력가 증진 기술</li> <li>▪ 마이크로웨이브파를 이용한 맥아의 효소력가 증진 기술</li> <li>▪ 공장 규모의 신기술을 적용한 맥아 제조 시설 구축 협력</li> </ul>       |
| 응용분야 및 활용범위 | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 맥주용 맥아의 효소력가 향상으로 수율 향상</li> <li>✓ 식혜 생산용 엿기름 생산의 표준화와 효소력가 향상</li> <li>✓ 국산보리의 맥아 대량 생산으로 수입맥아 대체</li> <li>✓ 국내 지역특산맥주 생산의 기반기술 확충으로 생산 활성화</li> </ul> |

### 2. 기술이전 방법

| 구분 | 이전 범위/방법   |
|----|--|
| 1차 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국산보리 (2조맥 및 6조맥) 이용 맥아 생산 기술</li> <li>- 초음파를 이용한 맥아의 효소력가 향상 기술</li> </ul>            |
| 2차 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 마이크로웨이브파를 이용한 효소력가 향상 기술</li> <li>- 식혜 생산용 엿기름의 효소력 향상 기술</li> </ul>                  |
| 3차 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 맥주보리 및 겉보리를 이용한 Kiln 건조 방식의 표준화</li> <li>- Kiln 건조를 이용한 다양한 맛과 향의 맥아 제조 기술</li> </ul> |

2014. 7. 30

작성자 : 외식산업조리학과 권영안 (0149)

관인생략

# 출원번호통지서

출원일자 2014.07.09  
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)  
출원번호 10-2014-0086297 (접수번호 1-1-2014-0646986-31)  
출원인명칭 동국대학교 산학협력단(2-2006-008178-3)  
대리인성명 두호특허법인(9-2014-100041-1)  
발명자성명 김광준 권영안 홍광원 이승주  
발명의명칭 알코올 음료의 제조 방법

## 특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.  
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(경정), 경정 신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.  
※ 특허포(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.  
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허마당-PCT/마드리드  
※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내  
※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교한허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.  
※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

관인생략  
출원번호통지서

출원일자 2013.06.07  
특기사항 심사청구(우) 공개신청(우)  
출원번호 10-2013-0065289 (접수번호 1-1-2013-0506834-26)  
출원인명칭 동국대학교 신학협력단(2-2006-008178-3)  
대리인성명 김순웅(9-2006-000534-4)  
발명자성명 이승주 홍광원 김왕준 권영안  
발명의명칭 국산 6조막 결보리를 이용한 발포성 알코올 음료 및 이의 제조방법

특 허 청 장

<<안내>>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.  
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.  
※ 특허(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.  
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허마당-PCT/마드리드  
※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내  
※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.  
※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.



**대신국제특허법률사무소**  
Dae-Sin International Patent & Law Office

서울시 강남구 역삼동 677-18  
조이타워 3층

TEL : 02.555.1205  
FAX : 02.555.0240

수 신 : 우석대학교산학협력단 2015.09.15  
 참 조 : 권영안 교수님  
 발 신 : 대신국제특허법률사무소(발송 담당자:김도희)  
 제 목 : 『특허출원 제 10-2015-0130540 호』에 대한 출원완료

1. 귀사의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 당소에 의뢰하신 특허출원에 대하여 다음과 같이 출원이 이루어졌음을 알려 드립니다.

|   |                  |                              |
|---|------------------|------------------------------|
| 1 | Our Ref.         | PA-D15183                    |
| 2 | 출 원 인            | 우석대학교산학협력단                   |
| 3 | 발 명 자            | 권영안/이승주                      |
| 4 | 출원번호/출원일자        | 10-2015-0130540 / 2015.09.15 |
| 5 | 발명의 명칭           | 효소력가가 증진된 국산보리 맥아의 제조방법      |
| 6 | 심 사 청 구          | 유                            |
| 7 | 해외출원기일           | 2016.09.15                   |
| 8 | 국내우선권주장<br>출원 기일 | 2016.09.15                   |
| 9 | 첨 부              | 출원번호통지서, 출원서<br>각 1 부        |

귀사의 주소 또는 전화번호가 변경되는 경우, 관련 서류의 송부 등에 차질이 생겨 당사자에게 불이익이 발생  
될 수 있으니, 당소에 변경된 내용을 즉시 알려주시기 바랍니다.

3. 그 외 의문사항이 있으시면 연락주시기 바랍니다.

# Multivariate analysis for feasibility of Korean six-row barleys for beer brewing

Ji Hyun Kim,<sup>1</sup> Ji Hyo Kim,<sup>1</sup> Eun Ji Choi,<sup>1</sup> Seung Ju Lee,<sup>1</sup> Young An Kwon,<sup>2</sup> Kwang Won Hong<sup>1</sup> and Wang June Kim<sup>1\*</sup>

The feasibility of using six-row barley, which is produced more often than two-row barley (malting barley) in Korea, for beer brewing was studied. Beer was brewed from one variety of two-row barley (Jinyang, malting barley) and four varieties of six-row barley (Jasujungchal and Hinchalsal which are unhulled; Dahyang and Samgwangchal which are hulled). Using principal component analysis of the material properties in malting, mashing and fermentation, and the sensory properties of beer, the barley was categorized into three groups: group 1 (Jinyang and Dahyang), group 2 (Samgwangchal and Hinchalsal) and group 3 (Jasujungchal). Group 1 was distinctive for extract (dry basis), Brix and carbonation; group 2 was characterized by alcohol, foam stability and sour odour; and group 3 was characterized by malt protein and sour taste. The brewing qualities of group 1 were superior to those of the other groups. Among the Korean six-row barley varieties, Dahyang was found to be the most suitable for beer production. Copyright © 2014 The Institute of Brewing & Distilling

**Keywords:** beer brewing; six-row barley; two-row barley; principal component analysis

## Introduction

Beer is the leading alcoholic beverage sold in Korea, with sales estimated at US\$1,702,702,703; it accounts for about 57.2% of total alcoholic beverage sales (1). The essential ingredients for beer are water, malted barley, yeast and hops. Based upon the quality of the raw materials and the specific processing methods, taste, odour and components in beer are differentiated (2). Barley is the most critical ingredient and can be classified into two-row barley (*Hordeum distichon* L.) and six-row barley (*Hordeum vulgare* L.) according to the grain array, and hulled barley and unhulled (naked) barley by the differences in adherence of the husk to the kernel (3).

It is generally accepted that two-row barley shows better results in brewing than six-row barley. This is because six-row barley has more enzymes and it has a lower starch/protein ratio than two-row barley. In addition, high amounts of protein and a thick husk in six-row barley can result in beer cloudiness and bitterness (4). However, studies on the use of six-row barley for beer are being conducted in countries such as the USA (5). It is recognized that six-row barley has potential for brewing by increasing the extract of the barley by breeding (6) and by addition of adjuncts to the wort (7).

The annual amounts of malting barley (two-row), unhulled six-row and hulled six-row barleys produced in Korea are estimated to be 26189, 42585 and 12443 tons, respectively, and six-row barleys occupy about 67% of the total amount (8). However, consumption of six-row barley is gradually decreasing owing to changes in eating habits, the implementation of free trade agreements, and discontinuation of procurement. Therefore, there should be options to compensate for the economic loss to barley farmers in Korea (8). Recently, there have been efforts to increase consumption of six-row barley by developing various processed foods;

however, no studies have been reported on the use of six-row barley in Korean beer production.

The quality of beer can be evaluated either by checking the sensory properties of the finished product or by checking the results of each brewing step, that is, malting, mashing, fermentation. Generally, the characteristics of malting can be evaluated by analysing steeping time, carbohydrate/protein ratio, and the thousand-grain weight (9). Mashing can be examined by measuring the amount of extract (dry basis), protein and fermentable sugars (10). Fermentation can be evaluated by measuring changes in specific gravity (11,12), alcohol content, foam stability, bitterness and cloudiness (13). In addition to these physicochemical methods, sensory evaluation through quantitative descriptive analysis can be employed to confirm the qualities of the raw materials (14). To date, quality evaluation on beers brewed by several barley varieties has been attempted (3,15). However, there has been no characterization of beers prepared by a number of Korean barleys in a systematic and comparative analysis.

Therefore, to test the feasibility of using Korean six-row barley for beer brewing, physicochemical characterization and sensory evaluations of the finished product of each barley on malting, mashing, and fermentation were performed. A large amount of data from each brewing step and sensory properties of finished beer were collected and analysed using principal component analysis (PCA).

\* Correspondence to: W. J. Kim, Department of Food Science and Biotechnology, Dongguk University, Seoul, Korea. E-mail: wjkim@dongguk.edu

<sup>1</sup> Department of Food Science and Biotechnology, Dongguk University, Seoul, Korea

<sup>2</sup> Department of Food Science and Culinary Art, WooSuk University, Jeollabuk-do, Korea

## Effect of $\alpha$ -Acetolactate Decarboxylase on Diacetyl Content of Beer

Eun Ji Choi, Hyun Woo Ahn, and Wang June Kim

Received August 22, 2014; revised January 21, 2015; accepted April 20, 2015; published online August 31, 2015  
© KoSFoST and Springer 2015

**Abstract** The effect of  $\alpha$ -acetolactate decarboxylase (ALDC) on the diacetyl content of beer was studied. Diacetyl is known as an off-flavor compound in beer due to its buttery flavor. ALDC is known to reduce diacetyl by bypassing the diacetyl formation pathway. Herein, beer was brewed with two-row barley (Jinyang) and six-row barley (Dahyang) cultured in Korea with the addition of ALDC. The formation of diacetyl is reversely affected by free amino nitrogen, such as valine. ALDC (0.02, 0.04, and 0.06 unit/mL) was added to the samples, and the physico-chemical properties of the resulting beer were analyzed to determine the quality. Diacetyl content was decreased in proportion to the enzyme concentration. The diacetyl content in samples made from Jinyang and Dahyang decreased by 25 and 15%, respectively. The diacetyl content in both was acceptable for microbrewery.

**Keywords:** diacetyl reduction, ALDC, beer brewing, six-row barley, two-row barley

### Introduction

Diacetyl, a flavor compound, is produced by microbial metabolism and found in fermented foods such as wine, cheese, and beer (1). The presence of diacetyl could be desirable or undesirable depending on its concentration in foods. However, the presence of diacetyl in beer is undesirable due to its buttery flavor (2). The threshold of diacetyl in beer is 0.1-0.15  $\mu\text{g/mL}$  (3-5), and many methods are used to reduce or eliminate it. The levels could be controlled by use of different strains of pitching yeast, control of the pitching rate, addition of valine to wort, or

adjustment of the ratio of amino acids to fermentable sugars (6).

The conventional method of beer brewing takes 2 to 12 weeks. During primary fermentation, yeast is pitched and the wort is fermented for about 3 to 15 days. Most of the flavor compounds, including diacetyl, are produced during this stage. In secondary fermentation or aging, which takes about 7 to 30 days, the diacetyl is slowly reduced to less strongly-flavored compounds by a process referred to as diacetyl rest, which is the most time consuming process in brewing (7-9).

The mechanism of diacetyl synthesis and degradation is well known (10,11). Diacetyl is formed from  $\alpha$ -acetolactate, which is an intermediate in the synthesis of valine by yeast (12). This means that the use of valine deficient malt may result in high  $\alpha$ -acetolactate content.  $\alpha$ -Acetolactate is intracellularly converted into valine or excreted, and becomes decarboxylated into diacetyl by a very slow non-enzymatic reaction (13). Through diacetyl rest, a small amount of residual yeast re-absorbs the diacetyl in wort and reduces it to the less strongly-flavored acetoin and 2,3-butanediol by yeast reductase (14).

However, the enzyme  $\alpha$ -acetolactate decarboxylase (ALDC), which is not present in pitching yeast, is an enzyme produced by a modified strain of *Bacillus subtilis*. It can directly convert  $\alpha$ -acetolactate to acetoin by bypassing diacetyl formation or reducing the diacetyl formation (15-17). In this study, diacetyl reduction in beer was conducted using ALDC, and its effects were compared with conventionally aged beer. In addition, we studied whether or not the quality of beer aged in the presence of enzyme was satisfactory.

### Materials and Methods

**Raw materials** Korean two-row barley (Jinyang) and six-row barley (Dahyang) were obtained from Iksan,

Eun Ji Choi, Hyun Woo Ahn, Wang June Kim (✉)  
Department of Food Science and Biotechnology, Dongguk University-  
Biomed Campus, Goyang, Gyeonggi 410-773, Korea  
Tel: +82-31-961-5144; Fax: +82-31-961-5185  
E-mail: wjkim@dongguk.edu

Dear Dr Kim,

My apologies on the delay and you should have received the reviewers comments from the scholar one system now. The paper is attached with some small corrections needed from reviewer two and some small things that I spotted and you have the comments from reviewer one to address. When you send it back I will get it to the typesetter right away so you can have early online and then it will be printed in volume 121 Issue 4.

Best regards and thank you again for alerting me to the problem.

