KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 49, No. 1, pp. 35~43 (2017)
https://doi.org/10.9721/KJFST.2017.49.1.35

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY
©The Korean Society of Food Science and Technology

시판 상면발효맥주의 관능 및 이화학 특성 분석

성세아 · 이승주*
세종대학교 조리외식경영학과

Physicochemical and sensory characteristics of commercial top-fermented beers

Se-ah Sung and Seung-Joo Lee*
Department of Culinary and Food Service Management, Sejong University

Abstract The sensory characteristics of 12 commercial top-fermented beers were determined by sensory descriptive analysis. Beer samples were also analyzed for soluble solids, titratable acidity, pH, reducing sugar content, bitterness unit (BU), turbidity, hunter color values, amino acid content, total phenolic content, and DPPH radical scavenging activity. Five appearance, nine aroma, six flavor/taste, and four mouth-feel related sensory attributes were evaluated by a panel of nine judges. As the result of three way analysis of variance of descriptive data, all sensory attributes except "cereal" aroma and "salty" taste showed significant differences among the beers ($p<0.05$). Based on the principal component analysis of the descriptive data, samples were primarily separated by first and second principal components, which accounted for 78% of the total variance between the beers with high intensities of "yellow color", "caramel aroma", and "barley taste" versus "hop aroma", "sour", and "citrus aroma". In the correlation analysis between the sensory terms and physicochemical parameters, BU, total phenolic content, titratable acidity, soluble solids, and yellowness (b*) showed significant positive correlations with citrus aroma, pineapple aroma, and fresh aroma characteristics.

Keywords: descriptive analysis, top-fermented beer, ale, physicochemical characteristics, sensory analysis

서 론

국내 주류시장은 경제발전과 함께 지속적으로 성장해왔으며, 맥주는 2014년도 국세청 기준 전체 주류 출고량의 55.1%로 가장 높은 비중을 차지하고 있다(1). 국내 맥주시장을 살펴보면 하면발효 맥주인 라거(Lagar)계열의 맥주가 전체 맥주시장 매출의 95% 내외로 주를 이루고 있는 반면, 상면발효 맥주인 에일(Ale)계열의 경우 5% 수준으로 시장규모의 큰 차이를 보이고 있다(1). 최근 수입맥주시장의 급성장으로 2014년 맥주 수입은 관세청 추산 1억 1천만불 규모로 연평균 23.2%씩 증가세를 보이고 있으며(2-3), 이러한 시장 다변화에 따라 좀 더 다양한 제품에 대한 소비자들의 요구가 높아지고 있으며 국내 제조사에서도 일부 상면발효 맥주가 출시되었으나 아직 대중적인 저변 확대는 미미한 수준이다(4).

우리나라의 주세법에 따라 맥주는 '맥아, 홉, 쌀, 옥수수, 수수, 감자녹말, 탄수화물, 캐러멜 중의 하나 또는 그 이상의 것을 물을 원료로 발효시켜 여과 제성한 것'으로 정의하고 있다(5). 맥주는 보리를 발아시켜 엿기름을 만들어 당화한 뒤 끓는 물을 섞어 엿기름액을 만들고 여과시켜 홉을 첨가하고, 효모로 발효시켜 만든 단행복발효형 발효주이다. 효모 종류에 따라 상면발효맥주인 에일(Ale)계열과 하면발효 맥주인 라거(Lagar)계열로 나누어지는데 상면발효는 *Saccharomyces cerevisiae,* 하면발효에는 *S. carlsbergensis*가 대표적으로 사용되는 효모이다. 상면발효맥주는 발효온도가 높고, 숙성기간이 짧아 하면발효에 비하여 알코올 도수가 높고, 특유의 향미가 풍부한 것이 특징이다(6).

국내의 맥주관련 연구를 살펴보면, 발효온도, 효모종류 등 발효조건을 달리하거나 쌀, 보리의 부재료를 달리하여 제조한 맥주의 발효 모니터링이나 주요 이화학적 특성에 대한 분석 연구가 주를 이루고 있다(7-10). 최근에는 다양한 맥주제품에 대한 관심에 따라 pale ale류에 속하는 맥주 신제품에 대한 전자코와 전자혀를 이용한 이화학적 특성(7)을 평가한 바 있고, 일부 home-brewed 맥주의 정량적 관능특성에 대한 분석 결과(11)가 보고되었으나 다양한 시판 맥주의 주요한 관능특성에 대한 정량적이고 체계적인 접근은 부족한 실정이다. 국외에서는 다양한 특성을 가진 시판 제품의 관능특성에 대한 정량적 분석과 기호도 조사 논문이 많이 발표되어 제품개발에 다양한 기초자료를 제공하고 있다(12-15).