Inga

Comments from reviewer 1

Reviewer: 1

Comments to the Author

This manuscript is about effect of ultrasonication on fermentation kinetics of beer by using six-row barley cultivated in Korea. As authors mentioned, two-row barley is more suitable for beer fermentation but in Korea six-row barley is commonly cultivated. Therefore it is necessary to develop methods for improving quality of beer which is fermented with six-row barley. In this aspect, the approach in this study might be a solution to overcome the weakness of six-row barley as a main material for beer and informative to related scientists and readers. Therefore the manuscript can be acceptable for publication in the Journal of the Institute of Brewing. Nevertheless I would like to indicate some minor points for improvement of the manuscript.

Title: barely > barley

Line 7: 113,18% > 13,18%p

Line 67: Jeil > Jell

Line 98: Daekwng > Daekwang

Line 242: 2h > 2 h

Line 293: 113,18% > 13,18%p

Reviewer 2 comments are attached in the word document – no changes needed on the figures or tables

ScholarOne Manuscripts - Internet Explorer  
https://mc.manuscriptcentral.com/jib?PARAMS=xik\_49jBpcxSMcT8bgZnQReDvrZGH4btYxLjKUXTaUZYXnNNw3zGxRYXNW94U4oPW7Q48cJ

## Journal of the Institute of Brewing

### Decision Letter (JIB.20140305)

**From:** Ingerussell@sympatico.ca  
**To:** lseungju@dongguk.edu  
**CC:**  
**Subject:** Journal of the Institute of Brewing - Decision on Manuscript ID JIB.20140305 [email ref: DL-SW-2-a]  
**Body:** 14-Jul-2015

Dear Prof. Lee:

Manuscript ID JIB.20140305 entitled "Increasing Fermentable Sugar Yields by High-Pressure Treatment during Mashing" which you submitted to Journal of the Institute of Brewing, has been reviewed. The comments of the reviewer(s) are included at the bottom of this letter.

The reviewer(s) have recommended some very minor revisions to your manuscript. Therefore, I invite you to respond to the reviewer(s)' comments and revise your manuscript.

There are two ways to submit your revised manuscript. You may use the link below to submit your revision online with no need to enter log in details:

[https://mc.manuscriptcentral.com/jib?URL\\_MASK=1285547cf967495fa1569d305d01f25c](https://mc.manuscriptcentral.com/jib?URL_MASK=1285547cf967495fa1569d305d01f25c)

Alternatively log into <https://mc.manuscriptcentral.com/jib> and enter your Author Center. You can use the revision link or you will find your manuscript title listed under "Manuscripts with Decisions." Under "Actions," click on "Create a Revision." Your manuscript number has been appended to denote a revision. Please DO NOT upload your revised manuscripts as a new submission.

You will be unable to make your revisions on the originally submitted version of the manuscript. Instead, revise your manuscript using a word processing program and save it on your computer. Please also highlight the changes to your manuscript within the document by using the track changes mode in MS Word or by using bold or colored text.

Once the revised manuscript is prepared, you can upload it and submit it through your Author Center.

When submitting your revised manuscript, you will be able to respond to the comments made by the reviewer(s) in the space provided. You can use this space to document any changes you make to the original manuscript. In order to expedite the processing of the revised manuscript, please be as specific as possible in your response to the reviewer(s).

**IMPORTANT:** Your original files are available to you when you upload your revised manuscript. Please delete any redundant files before completing the submission.

Once again, thank you for submitting your manuscript to Journal of the Institute of Brewing and I look forward to receiving your revision.

Sincerely,  
Dr. Inge Russell  
Editor-in-Chief, Journal of the Institute of Brewing  
Ingerussell@sympatico.ca

Editor-in-Chief Comments to Author:

## 한국산 6조 보리를 이용한 맥주 발효 Kinetics 특성

김지효 · 김지현 · 이승주 · 홍광원 · 권영안<sup>1</sup> · 박종철<sup>2</sup> · 김왕준\*  
동국대학교 식품생명공학과, <sup>1</sup>우석대학교 외식산업조리학과, <sup>2</sup>국립 식량 과학원

### Characterization of Fermentation Kinetics of Beer Made of Korean 6 Row-Barley

Ji Hyo Kim, Ji Hyun Kim, Seung Ju Lee, Kwang Won Hong, Young An Kwon<sup>1</sup>,  
Jong-Chul Park<sup>2</sup>, and Wang June Kim\*

Department of Food Science and Biotechnology, Dongguk University-Seoul  
<sup>1</sup>Department of Food Science and Culinary Art, WooSuk University  
<sup>2</sup>National Institute of Crop Science, Iksan

#### Abstract

Beers are made of malted barley, hop, yeast, and water where the barley malt is the main ingredient. There are two types of barleys, two-row and six-row barley. Two-row barley is principally used in large-scale beer brewing, whereas six-row barley is incorporated in small scale brewing (e.g., microbrewery). In this study, beers were prepared from five varieties of Korean barley: two-row barley and four six-row barley, through malting, mashing, and fermentation processes. Beer fermentation parameters, namely alcohol and diacetyl contents, turbidity, foam stability, free amino nitrogen (FAN), yeast viability, color, and sensory properties were kinetically studied. From a practical point of view, the beer made of Dahyang, one of the six-row barley malts, showed the highest sensory preferences.

**Key words:** beer, Korean barley malts, fermentation, kinetics, six-row barley

## 서 론

맥주는 맥아, hop, 효모, 물을 이용하여 당화 및 발효 공정을 통해 제조되는 알코올 음료이다. 맥주는 수천 종에 이르는 다양한 종류가 있으며, 세계에서 가장 많이 소비되는 주류 중의 하나이다(Lewis and Young, 1995). 맥주는 몸에 이로운 칼륨, 마그네슘, 아연, 망간, 철분과 같은 미네랄과 비타민 B 계열의 성분을 함유하고 있으며, 이로 인해 대사 기능 촉진, 심혈관 질환 예방, 정신적 건강 및 스트레스 해소 효과와 같은 영양학적 가치를 가지고 있는 것으로 알려져 있다(Bebb et al., 1971; Yi et al., 2004).

맥주의 원료로서 가장 중요한 보리는 이삭의 형태에 따라 2조 보리(two-row barley)와 6조 보리(six-row barley)로 구분된다. 또한 보리는 껍질이 씨알에 밀착하여 붙어 있는 겉보리(hulled barley)와 성숙 후 껍질이 씨알에서 잘 분리되

는 쌀보리(unhulled barley)로 구분된다. 국내에는 일반 보리인 6조 보리가 주로 생산되고 있으며, 2조 보리는 남부 지역 일부에서 소량 재배되고 있다. 6조 보리인 겉보리와 쌀보리는 식용으로 소비되고 있으며, 2조 보리는 맥주용으로 사용된다(Lee et al., 1994).

국내 시판되는 맥주는 대량으로 생산되는 제품이므로 그 원료를 선정할 때는 알코올 생산 수율을 최우선으로 고려한다. 따라서 탄수화물 함량이 높아 발효성 당 함량이 높은 2조 보리 맥아를 수입하여 주로 사용한다. 그러나 국내에서는 2조 보리의 재배가 어렵고, 일부 제주도 및 남부 지방에서 생산되고 있지만 그 생산량 및 품질이 외국산 보다 열등하여 그 사용에 많은 제약이 따른다. 이에 비하여 6조 보리 맥아는 단백질 함량이 상대적으로 높아 mashing 공정에서 끓임/생각 동안 생성되는 단백질-polyphenol 화합물, 발효 공정 후 보란 중에 생성되는 haze에 의한 품질 저하가 발생될 수 있다(Lee WJ, 1989). 그러나 장점으로 당화 효소 함량이 높아 다양한 맛을 요구하는 소규모 생산 맥주에 선호된다. 맛을 다양화할 때는 쌀, 밀 등의 부원료(adjunct)의 추가 사용이 따르는데 부원료의 전분 당화율을 위하여 6조 보리 맥아와 같은 높은 당화력이 요구된다. 최근 국내에서 소규모 생산 맥주 시장이 점차 증가하고 있

\*Corresponding author: Wang June Kim, Department of Food Science and Biotechnology, College of Biosystem, Dongguk University, 3 Pil-dong, Jung-gu, Seoul, 100-715, Republic of Korea  
Tel: +82-2-2260-3373; Fax: +82-2-2260-3373  
E-mail: wjkim@dongguk.edu  
Received May 1, 2013; revised May 30, 2013; accepted May 30, 2013

## 초음파와 효소처리가 국산 6조맥의 당화에서 환원당 생성에 미치는 영향

김혜진 · 김지현 · 이승주 · 김왕준 · 권영안<sup>1</sup> · 홍광원\*  
동국대학교 식품생명공학과, <sup>1</sup>우석대학교 외식산업조리학과

### Effect of Enzymatic and Ultrasonic Treatment on Reducing Sugar Production from Korean 6-row Barley During Mashing

Hye Jin Kim, Ji Hyun Kim, Seung Ju Lee, Wang June Kim,  
Young An Kwon<sup>1</sup>, and Kwang Won Hong\*

Department of Food Science and Biotechnology, Dongguk University-Seoul  
<sup>1</sup>Department of Food Science and Culinary Art, WooSuk University

#### Abstract

The effects of ultrasound and enzyme treatments on reducing sugar production from Korean 6-row barley Dabyang during the mashing process of brewing were studied. The concentration of reducing sugar produced by the traditional method was 41.5 mg/mL. The treatment of both the ultrasound at 400 W and amyloglucosidase (0.1 U/mL) increased the reducing sugar concentration produced in the mashing process by 15% compared to the traditional method. In addition, both treatments reduced the total mashing time from 115 min to 70 min. The combination of ultrasound and amyloglucosidase treatment increased the reducing sugar production yield by 17% during mashing, in comparison with the traditional method.

**Key words:** Korean 6-row barley, mashing, ultrasound, amyloglucosidase, reducing sugar

## 서 론

맥주는 국내에서 가장 많이 판매되는 주류 중의 하나이다. 맥주는 보리와 물, 홉, 효모로 만들며 사용한 원료의 품질과 적성에 따라 맥주의 맛과 향기, 성분 등의 여러 가지 품질에 차이를 갖는다(Wunderlich et al., 2008). 보리는 맥주 원료 중 가장 중요한 비중을 차지하며 맥주품질을 결정하는 결정적 요소이다. 보리는 작물학적으로 배열된 보리알의 열 수에 따라 2조맥(two-row barley)과 6조맥(six-row barley)으로 구별된다(Kim and Kang, 2002). 일반적으로 6조맥은 2조맥에 비해 전분 함유량이 적고 맥즙 품질이 낮아 전세계적으로 맥주제조에는 2조맥이 주로 사용되어 왔다(Goldammer, 2008). 그러나 6조맥을 이용하여 다양한 맥주를 제조하는 연구가 북미 지역을 포함하여 여러 나라에서 활발히 진행되고 있으며(Schwarz and Horsley, 1995), 맥주를 제조할 때 추가공정을 이용하여 6조맥으로

맥주를 만들 수 있는 가능성이 충분하다고 알려져 있다(Gebhardt et al., 1993; Horsley et al., 1995).

국내에서 현재 생산되는 보리의 양은 2조맥 26,189 톤, 6조맥 55,028 톤으로 6조맥이 총 보리 생산량의 67%를 차지하고 있다(Kim et al., 2012). 최근 국내산 6조맥의 소비 활성화를 위한 다양한 보리가공식품 개발이 시도되고 있으나 국내에서는 6조맥을 이용한 맥주제조 연구는 매우 부족한 실정이다. 최근 국산 6조맥 다량의 맥주제조 적성이 국산 맥주보리 전양과 유사하다는 결과가 보고되었으며(Kim et al., 2014), 전분함량이 낮은 6조맥을 맥주제조를 위해 활용할 경우 우선 맥아의 전분을 최대한 추출하여 맥즙을 제조하는 당화 과정의 개선이 필요할 것으로 보인다.

최근 식물이나 폐기물에서 유용성분의 추출이나 당화과정 개선을 위해 초음파나 효소를 이용하는 다양한 사례들이 보고되고 있다. 초음파를 수용액상의 물질에 처리하면 물질의 입자를 더 작게 파괴하거나 물질 입자간의 간격을 발생시켜 반응표면을 증가 시키는 것으로 알려져 있어 약초의 유용성분 추출(Vinatoru, 2001), 대두 오일의 추출(Haizou et al., 2004), 포도의 레스베라트롤 추출(Cho et al., 2005), corn slurry의 당화(Melissa et al., 2010) 효율을 증가시키는데 사용되었다. 또한 효소를 사용하여 폐지(Wood et al., 1997)와 폐목재의 당화(Kim et al., 2011),

\*Corresponding author: Kwang Won Hong, Department of Food Science and Biotechnology, College of Biosystem, Dongguk University, 3 Pil-dong, Jung-gu, Seoul, 100-715, Republic of Korea  
Tel: +82-2-2260-3369; Fax: +82-2-2260-3369  
E-mail: hkwon@dongguk.edu  
Received June 17, 2014; revised December 13, 2014; accepted December 15, 2014

● 포스터발표

**P13 -055**

**Effect of Ultrasonic Treatment on Extraction Efficiency of Korean Six Row Barley during Mashing**

**Ji Hyun Kim\***, Kwang Won Hong, Young An Kwon<sup>1</sup>

*Department of Food Science and Biotechnology, Dongguk University-Seoul, Korea, <sup>1</sup>Department of Food Science and Culinary Art, WooSuk University, Korea*

This study investigated how much ultrasonic treatment is efficient in extracting Korean six-row barley (Dahyang) during mashing. After mixing 50 g of ground malt in 400 mL of distilled water, the mixture was ultrasonically treated using ultrasonic bath (40 kHz, 400 W) for 10 minutes under three different temperatures (40, 50, and 60°C). When the mixture was ultrasonically treated at 60°C, the amount of reducing sugar and free amino nitrogen level of wort were increased by 11.4% and 7.8%, respectively. In addition, the processing time was reduced by half, compared to the conventional 2-h-long mashing method.

**P13 -057**

**Study of Meat Softening by Various Heat Treatment Methods**

**Jin Ho Lee<sup>1\*</sup>**, Seul Ae Lee<sup>1</sup>, Byung Su Kim<sup>1</sup>, Dong Sup Choi<sup>1</sup>, Gye Won Kim<sup>2</sup>, Jae Yong Shim<sup>1,2</sup>

*<sup>1</sup>Department of Food & Biotechnology, Hankyong National University, Korea, <sup>2</sup>Brewing Research Center, Hankyong National University, Korea*

These experiments were carried out to investigate the effects of different heat treatment methods (Sous vide, Autoclave, Micro wave, Boiling) on the softening of various meats (beef, pork, and chicken). For beef and pork, autoclave method produced the lowest hardness ( $6.46 \times 10^3$  and  $4.71 \times 10^3$  N/m<sup>2</sup>, respectively), whereas sous vide method provided the lowest hardness ( $2.80 \times 10^5$  N/m<sup>2</sup>) for chicken. The largest change of density was 0.313 g/cm<sup>3</sup> for pork by boiling. The density change of sous vide-treated beef was 0.206 g/cm<sup>3</sup>, and that of autoclaved chicken was 0.559 g/cm<sup>3</sup>. The overall shrinkage after heat treatments was lowest for sous vide method regardless of meat kinds.

## 다변량 분석에 의한 국내산 6조맥의 맥주제조 적성평가

김지현, 김지효, 권영안<sup>1</sup>, 이승주, 김왕준, 홍광원\*

<sup>1</sup>Department of Food Science and Culinary Art, WooSuk University  
Department of Food Science and Biotechnology, Dongguk University-Seoul

맥주는 보리와 물, 홉, 효모로 제조되며 중요한 주조원료인 보리는 주로 2조맥이 사용된다. 그러나 국내에서는 맥주보리로 사용되는 2조맥 보다 쌀보리, 겉보리로 분류되는 6조맥의 생산량 비중이 높다. 따라서 국내에서 생산되는 6조맥을 이용하여 맥주 제조 적성 평가를 실시하여 6조맥을 맥주보리로 이용할 수 있는 가능성을 확인 하고자 하였다. 이를 위하여 2조맥 1종[맥주보리(진양보리)]과 6조맥 4종[쌀보리(자수정찰보리, 흰찰쌀보리), 겉보리(다향보리, 삼광찰보리)]으로 맥주를 제조하여 제맥적성, 당화적성, 발효적성 분석 평가를 실시하고, 주성분 분석을 통해 보리 품종간의 차이를 비교하였다. 주성분 분석결과, 기존의 품종간 분류와 달리 Group 1 (진양보리, 다향보리), Group 2 (삼광찰보리, 흰찰쌀보리), Group 3 (자수정보리)으로 나뉘었다. Group 1은 Extract, Brix, Carbonation의 관능적 특성이 높았으며, Group 2는 Alcohol, Foam 형성 및 신맛 향 특성이 강하고, Group 3은 Malt protein 및 Sour 맛 특성이 높았다. 이 중에서 Group 1의 맥주제조 적성이 가장 우수하여 실험한 국내산 6조맥 품종 중 다향보리가 맥주 제조에 가장 적합한 것으로 나타났다.

The effect of addition of adjuncts on fermentation kinetics of beer produced from Korean six-row barley  
 Heejung Han and Wang June Kim\*

Department of Food Science and Biotechnology, Dongguk University-Seoul, Seoul 100-715, Korea

Abstract

The purpose of providing more fermentable carbohydrates for yeast during beer fermentation and reducing production cost, adjuncts such as malted rice and malted wheat were added to the base of beer.

In this study, the effect of addition of various amount of adjunct (10 and 20%) on fermentation kinetics of beer produced from Korean six-row barley was examined. Beer adjuncts such as malted rice and malted wheat were added to the base of beer to produce through mashing, mashing and fermentation processes and malted adjuncts were prepared in different temperatures before mashing, after which these were included in wort. Fermentation kinetics, production of quality and sensory were analyzed in terms of fermentation kinetics. The application of 10 and 20% adjunct had no effect on beer color, making it slightly lighter than the control beer. The lower initial nitrogen was higher in beer produced with adjunct. Finally, beer with adjunct such as malted rice and malted wheat had higher fermentation rate.

2.1. Wort boiling and fermentation

After 200 g of grain was added, 1.0 L of base was added and boiled for 10 min. 1.0 L of base was added and boiled for 5 min. Following this, another 1.0 L of base was added and boiled for 5 min. After that, the temperature of wort was cooled to 20°C. After mashing, the wort was cooled to the same temperature as the base. Fermentation was performed in the glass bottle in which the wort, malted rice, malted wheat, malted barley and malted wheat were included.



Figure 1. Beer production process

As always, always, these parameters were measured during culture on completion of each fermentation.

2.2. Specific gravity

Table 1. Specific gravity of wort and adjunct added samples

| Sample  | Wort        | The ratio of adjunct | The ratio of wort |
|---------|-------------|----------------------|-------------------|
| Control | 1.021g/100L | 1.021g/100L          | 1.021g/100L       |
| R10     | 1.021g/100L | 1.021g/100L          | 1.021g/100L       |
| R20     | 1.021g/100L | 1.021g/100L          | 1.021g/100L       |
| W10     | 1.021g/100L | 1.021g/100L          | 1.021g/100L       |
| W20     | 1.021g/100L | 1.021g/100L          | 1.021g/100L       |
| C10     | 1.021g/100L | 1.021g/100L          | 1.021g/100L       |
| C20     | 1.021g/100L | 1.021g/100L          | 1.021g/100L       |
| R10     | 1.021g/100L | 1.021g/100L          | 1.021g/100L       |
| R20     | 1.021g/100L | 1.021g/100L          | 1.021g/100L       |

2.3. Color

Table 2. Color of wort and adjunct added samples on completion of secondary fermentation

| Sample  | R10  | R20  | W10  | W20  | C10  | C20  | R10  | R20  |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Control | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| R10     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| R20     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| W10     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| W20     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| C10     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| C20     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| R10     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| R20     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |

Results and Discussion

2.1. Wort boiling

Table 1. Specific gravity of wort and adjunct added samples on completion of secondary fermentation

| Sample  | Wort  |       |       |       | The ratio of adjunct |       |       |       | The ratio of wort |       |       |       |
|---------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|
|         | R10   | R20   | W10   | W20   | C10                  | C20   | R10   | R20   | W10               | W20   | C10   | C20   |
| Control | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| R10     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| R20     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| W10     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| W20     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| C10     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| C20     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| R10     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| R20     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |

2.2. Color

Table 2. Color of wort and adjunct added samples on completion of secondary fermentation

| Sample  | Wort |      |      |      | The ratio of adjunct |      |      |      | The ratio of wort |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|----------------------|------|------|------|-------------------|------|------|------|
|         | R10  | R20  | W10  | W20  | C10                  | C20  | R10  | R20  | W10               | W20  | C10  | C20  |
| Control | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| R10     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| R20     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| W10     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| W20     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| C10     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| C20     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| R10     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| R20     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |

2.3. Wort boiling

Table 1. Specific gravity of wort and adjunct added samples on completion of secondary fermentation

| Sample  | Wort  |       |       |       | The ratio of adjunct |       |       |       | The ratio of wort |       |       |       |
|---------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|
|         | R10   | R20   | W10   | W20   | C10                  | C20   | R10   | R20   | W10               | W20   | C10   | C20   |
| Control | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| R10     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| R20     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| W10     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| W20     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| C10     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| C20     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| R10     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| R20     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |

2.4. Color

Table 2. Color of wort and adjunct added samples on completion of secondary fermentation

| Sample  | Wort |      |      |      | The ratio of adjunct |      |      |      | The ratio of wort |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|----------------------|------|------|------|-------------------|------|------|------|
|         | R10  | R20  | W10  | W20  | C10                  | C20  | R10  | R20  | W10               | W20  | C10  | C20  |
| Control | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| R10     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| R20     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| W10     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| W20     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| C10     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| C20     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| R10     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| R20     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |

2.5. Wort boiling

Table 1. Specific gravity of wort and adjunct added samples on completion of secondary fermentation

| Sample  | Wort  |       |       |       | The ratio of adjunct |       |       |       | The ratio of wort |       |       |       |
|---------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|
|         | R10   | R20   | W10   | W20   | C10                  | C20   | R10   | R20   | W10               | W20   | C10   | C20   |
| Control | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| R10     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| R20     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| W10     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| W20     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| C10     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| C20     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| R10     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |
| R20     | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021                | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.021             | 1.021 | 1.021 | 1.021 |

2.6. Color

Table 2. Color of wort and adjunct added samples on completion of secondary fermentation

| Sample  | Wort |      |      |      | The ratio of adjunct |      |      |      | The ratio of wort |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|----------------------|------|------|------|-------------------|------|------|------|
|         | R10  | R20  | W10  | W20  | C10                  | C20  | R10  | R20  | W10               | W20  | C10  | C20  |
| Control | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| R10     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| R20     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| W10     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| W20     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| C10     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| C20     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| R10     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| R20     | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0                 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0              | 10.0 | 10.0 | 10.0 |



## 다변량 분석에 의한 국내산 6조맥의 맥주제조 적성평가

김지현, 김지효, 권영안<sup>1</sup>, 이승주, 김왕준, 홍광원\*

<sup>1</sup>Department of Food Science and Culinary Art, WooSuk University  
Department of Food Science and Biotechnology, Dongguk University-Seoul

맥주는 보리와 물, 홉, 효모로 제조되며 중요한 주조원료인 보리는 주로 2조맥이 사용된다. 그러나 국내에서는 맥주보리로 사용되는 2조맥 보다 쌀보리, 겉보리로 분류되는 6조맥의 생산량 비중이 높다. 따라서 국내에서 생산되는 6조맥을 이용하여 맥주 제조 적성 평가를 실시하여 6조맥을 맥주보리로 이용할 수 있는 가능성을 확인 하고자 하였다. 이를 위하여 2조맥 1종[맥주보리(진양보리)]과 6조맥 4종[쌀보리(자수정찰보리, 흰찰쌀보리), 겉보리(다향보리, 삼광찰보리)]으로 맥주를 제조하여 제맥적성, 당화적성, 발효적성 분석 평가를 실시하고, 주성분 분석을 통해 보리 품종간의 차이를 비교하였다. 주성분 분석결과, 기존의 품종간 분류와 달리 Group 1 (진양보리, 다향보리), Group 2 (삼광찰보리, 흰찰쌀보리), Group 3 (자수정보리)으로 나뉘었다. Group 1은 Extract, Brix, Carbonation의 관능적 특성이 높았으며, Group 2는 Alcohol, Foam 형성 및 신맛 향 특성이 강하고, Group 3은 Malt protein 및 Sour 맛 특성이 높았다. 이 중에서 Group 1의 맥주제조 적성이 가장 우수하여 실험한 국내산 6조맥 품종 중 다향보리가 맥주 제조에 가장 적합한 것으로 나타났다.

Monthly in-Flight Magazine of EASTARJET | www.eastarjet.com

@EstarJet\_ZE facebook.com/eastarjet blog http://blog.naver.com/with\_eastar

# EASTAR JET

푸르름이 가득한 6월  
우리는 이스타항공 타고 도쿄로 간다

06  
VOL.43 JUN. 2013

도쿄로 떠나는 힐링 여행  
하코네 국립공원

Rhapsody of tour  
대마도 여행기 2

제주도 내륙 여행의 백미  
구좌읍

당신을 위한 특별함이 가득한 곳  
럭셔리한 싱가포르 여행 1

본 책자가 필요하신 분은 무료로 가져가실 수 있습니다.

People



## 맥주보리가 아닌 순수 국산 보리를 이용한 최고급 맥주에 반하다 - 우석대학교 권영안 교수

글/사진: 김성환

최근 수입 맥주의 판매량이 급속도로 증가하면서 국산 맥주에 대한 여러 우려의 목소리가 높아지고 있다. 특히 지난해 11월 24일 영국의 경제주간지 이코노미스트에 실린 우리나라의 '가스'와 '하이트'에 대한 '화끈한 음식, 지루한 맥주 (Fiery food, Boring beer)'라는 평가는 국내 맥주 시장의 한계를 단적으로 증명해 줬다. '하이트진로'와 'OB맥주' 양대 기업이 80년 이상을 독점해온 한국의 맥주 시장은 낮은 품질로 경쟁력이 저하되고 있다는 것이다. 그동안 여러 하우스 맥주 업체들이 소비자들의 니즈에 맞춘 정통 맥주와 다양한 컨셉의 맥주를 선보이긴 했지만, 우리나라 현행법상 영세한 하우스 맥주 업체들이 시장에서 두각을 나타내는 것은 거의 불가능에 가까웠다. 하지만 '권영안 교수'를 비롯한 서울대 식품공학과 출신 연구원들의 노력으로 이제 우리나라에서도 세계 시장에 당당하게 내놓을 수 있는 최고급 맥주 브랜드가 탄생하게 되었다.