본 연구에서는 일반적인 묘사분석 방법(generic descriptive analysis method)을 적용하여 시판 상면발효맥주 12종에 대한 관능특성을 정량적으로 분석하고, 또한 주요 이화학적 특성 분석을 통해 관능특성과 높은 상관관계를 가진 이화학적 특성을 파악하고자 한다. 이를 통해 향후 관련 제품개발에 및 관능특성 개선에 기초자료로 삼고자 한다.

*Corresponding author: Seung-Joo Lee, Sejong University, Seoul 05006, Korea
Tel: 82-10-4039-6026
Fax: 82-2-3408-4313
E-mail: sejlee@sejong.ac.kr
Received June 30, 2016; revised September 27, 2016; accepted September 27, 2016

재료 및 방법

재료

묘사분석에 사용 된 시료의 선정을 위하여 국내 대형마트, 소형마트, 생활협동조합을 통하여 시판되는 상면발효 맥주 26종을 수거하였다. 이 중 기호도가 매우 낮거나 특성이 전혀 다른 흑맥주 및 밀맥주를 제외하였으며, 제조사 및 국가별로 분류하여 12종의 시료를 최종 선정하였다. 선정 된 시료에 대한 정보는 Table 1과 같다. 시료는 병입 제품으로 일괄 구매하였으며, 국제적으로 인지도 높은 제품, 국내 시장 점유율이 높은 제품 등 다양한 국가에서 생산되는 다양한 특성의 상면발효맥주 시료를 포함하도록 하였다.

묘사분석

묘사분석을 위한 검사원은 세종대학교 학생으로 22-34세 남성 4명, 여성 5명으로 총 9명이 참여하였고 기존 상면발효맥주의 섭취 경험이 있는 연구원으로 이루어졌다. 묘사분석 진행은 Lee 등(16)의 방법을 참조하여 일부 변형하여 운영하였다. 총 4회에 회당 50-60분에 걸쳐 검사 요원 훈련을 실시하였고, 첫 훈련 시 시료를 시음하고 묘사용어를 도출한 후 요원들 간에 토의가 진행되었다. 두 번째 훈련에서는 도출 된 관능특성에 따른 표준물질을 제시하고 용어와 비교하고 수정하는 과정을 가졌으며, 세 번째로 시료의 묘사용어 특성과 표준물질에 대한 검토와 요원들 간의 토의가 이루어졌고 네 번째 훈련에서는 예비 테스트를 통하여 상면발효맥주의 관능 특성과 강도에 대한 평가를 위한 훈련을 실시하고 최종 평가 용어를 결정하였다.

최종 결정된 관능특성 용어로는 외관 특성으로 거품크기(Size), 거품밀도(Density), 노란색정도(Yellowness), 투명한정도(Translucency), 명도(Brightness)로 5가지, 향에서는 조청향(Ricegrain syrup_A), 캐러멜향(Caramel_A), 시트러스향(Citrus_A), 파인애플향(Pineapple_A), 상큼한향(Fresh_A), 홉향(Hop_A), 구수한향(Barley_A), 효모향(Yeast_A), 알코올향(Alcohol_A), 고소한향(Nuts_A)으로 10가지, 맛으로는 단맛(Sweet_T), 짠맛(Salt_T), 쓴맛(Bitter_T), 신맛(Sour_T), 구수한맛(Barley_T), 알코올맛(Alcohol_T)으로 6가지, 입안감촉특성은 탄산감(Carbonation), 바디감(Body), 잔존감(Mouth Coating), 떫은감(Astringent) 4가지로 총 25가지 관능특성 용어가 도출되었으며 그 정의는 Table 2와 같다. 본 실험에서는 시료를 10분 전에 개봉하여 항온기에 4°C로 맞추어 보관하였으며 세 자리 난수표가 표기 된 투명한 플라스틱 컵(250 mL)에 30 mL를 검사요원에게 즉시 제시하였고, 입가심용 물과 식빵을 함께 제공하였다. 시료 제시 순서는 Williams' latin square법(17)에 의하여 제시 순서에 따른 오차를 최소화 하였고 실험은 분리 된 부스로 이루어진 관능검사실에서 방해 요소를 최소화하였다. 1회 실험에서 시료 4개를 평가하였으며, 12개의 시료에 대한 2회 반복 평가를 위하여 총 6번의 평가 분석이 이루어졌다. 10점 척도(0: 거의 없음, 9: 대단히 강함)를 사용하여 실시하였다.