권영안 교수를 비롯한 서울대 식품공학과 동문으로 이루어진 연구진은 국내 최초로 맥주보리가 아닌 국산 일반 보리를 이용해 맥아를 만드는 방법을 개발하였고, 현재 특허를 진행 중이다. 또한, 우석대 산학협력단이 참여하고 권영안 교수가 단장으로 있는 '고창군 농식품 6차 산업화 사업단'이 전라북도 농식품 공모사업에 선정되면서 지역 경제에 크게 이바지함은 물론 홍삼 맥주와 복분자 맥주 등 지역 특산 맥주의 생산과 판매가 전국으로 확대되어 고급스럽고 다양한 소비자들의 욕구를 충족시킬 수 있는 계기가 될 전망이다.

권영안 교수팀이 개발, 판매하는 맥주는 국산 일반 보리로 맥아를 만들기 때문에 맥주이지만 복분자나 홍삼을 혼합한 전통주로 인정받을 수 있다는 점과 식품공학을 전공한 전문가 집단이 개발을 주도하기 때문에 모든 설비 시설을 직접 개발하고 국내에서 자체 제작하므로 설비 단가를

현저하게 낮출 수 있다는 장점을 가지고 있다. 이는 현재 종가세(從價稅)로 부과되는 주세(酒稅)를 낮출 수 있는 요인이 되므로 소비자들에게 일반 맥주와 차별화된 최고급 국산 맥주를 보다 저렴한 가격에 공급할 수 있는 여건을 마련할 수 있을 뿐만 아니라 시장에서 맥주의 맛과 품질은 물론 가격 경쟁력까지 갖추게 되어 FTA 이후 저렴한 가격으로 국내 시장 점유율을 높이고 있는 수입 맥주에 대해서도 충분한 경쟁력을 가질 것으로 기대된다.

홍삼 맥주의 경우 홍삼이 가지고 있는 사포민이라는 쓴맛 성분이 맥주의 흡이 가지고 있는 쓴맛과 서로 상충하지 않고 흡이 가지고 있는 쓴맛의 긴 여운을 부드럽게 끊어주는 역할을 하게 된다. 이를 통해 기존의 맥주에서 불쾌하게 여겨지던 뒤 쓴맛을 개선했다는 것이 권영안 교수의 설명이다. 그리고 남자가 좋다고 알려진 복분자를 이용한 복분자 맥주는 그 색이 너무나 예뻐 맥주잔이 아닌 와인 잔에 담아 판매하고 있고, 오히려 여성들에게 큰 인기를 얻고 있다고 한다.

현재 전주 한옥마을에 있는 우석대학교 한방문화센터의 카페 공간에서 시험 판매 중이며, 브랜드 론칭은 고창군에 공장과 설비가 완공되는 내년 6월로 예상하고 있다.



www.eastarjet.com 69

● 시장분석보고서

가. 생산 및 시장현황

1) 국내 제품생산 및 시장 현황

- 국내 주류시장('09)은 출고액 기준으로 약 7조4천억(소비자 가격 기준 약 22조원)이며, 이 중 맥주 비중이 3조 6천억(48.7%)으로 가장 큰 비율을 차지하고 있다 (표 1).

표 1. 국내 주류시장 현황 (우리술의 현주소와 세계화 전략, 국립농업과학원)

단위: 백만원

| 구분     | 2005      | 2006      | 2007      | 2008      | 2009      |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 전체     | 6,943,943 | 6,945,157 | 7,272,132 | 7,529,739 | 7,358,701 |
| 맥주     | 3,293,945 | 3,164,121 | 3,314,134 | 3,557,429 | 3,598,994 |
| 소주     | 2,419,557 | 2,560,326 | 2,687,599 | 2,883,956 | 2,858,973 |
| 주정     | 364,513   | 395,041   | 407,584   | 431,458   | 441,152   |
| 양주     | 536,511   | 516,950   | 556,458   | 362,600   | 237,587   |
| 과실주·약주 | 213,675   | 198,886   | 197,952   | 188,478   | 113,129   |
| 청주     | 108,133   | 101,429   | 98,733    | 96,819    | 98,917    |
| 기타     | 7,615     | 8,404     | 9,672     | 8,999     | 9,949     |

출처: 한국주류산업협회(국내수입주류제외)

- 국내 주류시장의 주력 부문인 맥주는 광범위한 수요기반을 바탕으로 타 주종 대비 상대적으로 안정적인 출하량을 보이고 있는 이러한 추세는 지속될 것으로 보인다.
- 하지만 수입시장 개방 등으로 외국산 맥주가 국내 주류시장에 깊이 파고들면서 국내 맥주의 입지가 좁아지고 있다 (표 2).

표 2. 국내 맥주수입 실적(주류산업 제 107호, 2011)

주류 수입실적 (천달러, %)

|    | 2003년           | 2004년           | 2005년            | 2006년            | 2007년            | 2008년            | 2009년            | 2010년            |
|----|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 맥주 | 13,664<br>(6.7) | 14,848<br>(8.7) | 16,532<br>(11.3) | 20,506<br>(24.0) | 30,579<br>(49.1) | 39,373<br>(28.8) | 37,156<br>(-5.6) | 43,750<br>(17.7) |

2) 국외 제품생산 및 시장 현황

- 2009년 세계 맥주시장은 전 세계 경제위기의 영향으로 19년 만에 소비량이 감소하면서 기존 주요 시장의 시장침체를 만회하지 못하고 있다.
- 세계적으로 총 맥주소비는 감소하였으나 상위 15개 맥주제조사의 판매는 2008년에 비해 1.4% 증가하였다. 상위 15개사가 세계 맥주시장에서 차지하는 비중은 약 75%에

이른다.

표 3. 세계 상위 15개 맥주제조회사 (주류산업 제 107호, 2011)

2009 세계 상위 15개 맥주 제조사

단위 : 백만 헥토리터

| 순위         | 회사명                       | 본사위치 | 판매량     |         | 증감    | 점유율(세계시장) |       |
|------------|---------------------------|------|---------|---------|-------|-----------|-------|
|            |                           |      | 2008    | 2009    | 08-09 | 2008      | 2009  |
| 1          | Anheuser-Busch Inbev      | 벨기에  | 368.5   | 358.8   | -2.6% | 21.0%     | 20.6% |
| 2          | SABMiller                 | 영 국  | 210.4   | 212.6   | 1.0%  | 12.0%     | 12.2% |
| 3          | Heineken                  | 네덜란드 | 166.9   | 165.7   | -0.7% | 9.5%      | 9.5%  |
| 4          | Carlsberg Breweries       | 덴마크  | 109.3   | 116.0   | 6.1%  | 6.2%      | 6.7%  |
| 5          | China Resources           | 중 국  | 72.6    | 83.7    | 15.3% | 4.1%      | 4.8%  |
| 상위 5개사 소계  |                           |      | 927.6   | 936.8   | 1.0%  | 53.0%     | 53.7% |
| 6          | Tingdao Brewing           | 중 국  | 53.8    | 59.7    | 11.0% | 3.1%      | 3.4%  |
| 7          | Grupo Modelo              | 멕시코  | 52.3    | 52.5    | 0.4%  | 3.0%      | 3.0%  |
| 8          | Molson Coors Brewing      | 미 국  | 51.5    | 50.0    | -3.0% | 2.9%      | 2.9%  |
| 9          | Beijin Yanjing Beer Group | 중 국  | 42.2    | 46.7    | 10.7% | 2.4%      | 2.7%  |
| 10         | Kirin Brewery             | 일 본  | 33.3    | 32.6    | -2.0% | 1.9%      | 1.9%  |
| 상위 10개사 소계 |                           |      | 1,160.7 | 1,178.3 | 1.5%  | 66.3%     | 67.6% |
| 11         | Asahi Brewery             | 일 본  | 28.5    | 27.7    | -2.8% | 1.6%      | 1.6%  |
| 12         | Guinness Brewing(Diageo)  | 영 국  | 22.4    | 22.4    | -     | 1.3%      | 1.3%  |
| 13         | Efes Beverage Group       | 터 키  | 22.5    | 22.1    | -1.8% | 1.3%      | 1.3%  |
| 14         | Kingstar Beer Group       | 중 국  | 18.1    | 19.3    | 6.5%  | 1.0%      | 1.1%  |
| 15         | San Miguel Brewery        | 필리핀  | 17.6    | 17.4    | -1.5% | 1.0%      | 1.0%  |
| 상위 15개사 소계 |                           |      | 1,269.8 | 1,287.1 | 1.4%  | 72.5%     | 73.8% |

※ 자료 : Impact Databank

## 나. 개발기술의 산업화 방향 및 기대효과

### 1) 산업화 방향(제품의 특징, 대상 등)

- 세계 주류시장의 키워드는 ‘건강’, ‘고급화’, ‘포장 및 편의성’이다. 최근 저 알코올성 음료에 대한 젊은 층 소비자들의 관심을 끌고 있으며 천연, 유기농, 무첨가제, 기능성, 저칼로리 등을 선호하는 경향이 있다.
- 건강한 삶을 추구하는 웰빙, 로하스 열풍과 더불어 부드럽고 도수가 낮은 술을 선호하는 경향에 비추어 국산보리를 이용한 고품질 프리미엄 맥주제조 기술의 개발은 시의 적절하며 기술개발 후 실용화를 위해 지역맥주산업으로 연계시키는 것이 바람직할 것이다.
- 한류 열풍으로 해외 시장에서 국산 술의 소비가 늘고 있으므로 기존의 맥주와 차별화된 고급맥주를 생산하여 해외 시장에도 진출을 고려해야 한다. 정부에서도 국내농산물을 주원료로 제조하는 전통주 사업의 경쟁력 강화를 위해 주세율 인하, 규제완화, 품질인증제 시행, 새로운 제조기술의 개발 등 정부차원의 지원이 강화될 필요가 있다.

2) 산업화를 통한 기대효과

(단위 : 백만원)

| 항 목 \ 산업화 기준 | 1차년도 | 2차년도 | 3차년도 | 4차년도  | 5차년도   | 계      |
|--------------|------|------|------|-------|--------|--------|
| 직접 경제효과      | 0    | 0    | 10   | 100   | 500    | 610    |
| 경제적 파급효과     | 0    | 0    | 100  | 1,000 | 5,000  | 6,100  |
| 부가가치 창출액     | 0    | 0    | 100  | 1,000 | 5,000  | 6,100  |
| 합 계          | 0    | 0    | 210  | 2,100 | 10,500 | 12,810 |

- 1) 직접 경제효과 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 제품의 매출액 추정치
- 2) 경제적 파급효과 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통한 농가소득효과, 비용절감효과 등 추정치
- 3) 부가가치 창출액 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 수출효과, 브랜드가치 등 추정치

## 1. Title

Determination of Korean priority sensory attributes of beer by sensory analysis with fuzzy reasoning

## 2. Abstract

The sensory attributes which contribute to Korean preference for beer were identified in terms of their priority through fuzzy reasoning on sensory data. The priority attributes have the high contribution weights to overall palatability. The contribution weights of the attributes were simply surveyed, and the palatabilities of 12 individual attributes of 20 beer products were sensory-evaluated by 100 Korean consumers. The overall palatabilities were fuzzy-reasoned by using the individual palatabilities and their contribution weights. It was found that the estimates did not agree well with the experimentals. This indicated that the primarily surveyed contribution weights could not represent Korean preference and there could be several Korean groups with different preferences for beer. Therefore, the consumers were divided into two groups preferring lager and ale style beers, respectively. The agreements between the estimates and experimentals could be increased. The top three attributes with higher contribution weights were 'total CO<sub>2</sub>', 'bitterness', and 'duration aftertaste' for lager-preferring consumer group, and 'alcoholic', 'total CO<sub>2</sub>', 'bitterness' for ale-preferring consumer group.

## 3. Introduction

약 2천 조원의 세계 주류 시장에서 주류 생산량의 89%는 도수가 낮은 맥주와 와인이 차지하고 있다. 그 중에서도 맥주는 2011년 세계 맥주 소비량이 약 1.9billion hectoliter로 물과 차 다음으로 사람들이 가장 선호하는 drink로 자리매김 했으며, 맥주 시장의 규모 역시 나날이 커지고 있다. 마찬가지로 한국에서도 저도주 소비추세로 인하여 맥주의 선호도가 2009년 (30.5%), 2010년 (34%)로 지속적으로 늘어 2011년에 한국인이 가장 선호하는 술로는 맥주 (37%)가 소주(34%)로 앞섰다. 이는 소주보다 도수가 낮아 부담이 적어 젊은 층과 여성층 사이에 인기가 많은 것으로 사료된다. 또한 다양한 맥주를 찾는 소비자 때문에 한국에서 유통되는 수입맥주의 종류와 매출이 늘고 있다. 실제로 한국 맥주시장에서 수입맥주의 매출은 전년 대비 24% 증가했다. 이를 통해 앞으로 한국 맥주 시장의 규모는 더 커질 것으로 예상된다. 따라서 1) 한국 맥주 시장의 성장으로 인한 업체간의 치열한 경쟁과 2) 다양한 맥주를 찾는 소비자의 취향을 충족시키기 위해서는 한국인이 중요하게 생각하는 품질인자를 과학적으로 찾는 것이 필요하다.