이화학적 특성 분석

색도는 색차계(CR-200b, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 측정하였으며 탁도는 homogenizer (Bag mixer 400 W, Interscience, Japan)로 균질화 시킨 후 spectrometer (UV-1240, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan)를 이용하여 675 nm에서 흡광도를 측정하였다. 갈색도는 탁도와 동일한 과정을 통하여 490 nm에서 측정하였다. pH의 경우 균질화 과정을 거쳐 pH meter (TOA HM-7E, TOA Electrocin Ltd., Japan)를 사용하여 3반복 측정하였다. 총산은 10 mL에 증류수 90 mL를 가하여 100 mL로 적용 후 균질화 시켜 0.01 N 수산화소듐(NaOH)를 pH 8.2가 될 때까지 적정하였으며 0.01 N 수산화소듐의 소비량을 측정하여 산도를 아세트산(acetic acid)의 상당량(%)으로 환산하였다. 아미노산 함량은 95% 주정에 용해시킨 1% 페놀프탈레인(phenolphthalein) 지시약을 100 mL 가하고, 0.01 N 수산화소듐 용액으로 pH 8.3이 될 때까지 적정한 후 중성 포말린(formalin) 용액을 5 mL 가하여 유리된 산을 0.01 N 수산화소듐 용액으로 적정 한 후 glycine으로 나타내어 산출하였다. 쓴맛은 주류분석규정(18)의 방법을 이용하여 시료 10 mL에 6 N HCl 0.5 mL, 아이소옥테인(iso-octane) 20 mL를 혼합하여 250 rpm으로 진탕 후 15분 동안 반응 시키고 3000 rpm에서 3분간 원심분리 시킨 후 아이소옥테인층에서 1 mL를 취하여 275 nm에서 흡광도를 측정하여 BU=50×A (A: 257 nm에서 측정한 OD 값)로 계산하였다. 비중은 비중병의 무게를 잰 후 증류수를 넣고 20°C로 30분간 반응시킨 후 무게를 재고, 시료를 넣어 20°C로 반응시켜 비중병의 무게를 재어 계산하였다. 염도는 시료 1 g을 digital salt meter (Model ES-421, ATACO Co., Japan)으로 3회 반복 측정하였으며 가용성 고형성분의 경우 시료 1 g을 디지털 굴절계(digital refractometer) (Model PR-101, °Brix 0-45%, Nippon-optical Works Co., Tokyo, Japan)로 3회 반복 측정 후 평균 값을 나타내었다. 환원당의 경우 다이나이트로살리실산(dinitrosalicylic acid)에 의한 비색법(19)에 의해 측정하였다. 총 폴리페놀(Total polyphenol) 함량은 Dewanto 등의 방법을 일부 변형하여 실시하였으며(20), DPPH 라디칼(radical) 소거능의 경우 Blois와 Okawa 등의 방법에 의하여 실험하였다(20).

Table 1. Materials and their ingredients of the twelve commercial top-fermented beer

Code	Alcohol (%)	Ingredients	National origin	Volume (mL)
BKK	7.0	water, malt, yeast, hop	Korea	330
QHK	5.4	water, malt, yeast, hop	Korea	330
SSK	4.6	water, malt, yeast, hop	Korea	330
SSU	5.6	water, malt, yeast, hop	USA	355
ILU	6.5	water, malt, yeast, hop	USA	355
BBU	7.0	water, malt, yeast, hop	USA	355
DDB	8.5	water, malt, yeast, hop	Belgium	330
LDB	8.0	water, malt, yeast, hop	Belgium	330
WWC	5.0	water, malt, yeast, hop	Canada	330
LFU	4.7	water, malt, yeast, hop	UK	330
CCA	4.5	water, malt, yeast, hop	Australia	375
NHN	4.7	water, malt, yeast, hop	Netherlands	355

Table 2. Sensory code, attributes, definitions, and physical standards of top-fermented beer

Code	Attribute	Written definition	Physical standard
Appearance			
Size	Size(기포크기)	Bubble size	Carbonated water 100%
Density	Density(기포밀도)	Bubble density	Carbonated water 100%
Yellowness	Yellowness(노란색정도)	Yellow degree of beer	No physical standards
Translucency	Translucency(투명한정도)	Degree of clarity & turbidity	Egg white 40 g/100 mL distilled water
Brightness	Brightness(명도)	Degree of light & darkness	coke 100%
Aroma			
Ricegrain syrup_A	Ricegrain syrup(조청향)	From glycosylated cereal	Grain syrup 20 mL/100 mL distilled water
Caramel_A	Caramel(캬라멜향)	From burnt sugar aroma	black sugar 100%
Citrus_A	Citrus(감귤류 과일향)	From Citrus fruits aroma	Juiced grapefruit 30 g/30 mL distilled water
Pineapple_A	Pineapple(파인애플향)	Pineapple aroma	Juiced pineapple 30 g/30 mL distilled water
Fresh_A	Fresh(상큼한향)	Fresh aroma	No physical standards
Hop_A	Hop(홉향)	Hop aroma	Dry hop 5 g/10 mL distilled water
Barley_A	Barley(보리향, 구수한향)	From artifical barley	Artifical barley drink
Yeast_A	Yeast(효모향)	From activated yeast aroma	Yeast 0.1% in 10% warm sugar solution overnight
Alcohol_A	Alcohol(알코올향)	Alcohol aroma	25% (w/v) ethanol, 1 mL vinegar
Nuts_A	Nuts(고소한향)	Nutty aroma	roast walnut
Flavor/Taste			
Sweet_T	Sweet(단맛)	Sweet taste	Sucrose 6% (w/v)
Salty_T	Salty(짠맛)	Salty taste	Salt 2% (w/v)
Sour_T	Sour(신맛)	Sour taste	Citric acid 0.25% (w/v)
Bitter_T	Bitter(쓴맛)	Bitter taste	Anhydride caffeine 0.1%
Barley_T	Barley_T(구수한맛)	Nutty taste	Artificial barley drink
Alcohol_T	Alcohol_T(알코올맛)	Alcohol taste	25% (w/v) ethanol
Texture/Mouthfeel			
Carbonation	Carbonation(탄산감)	Pungent taste	Carbonated water 100%
Body	Body(바디감)	Full-bodyness while tasting	No physical standards
Mouth Coating	Mouth Coating(잔존감)	Feeling of continuing taste	No physical standards
Astringent	Astringent(떫은감)	Mouthfeel of dryness	Aluminum sulfate 0.1% (w/v)

통계처리

묘사분석 결과는 분산분석(analysis of variance), 상관분석(correlation analysis)과 주성분 분석(principal component analysis)을 Statistical Analysis Systems (SAS, Cary, NC, USA) for Windows 7.2 또는 XLSTAT ver. 2007.1 (Addinsoft, New York, NY, USA)을 이용하여 실시하였다. 분산분석은 시료(sample), 검사자(judge), 반복실험(rep)을 주요인으로 하고 시료*검사자, 시료*반복실험, 검사자*반복실험 간의 교호작용을 파악하였다. 이화학적 특성에 대한 분석은 SPSS (Ver 22, Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 분산분석을 실시하였으며 던컨시험(Duncan's multiple range test)으로 다중범위검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

상면발효맥주의 묘사분석

Home-brewed 맥주 5종의 묘사분석 연구에서는 향 특성 8가지, 맛 특성 4가지, 입안감촉(텍스쳐) 특성 2가지로 총 14개의 관능특성이 선정되었으나(11), 본 연구에서는 좀 더 다양한 시료 선정에 의해 더 많은 묘사용어가 개발되었다. 관능특성에 대한 강도 평가 결과를 삼원 분산분석을 통해 분석하였다. 분석 결과 짠맛(Salt_T)을 제외하고 모든 항목에서 시료 간의 유의적 차이가 나타났다($p<0.05$). 검사자와 시료간의 교호작용(Judge*sample)은 거품크기(Size), 명도(Brightness), 조청향(Ricegrain syrup_A), 캐러멜향(Caramel_A), 구수한향(Barley_A), 알코올향(Alcohol_A), 단맛(Sweet_T), 쓴맛(Bitter_T), 구수한맛(Barley_T), 알코올맛(Alcohol_T), 바디감(Body), 잔존감(Mouth Coating)에서 나타나지 않아 검사자간의 시료에 대한 일관된 평가가 이루어짐을 확인하였다. 그 외의 교호작용에서도 (rep*sample, rep*judge) 일부 항목을 제외하고는 유의적인 수준으로 나타나지 않아 반복실험이 일관되게 이루어진 것으로 나타났다.

12개 시료의 묘사분석 결과 평균값 및 유의도 검정결과는 Table 3과 같다. 외관특성에서는 NHN이 노란색 정도 7.39, 명도 7.11로 가장 높게 나타났으며, DDB가 노란색 정도에서 2.50으로 가장 낮은 수준을 보였다. 향 특성에서는 조청향(Ricegrain syrup_A)의 경우 BKK가 5.22로 가장 높았으며 나머지 11개 시료에서는 동일한 수준으로 나타냈다. 캐러멜향(Caramel_A)에서는 WWC가 4.83으로 가장 높았고, CCA가 2.83으로 가장 낮게 나타났다. 시트러스향(Citrus_A)에서는 BBU, ILU, SSU, SSK 시료가 동일 집단군으로 높은 수준을 나타내었으며, NHN에서 가장 낮은 강도를 나타냈다. 이 중 BBU, ILU, SSU는 모두 미국에서 생산된 제품이다. 파인애플향(Pineapple_A)은 BBU가 6.00으로 가장 높은 값이며, NHN 시료가 2.61로 가장 낮게 나타났다. 이러한 과일향 특성은 시료간의 차이가 크게 나타났다. 맥주의 관능특성에서 주로 언급되는 홉향(Hop_A)의 경우 ILU가 4.72로 가장 높게 나타