일반적으로 사람들이 선호하는 맥주를 선택 할 때 영향을 미치는 factor는 구입과정에서 생기는 factor(brand, price, distribution, differentiation and packaging)와 sensory attributes로

나눌 수 있다. 이 중 맥주의 브랜드나 소비자의 과거 경험이 맥주 선호도에 영향을 미치는 것이므로 맥주의 관능 속성은 더 중요하게 작용한다. 맥주의 sensory attributes는 크게 aroma, appearance, taste, mouth feel로 나누며 meilgaard의 beer flavor wheel에 의하면 worty, phenolic, rancid, mold 같은 45개 이상의 단어로 표현할 수 있다. 하지만 이렇게 많은 표현들 중 소비자가 맥주를 선택할 때 중요하게 고려하는 속성은 작게는 개인별로, 크게는 국가별, 문화별로 다를 것이다. Italy의 맥주 소비자들은 잘 알려진 브랜드의 익숙한 풍미보다는 새로운 맥주 스타일이 인기가 많으며 비교적 알코올 함량이 낮은 맥주를 선호한다. 그리고 중국의 소비자들은 쓴맛과 신맛처럼 잘 조화되지 못하는 강한 맛을 싫어하는 것으로 밝혀졌다. 이 뿐만 아니라 최근 VINEPAIR에서 전 세계를 대상으로 나라별 가장 선호하는 맥주를 공개했는데, 미국은 bud light, mexico는 Skol, 이란은 non-alcoholic beer, 영국은 Bud light, 캐나다의 budweiser를 선호하는 것으로 나타났다. 이를 통해 각 맥주의 sensory attributes를 분석한다면 나라마다 중요하게 생각하는 sensory attributes를 알 수 있다. 아직 한국의 소비자에게 중요하게 생각하는 맥주의 sensory attributes에 관한보고 또는 연구는 전무한 실정이다.

식품의 맛을 결정하는데 가장 중요한 품질인자를 알아내기 위해서 패널을 대상으로 survey하는 방법이 있다. Lee 등은 소세지의 중요한 품질인자를 survey하고 퍼지추론으로 그 중요도를 수치화하였다. *Chunféng*은 중국소비자들의 맥주의 맛에 가장 영향을 주는 품질인자를 survey하고 역시 퍼지 추론하여 수치화하였다. 그러나 survey를 하면 간편하고 빠르게 많은 데이터를 얻을 수 있다는 장점이 있지만 맛을 보지 않고 survey하는 것은 개인의 기억에 의존하는 것이기 때문에 정확성이 떨어진다. 심지어 taste나 odor만 첨가된 식품의 경우 관능검사를 할 때도 향이 금방 사라져 버리기 때문에 항상 정확한 값을 얻기 힘든 만큼 survey는 더욱 정확한 값을 얻기 힘들 것이다. 한편 Lee나 *Chunféng*의 연구에서 수치화된 품질인자의 중요도와 각 시료에 대해 관능 검사하여 얻어진 품질인자의 선호도로부터 종합적인 선호도를 퍼지 추론하였다. 이 과정에서 survey로부터 얻어진 품질인자의 중요도가 부 정확하다면 종합적인 선호도의 추론 값의 정확도 또한 낮게 될 것이다. 따라서 이 방법을 사용하여 퍼지 추론 적용한 종합적인 선호도의 정확도를 검사한다면 survey된 중요도 항목의 정확도를 평가할 수 있게 된다.

한편 퍼지 추론이란 퍼지 데이터들의 관계를 퍼지 함수화하고 독립변수인 퍼지 데이터에 대한 종속변수인 퍼지 데이터를 계산 또는 추론하는 수학적 기법이다. 퍼지 데이터는 기존의 deterministic 값이 아닌 애매모호함을 포함하는 일종의 집합 값으로 특히 인간 감성과 관련된 속성을 나타내는데 매우 효과적이다. 예를 들면 단맛의 세기를 9점 척도법으로 평가할 때 deterministic 값으로 표현할 경우는 패널들의 응답(3, 4, 3, 4, 3, 2, 4, 2, 5, 4)을 평균값  $((3+4+3+4+3+2+4+2+5+4)/10=3.4$ , 표준편차= 0.97)을 나타낸다. 그러나 퍼지 데이터로 표현할 경우에는  $\{(2, 0.2), (3, 0.3), (4, 0.4), (5, 0.1)\}$ 로서 2, 3, 4, 5의 원 데이터를 집합으로 빠짐없이 제시하고 각 값에 대한 소속도인 0.2, 0.3, 0.4, 0.1를 함께 제시한 형태이다. 즉, deterministic 값의 데이터는 평균값과 표준편차 만을 제시하여 실제 값의 정보가 유실되는 반면 퍼지 데이터는 실제 값의 정보가 그대로 보존되어 사용자의 판단에 도움이 된다. 이에 현재 식품의 관능검사에 퍼지 데이터의 적용 사례는 증가되고 있는 실정이다. 일단 퍼지 데이터가 준비되면 퍼지 추론의 연산을 해야 하는데 가장 필수적인 요소는 퍼지 변수간의 관계이다. 퍼지 관계는 Mandani's, Sugeno's Tsukamoto's 방법으로 구축되는데 sausage의 관능검사의 경우에는 독

립변수로 각 관능속성의 기호도, 종속변수로는 종합적인 기호도로 설정되었고, 퍼지 관계는 각 관능속성의 중요도와 함께 구축되었다. 이와 같이 퍼지 추론에서는 퍼지 관계가 정확해야 예측되는 종속변수의 값이 정확하게 된다. 따라서 관능검사의 경우 퍼지 관계를 형성하는 각 관능속성의 중요도가 매우 중요하게 작용된다.

따라서 본 연구에서는 한국인이 고려하는 중요한 맥주의 관능속성을 알아내기 위해 퍼지추론을 적용하였다. 먼저 맥주의 관능속성의 중요도는 survey 검사로부터 얻었으며, 각 관능 속성의 기호도는 20가지 맥주를 관능 검사하여 얻었다. Survey는 소비자 집단을 여러 군(lager 선호집단, ale 선호집단)으로 나누어 산출하였으며, 각 survey 결과의 정확성을 평가하였다. 즉, 퍼지 추론된 종합적 기호도의 예측 값과 관능검사의 실험값을 비교하여 가장 정확한 각 관능속성의 중요도로부터 한국인이 고려하는 맥주의 관능속성을 알 수 있었다.

## 4. Material and methods

### 4.1 Samples

Korea에서 판매되는 거의 대부분의 domestic and imported 맥주를, lager-style beer 12개와 ale-style beer 8개, 선택하여 관능검사에 사용하였다. lager-style의 맥주에는 dry, pale, light, pilsner lager 4종의 맥주를 포함하며 ale-style의 맥주에는 abbey, gold, Belgian white ale, brown, dark, pale, wheat 등 다양한 맥주를 이용하였다(Table 1).

Table 1. Identification and characteristics of the 20 beer samples.

| Code | Type of beer      | Country of origin | Category    |
|------|-------------------|-------------------|-------------|
| 1    | Dry lager         | Japan             | Lager-style |
| 2    | Light lager       | U.S               |             |
| 3    | Pale lager        | Korea             |             |
| 4    | Pale lager        | Germany           |             |
| 5    | Pale lager        | Japan             |             |
| 6    | Pale lager        | Netherlands       |             |
| 7    | Pale lager        | Mexico            |             |
| 8    | Pale lager        | Belgium           |             |
| 9    | Pilsner lager     | Korea             |             |
| 10   | Pilsner lager     | Czech             |             |
| 11   | Pilsner lager     | China             |             |
| 12   | Pilsner lager     | Germany           |             |
| 13   | Abbey ale         | Belgium           | Ale-style   |
| 14   | Gold ale          | U.S               |             |
| 15   | Wheat             | Austria           |             |
| 16   | Belgian white ale | France            |             |
| 17   | Brown ale         | U.K               |             |
| 18   | Dark ale          | Ireland           |             |
| 19   | Wheat             | Belgium           |             |
| 20   | Pale ale          | Korea             |             |

#### 4.2 Procedure for determination of Korean priority sensory attributes in beer

한국인이 중요하게 생각하는 맥주의 품질인자를 찾기 위한 절차는 Fig. 1와 같았다. 절차의 큰 줄거리는 survey로부터 얻어진 각 품질인자의 중요도 중 가장 정확성을 갖는 결과를 선택하는 것이다. 그 정확성은 관능검사로부터 얻어진 기호도와 퍼지 추론된 기호도의 차이로 결정된다. 먼저 survey로부터 각 품질 인자의 contribution weight를 퍼지 추론으로 구한다(A). 그리고 각 맥주 시료의 전체 기호도를 퍼지 추론으로 구한다(C). 단, C 과정에서는 맥주 시료에 대해 관능검사로부터 얻어진 각 품질 인자의 기호도 데이터가 사용된다(B). 또한 정확성 평가에 사용될 전체 기호도는 단순히 관능검사로부터 얻는다.

First step: Survey for Korean priority sensory attributes of beer, thereby fuzzy-reasoning their weights

한국인이 중요하게 생각하는 맥주의 품질인자를 survey를 통해 조사하였다. Survey는 100명의 한국인 소비자에게 설문지를 주고 문답하는 식으로 이루어졌다. Table. 2의 survey 설문지와 같이 12가지 맥주 품질인자에 대하여 중요하게 생각되는 정도를 5개 수준 중 (very slight=1, slight=2, moderate=3, important=4, very important=5) 선택하도록 하였다. 맥주품질인자로 ASBC를 참고하여 oily mouth coat, total CO<sub>2</sub>, density, stickiness, alcoholic, bitterness, astringency, duration aftertaste, foam volume, bubble size, viscosity, gritty mouth coat로 선택하였다. 문답의 결과인 각 맥주품질인자에 대한 vote수로부터 중요도 (contribution weight)를 퍼지 추론 하였다. 단, vote수 결과는 3가지 경우(전체집단, larger선호집단, ale선호집단) 분류하여 각 집단의 중요도 set가 산출되었다. 여기서 사용된 설문조사는 table 2와 같다.

Second step: Sensory evaluation of beer for preference of attributes, thereby fuzzy-reasoning overall palatability

한국에서 시판되는 20가지 맥주에 대하여 관능검사를 실시하였다. 관능검사는 100명의 한국인 소비자에게 맥주의 기호도를 검사하였다. Survey에서 나타난 중요도가 높은 6가지 품질인자에 대해서 맥주의 기호도를 9점 척도(dislike extremely=1, dislike very much=2, dislike moderately=3, dislike slight=4, neither like nor dislike=5, like slightly=6, like moderately=7, like very much=8, like extremely=9)로 답하도록 하였다. 검사 결과로부터 전체기호도 (overall palatability)를 퍼지추론 하였다.

The last step: Comparison between fuzzy-reasoned and experimental overall palatability, thereby determining Korean priority sensory attributes with highest accuracy

Survey로부터 얻어진 3가지 중요도 set 중 가장 정확성이 높은 set를 선택하였다. 정확성은 맥주 시료의 퍼지 추론된 전체 기호도와 직접 관능검사 된 전체기호도의 차이를 통계적으로 평가하여 결정하였다.

Table 2. Survey form for contribution weight of sensory attributes of beer.