Table 3. Mean sensory attribute intensity ratings for twelve top-fermented beer samples determined by descriptive analysis from a panel of nine judges over duplicate replications

Code	Appearance			Aroma															Flavor/Taste						Texture/Mouthfeel					
	Size	Density	Yellowness	Translucency	Brightness	Rice grain syrup	Caramel	Citrus	Pine apple	Fresh	Hop	Barley	Yeast	Alcohol	Nuts	Sweet	Salty	Sour	Bitter	Barley_T	Alcohol_T	Carbonation	Body	Mouth Coating	Astringent
BBU	3.50[1)cde2)]	4.61[bcd]	4.83[c]	5.11[bc]	4.44[d]	4.00[b2)]	4.11[abcd]	4.94[a]	6.00[a]	5.33[a]	4.28[abc]	3.72[cd]	3.61[de]	3.61[cde]	3.00[c]	3.67[bcd]	3.78	3.50[bcde]	6.7[a]	4.17[bcde]	5.22[b]	4.78[ab]	3.56[abc]	5.61[a]	5.22[a]
BKK	4.83[a]	4.33[cde]	6.94[a]	5.72[ab]	6.83[a]	5.22[a]	4.56[abc]	3.72[bc]	4.89[bc]	4.11[cde]	3.61[cd]	3.83[bcd]	3.44[e]	4.39[abc]	3.89[ab]	4.83[a]	4.22	3.17[cde]	6.4[a]	4.50[abc]	5.89[a]	4.44[abc]	4.94[a]	5.11[a]	5.17[a]
CCA	3.61[bcde]	4.22[cde]	3.28[d]	2.78[f]	3.17[ef]	3.28[c]	2.83[g]	3.06[de]	2.94[fg]	3.67[ef]	4.00[bcd]	4.06[abc]	4.67[a]	4.06[bcde]	3.44[bc]	3.56[cd]	3.39	3.83[abc]	4.17[cde]	4.28[abcd]	4.00[efg]	3.89[cd]	2.83[f]	2.89[d]	2.72[ef]
DDB	3.11[e]	5.89[a]	2.50[e]	4.22[de]	2.72[f]	4.00[b]	2.94[fg]	4.00[b]	3.56[ef]	3.94[de]	4.67[ab]	3.50[cd]	4.56[ab]	4.89[a]	3.33[bc]	4.33[ab]	3.89	4.39[de]	4.11[de]	3.50[e]	5.06[bc]	5.00[a]	3.94[bcd]	4.33[b]	3.83[bc]
ILU	4.22[abc]	4.61[bcd]	4.78[c]	4.22[de]	4.67[cd]	4.00[b]	3.83[bcde]	4.89[a]	5.50[ab]	5.11[ab]	4.72[a]	3.39[d]	3.22[e]	3.33[e]	2.94[c]	3.78[bcd]	3.56	3.83[abc]	5.06[b]	3.61[de]	4.72[bcd]	4.61[abc]	3.56[ab]	4.33[b]	4.39[b]
LDB	3.72[bcde]	5.16[ab]	3.67[d]	4.33[cde]	3.44[e]	4.00[b]	3.17[efg]	4.00[b]	3.83[de]	4.22[cde]	4.61[ab]	3.67[cd]	4.39[abc]	4.56[ab]	3.06[c]	4.78[a]	3.83	4.11[ab]	4.50[bcd]	4.06[bcde]	4.56[cde]	4.72[abc]	3.94[bcd]	4.00[bc]	4.00[bc]
LFU	4.11[abcd]	4.28[cde]	5.50[b]	6.44[a]	5.33[bc]	4.11[b]	4.28[abcd]	3.28[cde]	3.83[de]	3.89[de]	3.39[d]	4.11[abc]	3.72[cde]	4.56[ab]	3.33[bc]	3.94[bcd]	3.44	3.06[de]	3.72[e]	4.00[cde]	3.72[fg]	4.06[bcd]	3.72[cde]	3.39[cd]	3.17[de]
NHN	4.28[ab]	4.00[de]	7.39[a]	5.00[bcd]	7.11[a]	4.00[b]	4.67[ab]	2.67[e]	2.61[g]	3.17[fg]	4.00[bcd]	4.44[ab]	3.28[e]	3.56[de]	3.28[bc]	4.28[abc]	3.44	3.67[bcd]	3.67[e]	4.78[ab]	3.44[g]	3.50[d]	3.33[def]	2.83[d]	2.72[ef]
QHK	3.61[bcde]	4.22[cde]	4.72[c]	5.57[ab]	4.67[cd]	4.00[b]	3.78[cdef]	3.61[bcd]	4.22[d]	3.72[ef]	3.83[cd]	4.11[abc]	3.39[e]	4.33[abcd]	3.28[bc]	3.44[d]	2.83	3.28[cde]	4.28[cde]	3.94[cde]	4.06[efg]	4.61[abc]	3.28[ef]	3.00[d]	3.06[de]
SSK	3.44[de]	3.72[e]	5.56[b]	3.67[e]	5.67[b]	4.00[b]	3.56[defg]	4.67[a]	4.33[cd]	4.72[abc]	4.17[abc]	3.39[d]	3.72[cde]	3.56[de]	3.17[c]	3.33[d]	3.61	3.56[bcde]	4.44[bcd]	4.50[abc]	4.44[cde]	3.39[d]	3.78[cde]	3.72[bc]	3.67[cd]
SSU	4.55[a]	4.94[bc]	3.67[c]	4.72[cd]	4.67[cd]	4.17[b]	3.56[defg]	4.72[a]	5.28[b]	4.50[bcd]	3.72[cd]	3.22[d]	4.28[abcd]	3.83[bcde]	2.83[c]	3.83[bcd]	4.11	3.72[abcd]	4.83[bc]	3.94[cde]	4.22[def]	4.56[abc]	3.89[bcde]	3.94[bc]	3.67[cd]
WWC	4.55[a]	4.06[de]	7.22[a]	5.00[bcd]	6.83[a]	4.00[b]	4.83[a]	2.94[e]	3.39[ef]	2.89[g]	3.83[cd]	4.56[a]	3.89[bcde]	3.56[de]	4.22[a]	4.39[ab]	3.78	2.89[e]	3.67[e]	4.94[a]	3.50[g]	4.44[abc]	3.28[ef]	2.94[d]	2.28[f]
LSD (5%)	0.74	0.77	0.50	0.79	0.69	0.40	0.87	0.62	0.63	0.67	0.71	0.66	0.71	0.82	0.66	0.75	NS	0.70	0.68	0.72	0.67	0.83	0.66	0.68	0.65

[1)]Mean. 9 point scale (0: none, 1: very weak, 5: moderate, 9: very strong).
[2)]Means marked with the same letter in the same column are not significantly different (p>0.05) level by Fisher's least significant difference (LSD) test.

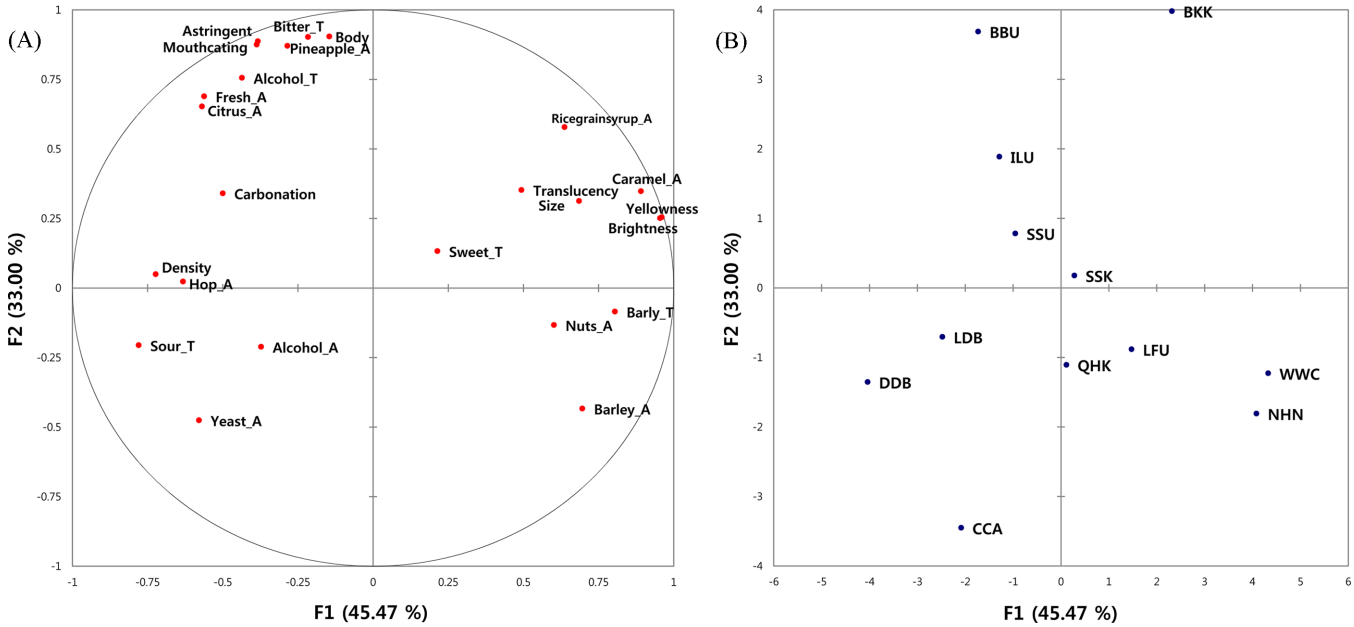

Fig. 1. Principal component analysis (PCA) loadings for (A) sensory attributes and (B) twelve top-fermented beer samples. Attribute and sample codes are defined in Table 1 and 2.