1. 본인이 선호하는 맥주 스타일을 선택하십시오.

|       |     |
|-------|-----|
| Lager | Ale |
|       |     |

2. 귀하가 2번을 답할 때, 맥주의 어떤 특성이 중요하다고 생각했기에 선택했나요?

| Sensory attributes    | Very important           | Important                | Moderate                 | Slight                   | Very slight              |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Oily mouth coat       | <input type="checkbox"/> |
| Gritty mouth coat     | <input type="checkbox"/> |
| Density               | <input type="checkbox"/> |
| Stickiness            | <input type="checkbox"/> |
| Alcoholic             | <input type="checkbox"/> |
| Bitterness            | <input type="checkbox"/> |
| Astringency           | <input type="checkbox"/> |
| Duration aftertaste   | <input type="checkbox"/> |
| Foam volume           | <input type="checkbox"/> |
| Bubble size           | <input type="checkbox"/> |
| Viscosity             | <input type="checkbox"/> |
| Total CO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> |

3. 주어진 맥주 시료의 선호도를 9점 척도로 선택하십시오

| Sensory attributes    | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Total CO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> |
| Density               | <input type="checkbox"/> |
| Alcoholic             | <input type="checkbox"/> |
| Bitterness            | <input type="checkbox"/> |
| Duration aftertaste   | <input type="checkbox"/> |
| Foam volume           | <input type="checkbox"/> |

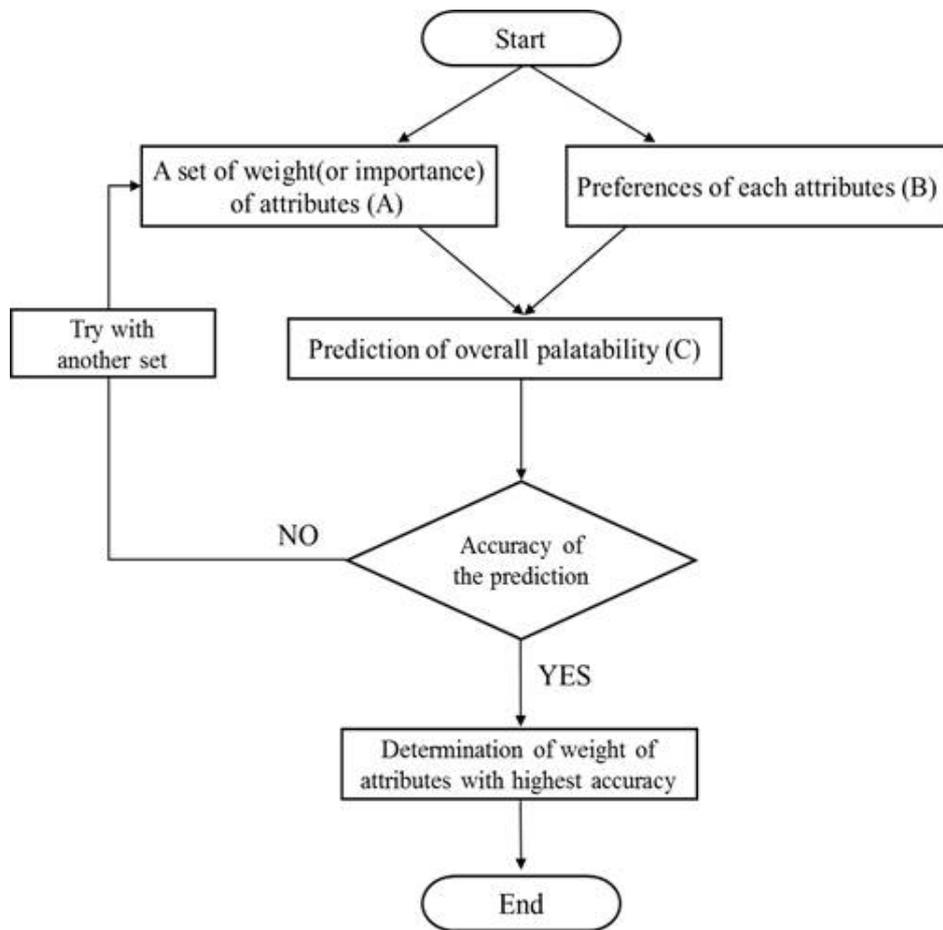


Fig. 1. The flowchart of algorithm to determinate Korean priority sensory attributes in beer

#### 4.3 Fuzzy reasoning

관련된 속성들의 fuzzy set을 결정 (식 1), fuzzy set들 사이의 관계를 설립 (식 2), input fuzzy set과 fuzzy set의 관계를 합성 (식 3), output fuzzy set의 defuzzification (식 4)이다.

$$P(X) = (x, u_x(x)) | x \in X, u_x(x) \in [0,1] \quad (1)$$

여기서 P(X)는 퍼지 set, x는 집합요소,  $u_X(x)$ 는 x의 membership degree이다.

$$R(X, Y) = (x, y, u_R(x, y)) | x \in X, y \in Y, U_R(x, y) \in [0,1] \quad (2)$$

여기서 R(X, Y)는 relation fuzzy sets,  $u_R(x, y)$ 은 x와 y의 관계 membership degree이다.

$$u'_y(y) = \max[\min[u'_x(x), u_R(x,y)], x \in X, y \in Y] \quad (3)$$

여기서  $u'_x(x)$ 는  $P'(X)$ 에 대한  $P'(Y)$ 를  $R(X, Y)$ 로부터 추론할 때 input fuzzy set ( $P'(X)$ )의 집합요소의 membership degree,  $u'_y(y)$ 는 output fuzzy set ( $P'(Y)$ )의 집합요소의 membership degree이다. max, mix의 연산은 Mamdani의 방법에 의거하였다.

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n y_i u'_y(y_i)}{\sum_{i=1}^n u'_y(y_i)} \quad (4)$$

여기서  $C$ 는  $P'(Y)$ 를 defuzzification한 deterministic value,  $n$ 은 집합요소 총 개수이다. Defuzzification은 center of gravity method에 의거하였다.

본 연구에서는 맥주에 관여하는 품질인자의 중요도와 맥주의 전체 기호도를 퍼지 추론하였다. Table 3와 같이  $P(X)$ 와  $P(Y)$ 로부터  $R(X,Y)$ 를 build하고  $P'(X)$ 와 composition해서 최종  $P'(Y)$ 를 산출하였다.

Table 3. Fuzzy set variables used in reasoning contribution weight of attributes or preference of attributes

|              | 중요한 품질인자 추론                    | 전체 기호도 추론                 |
|--------------|--------------------------------|---------------------------|
| $P(X)^*$     | Survey에서 고려된 각 중요도 등급          | 관능검사에서 고려된 각 품질인자         |
| $P(Y)$       | Survey에서 얻어진 각 중요도 등급에 대한 품질인자 | 관능검사에서 얻어진 각 품질인자에 대한 기호도 |
| $P'(X)^{**}$ | 중요한 세기를 반영한 중요도 등급             | 중요한 품질인자                  |
| $P'(Y)$      | 중요한 품질인자                       | 전체 기호도                    |

\* $P(X), P(Y) \rightarrow R(X, Y)$

\*\* $P'(Y) = R(X, Y) \bullet P'(X)$

#### 4.4 Sensory evaluation

평소에 맥주를 마셔본 경험이 있는 소비자들에게 맥주 randomized incomplete block법으로 제시하였다. Randomized incomplete block은 평가한 sample의 수가 많을 때 사용되는 방법으로 20가지를 5번에 걸쳐 한 회당 4개의 맥주를 평가하게 했다. 테스트에서 사용되는 맥주는 모두 4℃에 냉장 보관했으며, 관능검사 시 sample의 온도가 10℃를 넘지 않도록 유지하면서 진행하였다. 또한 샘플 제공 시, 시료를 일정한 높이에서 따라 거품의 양을 일정하게 50ml씩 유리컵에 담아 제공하였다. 그리고 샘플과 샘플 사이에 10분씩 간격을 두고 제시하였으며, 동반식품으로 무염스낵과 충분히 입을 가실 수 있도록 물을 제공 하였다. 데이터 분석은 5가지

경우로 나누어 실행하였다. 즉, 모든 맥주-모든 패널, larger 맥주-모든 패널, ale 맥주-모든 패널, larger 맥주-larger선호 패널, ale 맥주-ale선호 패널의 경우로 데이터를 분류하여 분석에 사용하였다 (Table 4).

Table 4. Grouping of Korean consumers and beer samples for determination of beer's sensory attributes.

| Beer sample         | Consumer group      |                     |                   |
|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
|                     | Whole <sup>a)</sup> | Lager <sup>b)</sup> | Ale <sup>c)</sup> |
| Whole <sup>d)</sup> | Case I              |                     |                   |
| Lager <sup>e)</sup> | Case II             | Case IV             |                   |
| Ale <sup>f)</sup>   | Case III            |                     | Case V            |

#### 4.5 Statistical analysis

맥주의 전체 기호도를 퍼지 추론한 값과 실험값의 일치도를 분석하기 위하여 MSE, bias factor, accuracy factor를 구하였다.

$$MSE = \frac{RSS}{n} = \frac{\sum(N_{experimental} - N_{estimated})^2}{n}$$

$$Bias\ factor = 10^{\left(\frac{\sum \log[N_{experimental}/N_{estimated}]/n}{1}\right)}$$

$$Accuracy\ factor = 10^{\left(\frac{\sum \log[N_{estimated}/N_{experimental}]/n}{1}\right)}$$

MSE(mean square error)란 예측값의 정확도를 측정하는 가장 보편적인 방법으로 예측값과 실험값의 차이를 분산의 합으로 나타내는 것이다. 일반적으로 MSE는 modeling이 data와 얼마나 적합한지를 살펴보는 방법으로 MSE값이 작다는 것은 분산이 작다는 것이고 이는 결과의 오차가 적다는 것을 의미한다. Bias factor와 accuracy factor는 model의 신뢰성을 검증하기 위해 계산하는 것으로 bias factor는 범위의 up and down을 측정하고, accuracy factor는 예측값과 실험값의 차이를 측정하는 것이다.

추가적으로 전체 기호도의 실험값의 유의적 차이를 보기 위하여 MS Excel 프로그램을 사용하여 F-test를 하였다.

## 5. Results and discussion

### 5.1 Priority sensory attributes of beer from survey

소비자가 맥주를 선택할 때 중요하게 고려하는 품질요인을 알기 위해 설문조사하였다. 조사 대상으로 한 품질 요인은 12가지로 oily mouth coat, total CO<sub>2</sub>, density, stickiness, alcoholic, bitterness, astringency, duration aftertaste, foam volume, bubble size, viscosity, gritty mouth coat를 소비자에게 질의하였다. 한편 lager와 ale맥주는 효모, 발효방식의 차이로 인해 맥주의 속성이 상이하다. 즉, lager맥주는 풍부한 거품과 부드러움, 깔끔한 뒷맛이 특징인 반면 ale 맥주는 과일향의 진한 향과 홉 본연의 쓴맛이 주된 속성이다. 발효 방식의 차이는 맛과 향의 차이를 야기하므로 이로부터 각 그룹이 중요시 하는 품질 요인이 다를 것으로 예상할 수 있다. 따라서 설문 조사 결과를 전체 그룹, lager와 ale을 선호하는 그룹으로 각각 나누어 중요시 하는 속성을 나타내었다. 각 그룹의 survey결과는 Table 5와 같다.

Table 5. Vote result for priority sensory attributes in order of whole, lager, ale-preferring consumer group

| Sensory attributes | a <sub>1</sub> | a <sub>2</sub> | a <sub>3</sub> | a <sub>4</sub> | a <sub>5</sub> | a <sub>6</sub> | a <sub>7</sub> | a <sub>8</sub> | a <sub>9</sub> | a <sub>10</sub> | a <sub>11</sub> | a <sub>12</sub> | Total |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| Very important     | 3              | 49             | 9              | 2              | 37             | 41             | 12             | 26             | 2              | 10              | 4               | 3               | 198   |
| Important          | 18             | 30             | 24             | 7              | 43             | 37             | 28             | 45             | 26             | 24              | 12              | 10              | 304   |
| Moderate           | 26             | 15             | 38             | 19             | 12             | 14             | 26             | 20             | 40             | 17              | 28              | 18              | 273   |
| Slight             | 40             | 5              | 19             | 44             | 6              | 5              | 24             | 7              | 22             | 36              | 39              | 42              | 289   |
| Very slight        | 13             | 1              | 10             | 28             | 2              | 3              | 10             | 2              | 10             | 13              | 17              | 27              | 136   |

| Sensory attributes | a <sub>1</sub> | a <sub>2</sub> | a <sub>3</sub> | a <sub>4</sub> | a <sub>5</sub> | a <sub>6</sub> | a <sub>7</sub> | a <sub>8</sub> | a <sub>9</sub> | a <sub>10</sub> | a <sub>11</sub> | a <sub>12</sub> | Total |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| very important     | 0              | 30             | 4              | 1              | 14             | 25             | 4              | 20             | 1              | 8               | 2               | 0               | 109   |
| Important          | 12             | 19             | 18             | 3              | 33             | 24             | 14             | 26             | 12             | 21              | 7               | 6               | 195   |
| Moderate           | 19             | 9              | 20             | 10             | 7              | 8              | 17             | 11             | 23             | 9               | 15              | 13              | 161   |
| Slight             | 24             | 2              | 14             | 27             | 5              | 2              | 18             | 3              | 16             | 18              | 22              | 24              | 175   |
| Very slight        | 5              | 0              | 4              | 19             | 1              | 1              | 7              | 0              | 8              | 4               | 14              | 17              | 80    |