났으나 전반적인 시료간의 강도차이는 크지 않았고 강도 평가에서 5점 이하로 모든 시료가 높은 수준을 나타내지는 않았다. 구수한향(Barley_A), 발효향(Yeast_A)의 경우도 홉향(Hop_A)과 유사하게 전반적으로 5점 이하의 강도를 나타내었다. 맛 특성을 살펴보면, 단맛(Sweet_T)과 신맛(Sour_T)의 경우 각각 3.33-4.87, 2.89-4.39로 전반적으로 낮은 강도를 보였다. 하면발효 맥주인 라거계열의 맥주와 달리 소비자 조사 시 상면발효맥주의 중요한 관능특성으로 평가되는 쓴맛(Bitter_T) 강도의 경우 BBU와 BKK가 6.4, 6.7로 높게 나타났으며, LFU, NHN, WWC가 3.6-3.7로 낮은 수준을 보였다. 특별한 쓴맛 수준에서 지역별 차이는 나타나지 않았다.

본 연구에서는 시판 에일맥주의 입안감촉특성(mouthfeel)이 탄산감(Carbonation), 바디감(Body), 잔존감(Mouth Coating), 떫은감(Astringent)의 4가지 특성이 분석되었으나, 30종의 다양한 상면 및 하면발효 맥주의 입안감촉특성 및 이화학적 분석 연구에서는 입안감촉이 carbonation (sting, bubble size, foam volume, total CO_2), fullness (density, viscosity)와 afterfeel attributes (oily mouthcoat, astringency, stickiness)로 크게 세 개의 카테고리로 구분되고 하위 레벨이 제시되었다(21-22). 탄산감(Carbonation)은 DDB가 5.00으로 가장 높았으며, SSK와 NHN가 3.39, 3.50으로 낮은 수준으로 나타났다. 잔존감(Mouth Coating)의 경우 BBU가 5.61, BKK가 5.11로 시료 중 높게 나타났고, CCA, NHN, WWC, QHK가 2.83-3.00으로 낮게 나타났다. 이러한 입안 감촉 특성의 경우 시료의 알코올 함량, 용존 이산화탄소, 폴리페놀, 덱스트린 함량이 영향을 주는 것으로 보고되었다(21).

시료 간의 유의적 차이를 보인 묘사분석 결과에 대해 주성분분석(Principal Component Analysis)을 실시하였으며 결과는 Fig. 1과 같다. 첫 번째 주성분(F1)과 두 번째 주성분(F2)은 전체 데이터 편차의 각각 45.47%, 33.00%를 대표하고 전체 설명력 78.47%로 나타났다. 관능의 분포를(Fig. 1(A)) 보면 F1상의 양의 방향으로 노란색 정도, 밝기, 거품크기, 조청향, 캐러멜향, 구수한향, 구수한맛, 고소한향이 밀집되어 있으며, 음의 값으로 거품밀도, 홉향, 신맛이 분포되어 있다. F2상의 양의 값으로는 쓴맛, 알코올맛, 바디감, 파인애플향, 시트러스향, 떫은감, 잔존감이 분포되 있고, 음의 값으로 두드러진 관능특성이 없었다. 시료별 분포를 살펴보면(Fig. 1(B)), 주성분1(F1)상의 양의 방향으로 WWC, NHN가 자리잡았는데 생산지역은 캐나다와 네덜란드로 달랐으나 알코올 함량은 4.7-5.0%로 유사한 제품이었다. 이들 제품은 외관특성에서 노란색 정도, 명도가 높게 나타났고 유사한 향 특성(구수한향, 구수한맛, 고소한향)을 보였다. 또한 주성분1(F1)상의 음의 방향으로 자리잡은 DDB, LDB의 경우 모두 벨기에 생산 제품으로 알코올 수준이 본 연구에 사용된 시료 중에서 가장 높은 8.0-8.5%이었다. 이들 시료는 신맛, 홉향, 알코올향이 두드러졌으나 과일향 특성은 높게 나타나지 않았다. 미국에서 제조 되고 알코올 함량도(6.5-7.0%) 유사한 BBU, ILU가 F2 상에서 양의 방향으로 분포하여 과일 특성(시트러스향, 파인애플향)과 쓴맛, 입안감촉 특성이 강한 것으로 나타났고, 국내 생산 제품인 BKK의 경우 알코올 함량이 7.0%로 BBU, ILU와 유사한 수준으로 과일특성과 쓴맛은 유사하게 강하였으나 외관 특성(노란색, 명도, 거품크기)과 조청향, 카라멜향에서 BBU, ILU 시료와 차이를 보인 것으로 여겨진다. 주성분 분석 결과 특별히 생산국가에 따른 제품 그룹핑은 두드러지지 않았고 알코올 함량이 부분적이나마 관능특성에 더 큰 영향을 보이는 것으로 여겨진다.