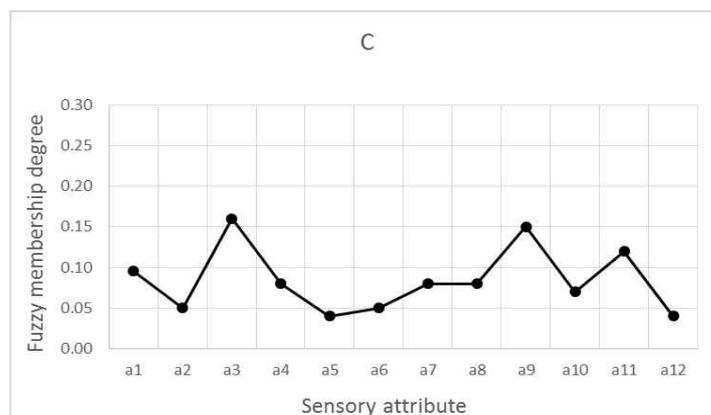
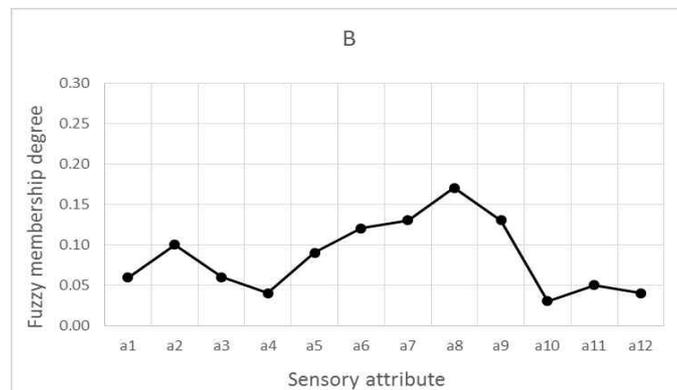
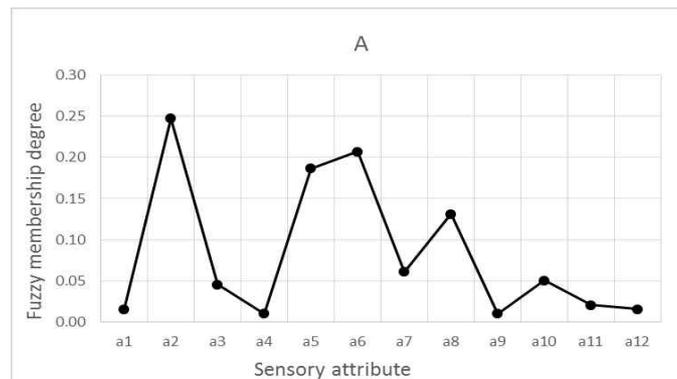
  

| Sensory attributes | a <sub>1</sub> | a <sub>2</sub> | a <sub>3</sub> | a <sub>4</sub> | a <sub>5</sub> | a <sub>6</sub> | a <sub>7</sub> | a <sub>8</sub> | a <sub>9</sub> | a <sub>10</sub> | a <sub>11</sub> | a <sub>12</sub> | Total |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| very important     | 3              | 19             | 5              | 1              | 23             | 16             | 8              | 6              | 1              | 2               | 2               | 3               | 89    |
| Important          | 6              | 11             | 6              | 4              | 10             | 13             | 14             | 19             | 14             | 3               | 5               | 4               | 109   |
| Moderate           | 7              | 6              | 18             | 9              | 5              | 6              | 9              | 9              | 17             | 8               | 13              | 5               | 112   |
| Slight             | 16             | 3              | 5              | 17             | 1              | 3              | 6              | 4              | 6              | 18              | 17              | 18              | 114   |
| Very slight        | 8              | 1              | 6              | 9              | 1              | 2              | 3              | 2              | 2              | 9               | 3               | 10              | 56    |

a1: oily mouth coat, a2: total CO<sub>2</sub>, a3:density, a4:stickiness, a5:alcoholic, a6:bitterness, a7:astringency, a8:duration aftertaste,a9:foam volume, a10:bubble size, a11:viscosity, a12:gritty mouth coat

survey결과로부터 품질요인의 중요도를 퍼지 추론하기 위한 1단계 작업으로 각 품질 요인이 5개의 중요도 등급에 속한 정도를 figure 2와 같이 나타내었다. 퍼지 추론하기 위해서 맥주의

전체 기호도를 나타내는데 각 품질 요인이 기여하는 정도를 퍼지집합 PW로 나타내고 very important, important, moderate, slight, very slight의 중요도 등급을 퍼지집합 PX로 나타냈다. 예로 전체 집단에서 very important 등급에 대한 oily mouth coat의 vote 수는 3이고 전체 vote수는 198로 소속도는 총합에 대한 비율인  $3/198=0.015$ 로 나타내었다.



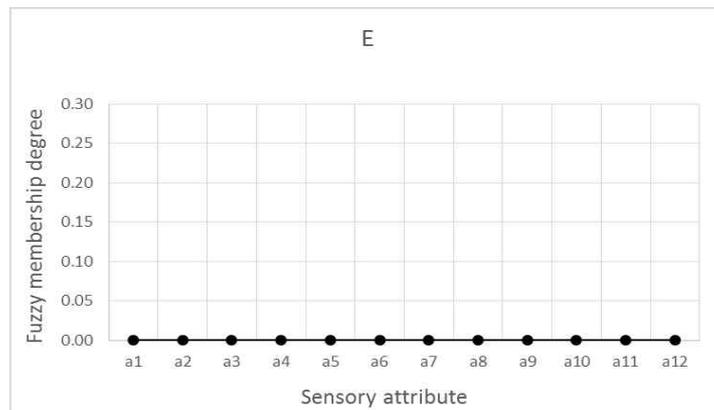
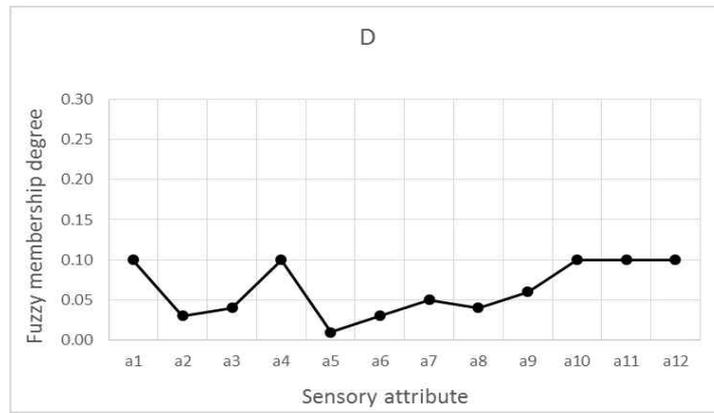
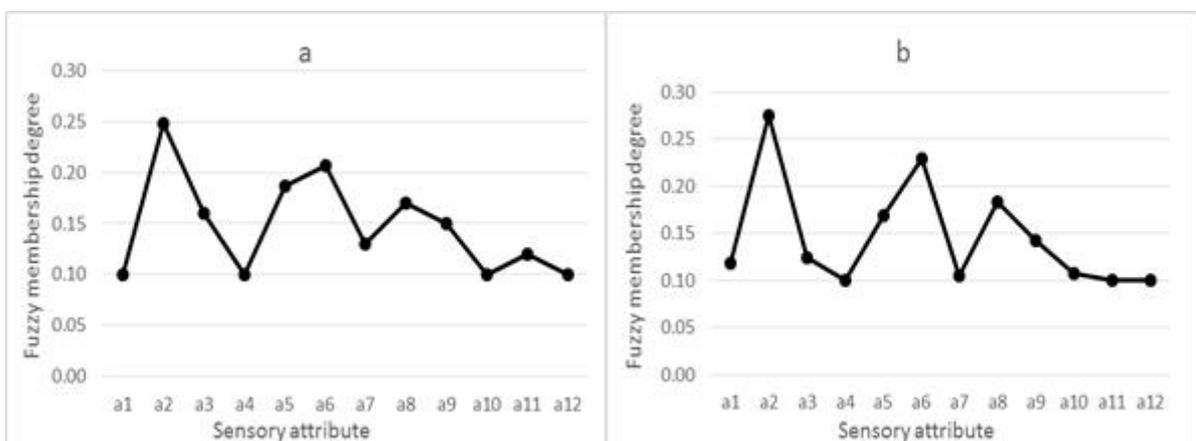


Fig 2. Fuzzy membership degree for priority sensory attribute  
 (A: very important, B: important, C: moderate, D: slight, E: very slight)

또한 퍼지 집합 PY는 각 중요도 등급이 소비자의 맥주 선택 시 기여하는 정도를 나타내는 퍼지 집합으로 당연히 very important가 0.4, important가 0.3, moderate가 0.2, slight가 0.1, very slight가 0의 순으로 가정하였다(0.4+0.3+0.2+0.1+0.0=1.0). 따라서 최종적으로 각 그룹별 품질요인의 중요도를 산출하기 위하여 퍼지집합 PX와 퍼지집합 PY를 합산하여 figure 3 나타내었다.



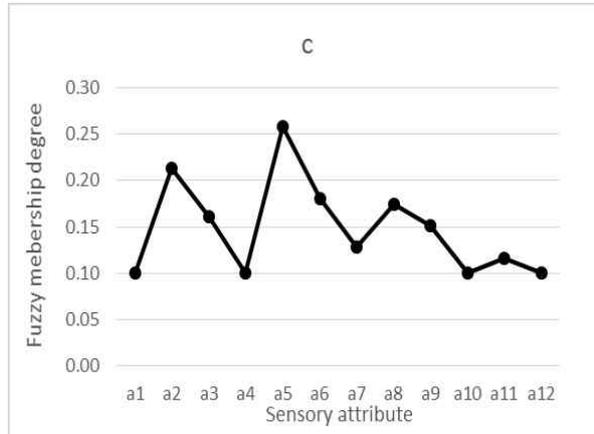


Fig 3. priority fuzzy sets of sensory attributes for each consumer group (a- whole consumer group, b- lager preferring consumer group, c- ale preferring consumer group)

Figure 3은 퍼지 추론된 3가지 그룹에 대한 ‘맥주 속성의 중요도 퍼지 집합’이다. 가로축은 각 품질 요인을 나타낸 것이고 세로축은 각 품질요인의 소속도 이다. 또한 fig 3의 (a),(b),(c)는 각각 전체집단, lager 선호집단, ale 선호집단의 중요도 퍼지 집합이다. 전체 집단에서 소속도는 0.25/total CO<sub>2</sub> , 0.21/bitterness, 0.19/alcoholic, 0.17/duration aftertaste, 0.16/density, 0.15/foam volume의 순으로 나타났다. Lager를 선호하는 집단의 소속도는 0.28/total CO<sub>2</sub>, 0.23/bitterness, 0.18/duration aftertaste, 0.17/alcoholic ,0.14/foam volume, 0.12/density의 순으로 나타났다. 마지막으로 ale을 선호하는 집단의 소속도는 0.26/alcoholic, 0.21/total CO<sub>2</sub>, 0.18/bitterness, 0.17/duration aftertaste, 0.16/density, 0.15/foam volume의 순으로 나타났다. 즉 세 그룹에서 각 품질요인의 contribution weight와 순위가 달랐으며 세 그룹에서 공통적으로는 oily mouth coat, viscosity, stickiness, bubble size, gritty mouth coat, astringency가 낮은 소속도를 보였다. 따라서 12개의 품질 요인 중 소속도가 높은 6개의 품질요인을 선택하여 맥주 20가지에 대해 관능검사 하였다. 관능검사 결과로부터 전체 기호도를 퍼지추론하기 위하여 세 가지 ‘맥주 품질요인의 중요도 퍼지 집합’을 사용하였다.

## 5.2 Consumer preferences of sensory attributes of beer

선발된 6개의 품질 요인에 대하여 관능검사 한 20가지 맥주 중 sample A에 대한 vote수는 table 6과 같다. 또한 각 품질인자에 대한 관능검사 결과로부터 시료의 전체 기호도를 퍼지 추론하기 위한 1단계 작업으로 각 기호도 등급이 해당 속성에 속한 정도를 fig 4와 같이 나타내었다.

Table 6. Consumer votes for preference of sensory attributes of beer sample A

| Sensory attribute   | Hedonic scale |   |    |   |    |    |    |   |   |
|---------------------|---------------|---|----|---|----|----|----|---|---|
|                     | 1             | 2 | 3  | 4 | 5  | 6  | 7  | 8 | 9 |
| Total CO2           | 0             | 2 | 6  | 4 | 16 | 9  | 10 | 8 | 5 |
| Bitterness          | 3             | 5 | 1  | 8 | 0  | 21 | 13 | 6 | 3 |
| Duration Aftertaste | 4             | 1 | 11 | 8 | 7  | 15 | 6  | 8 | 0 |
| Alcoholic           | 0             | 6 | 2  | 8 | 16 | 4  | 14 | 8 | 2 |
| Foam volume         | 3             | 1 | 6  | 9 | 18 | 8  | 7  | 2 | 6 |
| Density             | 6             | 2 | 2  | 8 | 24 | 8  | 7  | 1 | 2 |

Sample A의 전체 기호도를 퍼지 추론하기 위해서 각 기호도 등급이 해당 품질 요인에 속한 정도를 집합 PY로 ‘맥주 속성의 중요도 퍼지 집합’을 PZ로 나타내었다. 예로 집합 PY는 sample A에서 total CO2의 기호도 총 vote가 60인데 기호도 3등급의 vote 수는 6으로 소속도는  $10/60=0.1$ 로 계산된다. 따라서 전체 기호도를 산출하기 위하여 퍼지 집합 PY와 퍼지 집합 PZ를 합성하였다. 여기서 사용된 퍼지 집합 PZ는 그림 3-b이며, sample A는 lager계열의 맥주로서 lager 집단의 ‘맥주 품질 요인의 중요도’의 정확성을 시험하는데 사용되었다.

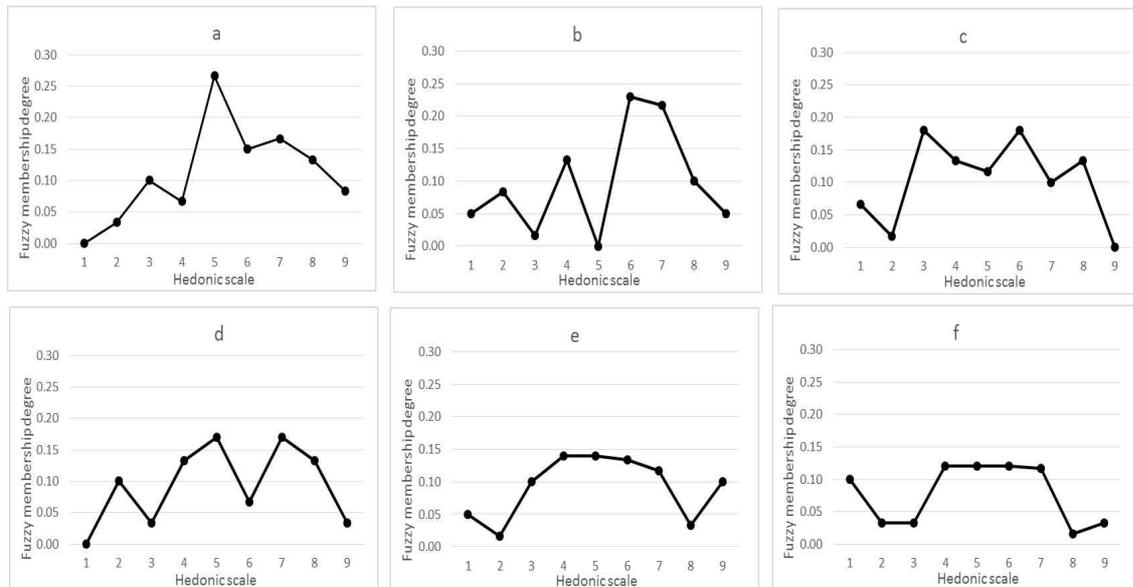


Fig 4. Fuzzy membership degree for preference of six sensory attributes. (a: total CO<sub>2</sub>, b:bitterness, c:duration aftertaste, d:alcoholic, e:foam volume, f:density)

Table 7은 위와 같은 방식으로 맥주 20가지의 전체 기호도를 산출한 결과이다. 동일 맥주에 대하여 서로 다른 속성의 중요도를 적용했을 때 서로 다른 결과가 나온 점이 매우 흥미롭다. Type I의 경우 전체 소비자 그룹의 품질요인의 중요도를 적용 했으며 type II는 lager맥주에는 lager 선호 그룹의 품질요인 중요도를, ale맥주에는 ale 선호그룹의 품질요인 중요도를 사용하여 퍼지추론 하였다. 그 결과 전체 그룹의 중요도를 사용한 type I에서는 전체기호도의 순위가

K,B,E,J,G...순으로 높지만 type II에서는 가장 높은 기호도의 점수를 받은 맥주는 sample P로서로 상이했다. 이는 '맥주 속성의 중요도 퍼지 집합'이 다르게 적용되면 defuzzification value의 값과 선호도 순위가 다르다는 것을 type I과 II에서 차이를 확인 했다. 이는 type I에서 선호하는 맥주 style로 group을 나누지 않았기 때문에 ale을 선호하는 사람이 lager 맥주를, lager를 선호하는 사람이 ale맥주를 평가함으로써 오차가 발생했다. 이는 lager와 ale 맥주의 properties가 다르기 때문에 맥주의 style이 다르면 선호하는 품질요인도 다를 것이다. 따라서 type I보다는 그룹을 더 세분화한 type II의 맥주 선호도 순위와 defuzzification value가 더 정확하다.

Table 7. Comparisons on overall palatability of beer between experimental value and deterministic value

| Type   | Sample number | Hedonic scale |      |      |      |      |      |      |      |      | Defuzzification value | Rank |
|--------|---------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------|------|
|        |               | 1             | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |                       |      |
| Type I | A             | 0.10          | 0.10 | 0.15 | 0.15 | 0.25 | 0.21 | 0.21 | 0.13 | 0.10 | 5.20                  | 8    |
|        | B             | 0.02          | 0.07 | 0.15 | 0.19 | 0.21 | 0.20 | 0.25 | 0.25 | 0.13 | 5.84                  | 2    |
|        | C             | 0.07          | 0.10 | 0.17 | 0.21 | 0.25 | 0.18 | 0.21 | 0.15 | 0.13 | 5.32                  | 6    |
|        | D             | 0.07          | 0.10 | 0.13 | 0.25 | 0.23 | 0.21 | 0.19 | 0.13 | 0.05 | 5.08                  | 11   |
|        | E             | 0.05          | 0.08 | 0.10 | 0.15 | 0.25 | 0.21 | 0.25 | 0.15 | 0.13 | 5.65                  | 3    |
|        | F             | 0.12          | 0.12 | 0.15 | 0.15 | 0.19 | 0.25 | 0.20 | 0.15 | 0.03 | 4.98                  | 12   |
|        | G             | 0.00          | 0.07 | 0.21 | 0.12 | 0.20 | 0.20 | 0.25 | 0.13 | 0.07 | 5.51                  | 5    |
|        | H             | 0.10          | 0.10 | 0.21 | 0.20 | 0.20 | 0.25 | 0.25 | 0.10 | 0.10 | 5.09                  | 10   |
|        | I             | 0.13          | 0.13 | 0.17 | 0.19 | 0.20 | 0.17 | 0.19 | 0.25 | 0.13 | 5.24                  | 7    |
|        | J             | 0.05          | 0.07 | 0.12 | 0.15 | 0.15 | 0.25 | 0.23 | 0.13 | 0.08 | 5.54                  | 4    |
|        | K             | 0.00          | 0.00 | 0.13 | 0.21 | 0.20 | 0.19 | 0.25 | 0.21 | 0.13 | 6.04                  | 1    |
|        | L             | 0.15          | 0.21 | 0.18 | 0.19 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.13 | 4.90                  | 13   |
|        | M             | 0.03          | 0.21 | 0.25 | 0.25 | 0.19 | 0.19 | 0.15 | 0.08 | 0.05 | 4.59                  | 15   |
|        | N             | 0.07          | 0.15 | 0.25 | 0.19 | 0.15 | 0.22 | 0.13 | 0.08 | 0.03 | 4.58                  | 16   |
|        | O             | 0.13          | 0.13 | 0.25 | 0.19 | 0.19 | 0.21 | 0.19 | 0.15 | 0.07 | 4.79                  | 14   |
|        | P             | 0.08          | 0.07 | 0.17 | 0.20 | 0.25 | 0.18 | 0.18 | 0.08 | 0.13 | 5.20                  | 9    |
|        | Q             | 0.12          | 0.21 | 0.25 | 0.22 | 0.19 | 0.14 | 0.19 | 0.15 | 0.03 | 4.53                  | 17   |
|        | R             | 0.15          | 0.25 | 0.22 | 0.19 | 0.15 | 0.17 | 0.10 | 0.05 | 0.03 | 3.99                  | 20   |
|        | S             | 0.10          | 0.21 | 0.25 | 0.25 | 0.18 | 0.15 | 0.18 | 0.10 | 0.02 | 4.38                  | 18   |
|        | T             | 0.13          | 0.22 | 0.19 | 0.18 | 0.15 | 0.10 | 0.13 | 0.08 | 0.03 | 4.19                  | 19   |
| A      | 0.10          | 0.10          | 0.18 | 0.14 | 0.27 | 0.23 | 0.22 | 0.13 | 0.10 | 5.18 | 14                    |      |
| B      | 0.02          | 0.07          | 0.15 | 0.17 | 0.23 | 0.20 | 0.27 | 0.28 | 0.13 | 5.91 | 4                     |      |
| C      | 0.07          | 0.10          | 0.18 | 0.23 | 0.27 | 0.18 | 0.23 | 0.18 | 0.13 | 5.36 | 11                    |      |
| D      | 0.07          | 0.10          | 0.13 | 0.28 | 0.23 | 0.22 | 0.18 | 0.12 | 0.05 | 5.02 | 16                    |      |
| E      | 0.05          | 0.08          | 0.10 | 0.18 | 0.28 | 0.22 | 0.28 | 0.15 | 0.13 | 5.63 | 7                     |      |
| F      | 0.12          | 0.12          | 0.15 | 0.18 | 0.17 | 0.28 | 0.20 | 0.15 | 0.03 | 4.98 | 17                    |      |
| G      | 0.00          | 0.07          | 0.23 | 0.12 | 0.20 | 0.20 | 0.27 | 0.13 | 0.07 | 5.49 | 10                    |      |
| H      | 0.10          | 0.10          | 0.23 | 0.20 | 0.20 | 0.28 | 0.28 | 0.10 | 0.10 | 5.11 | 15                    |      |

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|
| Type II | I    | 0.13 | 0.13 | 0.17 | 0.18 | 0.20 | 0.18 | 0.17 | 0.28 | 0.13 | 5.28 | 12 |
|         | J    | 0.05 | 0.07 | 0.12 | 0.14 | 0.18 | 0.25 | 0.23 | 0.13 | 0.08 | 5.54 | 9  |
|         | K    | 0.00 | 0.00 | 0.13 | 0.23 | 0.20 | 0.18 | 0.27 | 0.23 | 0.13 | 6.05 | 2  |
|         | L    | 0.14 | 0.23 | 0.18 | 0.17 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.13 | 4.90 | 20 |
|         | M    | 0.08 | 0.13 | 0.17 | 0.21 | 0.21 | 0.18 | 0.26 | 0.26 | 0.03 | 5.23 | 13 |
|         | N    | 0.03 | 0.08 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.20 | 0.26 | 0.26 | 0.18 | 6.00 | 3  |
|         | O    | 0.03 | 0.08 | 0.10 | 0.15 | 0.16 | 0.17 | 0.21 | 0.26 | 0.10 | 5.88 | 5  |
|         | P    | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.15 | 0.21 | 0.18 | 0.20 | 0.26 | 0.08 | 6.05 | 1  |
|         | Q    | 0.05 | 0.05 | 0.18 | 0.18 | 0.21 | 0.21 | 0.26 | 0.26 | 0.05 | 5.57 | 8  |
|         | R    | 0.05 | 0.15 | 0.18 | 0.26 | 0.18 | 0.21 | 0.16 | 0.15 | 0.05 | 4.94 | 18 |
|         | S    | 0.05 | 0.08 | 0.18 | 0.21 | 0.21 | 0.17 | 0.20 | 0.23 | 0.18 | 5.64 | 6  |
| T       | 0.10 | 0.17 | 0.18 | 0.26 | 0.21 | 0.16 | 0.20 | 0.18 | 0.08 | 4.91 | 19   |    |

### 5.3 True Korean priority sensory attributes in beer

본 연구의 가정은 각 ‘품질 요인의 중요도’와 기호도로부터 맥주의 전체 기호도를 추론할 때, 정확한 ‘품질요인의 중요도’를 사용할 경우에는 더 정확한 전체적 기호도를 얻을 수 있다. 이를 테스트한 결과는 table 8과 같다.

Table 8. Accuracy evaluation for priority sensory attributes of consumer group through MSE, bias factor, accuracy factor

| Case   | Priority set of sensory attributes | Beer sample | MSE   | Bias factor | Accuracy factor |
|--------|------------------------------------|-------------|-------|-------------|-----------------|
| case 1 | Whole                              | Whole       | 0.326 | 0.986       | 1.014           |
| case 2 | Lager                              | Lager       | 0.031 | 0.984       | 1.016           |
| case 3 | Ale                                | Ale         | 0.033 | 1.017       | 0.984           |

품질요인의 정확도는 실험으로 얻은 전체 기호도와 추론을 통해 얻은 전체 기호도를 비교하여 평가할 수 있다. 전체 그룹의 ‘품질요인 중요도 퍼지 집합’을 사용한 case 1에서는 lager와 ale의 중요도 퍼지 집합을 사용한 case 2와 case 3보다 MSE값이 더 크다. MSE값은 실험값과 추론값의 차이를 분산의 합으로 나타낸 것으로 일반적으로 MSE값이 작다는 것은 분산이 작다는 것을 의미한다. 즉 이는 결과의 오차가 적다는 것으로 전체 기호도의 실험값과 추론값이 높게 일치함을 나타낸다. 분산성을 측정하는 또 다른 factor인 bias factor와 accuracy factor 모두 fuzzy set model이 얼마나 잘 맞는지를 나타낸다. 즉, 실험값과 추론값이 정확하게 일치되면 이상적인 값인 1로써 1에 가까울수록 모델의 정확도가 높다는 것을 의미한다. 따라서 전체적으로 bias factor와 accuracy factor 모두 1에 가깝게 나와 추론값과 실험값이 case1,2,3 모두 높게 일치함을 알 수 있다. 하지만 case 1의 경우는 lager와 ale로 나눈 경우에 비하여 MSE값이 높게 측정되었는데 이는 lager를 선호하는 사람과 ale을 선호하는 사람의 중요도가 섞여 정확도가 떨어졌음을 나타낸다.

결과적으로 lager와 ale 두 그룹으로 grouping한 case의 전체 기호도의 정확도가 높은 것으

로 보아 두 그룹의 ‘맥주 품질 요인의 중요도 집합’ 역시 정확하다. 이는 lager를 선호하는 한국인의 품질인자 중요도는 total CO<sub>2</sub>, bitterness, duration aftertaste, alcoholic, foam volume, density 순으로 나타난 반면 ale을 선호하는 그룹의 품질인자 중요도 순은 alcoholic, total CO<sub>2</sub>, bitterness, duration aftertaste, density, foam volume으로 나타났다.

따라서 이 연구는 lager와 ale맥주의 다른 특성에 기인하여 한국인이 선호하는 맥주의 품질 인자를 퍼지추론을 사용하여 밝혔다. 이 자료는 향후 한국인의 입맛에 맞는 맥주를 개발 또는 마케팅에 적용할 수 있으며 나아가 한국 외의 다른 나라에서도 선호하는 맥주 품질 인자를 찾는 방법으로 사용될 수 있다.