상면발효맥주의 이화학적 특성

12종 시판 상면발효맥주의 이화학적 특성은 Table 4와 같다. 모든 이화학적 특성에서 시료간의 유의적 차이가 나타났다(p<0.05). 외관특성과 관계된 항목으로 색도(Hunter's color value), 탁도, 갈색도를 측정하였는데, 맥주에서 색도는 양조용수, 맥즙 제조공정, 발효공정 등에 영향을 받아 페놀화합물 및 메일라드 반응(Maillard reaction)에 의하여 변화한다고 보고되었다(9). 명도를 나타내는 L값의 경우 12개 시료에서 43.06-55.68 수준으로 나타났고 DDB가 55.68로 가장 높은 값을 나타냈다. 적색도를 나타내는 a값의 경우 NHN이 6.54로, 황색도를 나타내는 b값의 경우 BBU가 20.07

Table 4. Chemical contents of top-fermented beers

samples	Hunter's color value			Turbidity (Abs. at 490 nm)	Browning index (Abs. at 660 nm)	pH	Total acid[1)] (%)	Amino acid[2)] (%)	Bitterness unit	Specific gravity	Salinity (%)	Soluble solid (°Brix)	Reducing sugar (mg/mL)	Total Polyphenols (mg GAE[3)]/mL)	DPPH RSA[4)] (%)
	Lightness (L*)	Redness (a*)	Yellowness (b*)												
BBU	51.14±0.20[e5)6)]	-0.10±0.03[e]	20.07±0.64[a]	0.06±0.00[e]	0.31±0.00[b]	4.36±0.01[c]	0.16±0.00[c]	1.10±0.00[c]	84.73±0.12[a]	0.99±0.00[k]	0.19±0.00[a]	6.73±0.06[de]	15.74±0.11[c]	0.68±0.12[bc]	88.26±0.46[b]
BKK	49.45±0.09[f]	1.35±0.05[c]	19.53±0.44[ab]	0.02±0.00[h]	0.24±0.01[c]	4.78±0.01[a]	0.17±0.00[b]	1.65±0.00[a]	62.83±0.10[b]	0.99±0.00[h]	0.14±0.00[b]	8.50±0.10[a]	17.55±0.12[a]	0.71±0.01[a]	90.50±0.14[a]
CCA	54.56±0.23[b]	-0.99±0.03[g]	11.12±0.04[f]	0.39±0.01[a]	0.09±0.01[g]	3.82±0.33[gh]	0.13±0.00[e]	0.62±0.02[g]	22.13±0.10[i]	1.00±0.00[a]	0.08±0.01[f]	4.10±0.00[h]	8.15±0.01[g]	0.35±0.01[f]	78.22±0.29[j]
DDB	55.68±0.10[a]	-1.30±0.04[i]	6.72±0.17[g]	0.10±0.01[d]	0.06±0.00[h]	3.88±0.01[fg]	0.17±0.00[b]	0.59±0.01[h]	37.51±0.15[e]	0.99±0.00[b]	0.08±0.01[g]	7.56±0.06[b]	14.44±0.22[ef]	0.44±0.01[d]	83.53±0.46[h]
ILU	52.44±0.07[d]	-1.07±0.01[g]	15.68±0.42[e]	0.01±0.00[h]	0.13±0.00[f]	4.42±0.01[c]	0.14±0.00[d]	0.97±0.01[d]	54.73±0.07[c]	0.99±0.00[i]	0.10±0.01[e]	7.46±0.06[b]	16.75±0.34[b]	0.55±0.01[c]	87.63±0.17[d]
LDB	53.55±0.30[c]	-1.16±0.01[h]	11.86±0.18[f]	0.30±0.00[c]	0.16±0.01[e]	4.01±0.01[ef]	0.18±0.00[a]	0.74±0.00[e]	32.25±0.13[f]	0.99±0.00[e]	0.11±0.00[d]	6.90±0.10[c]	15.60±0.32[cd]	0.56±0.00[a]	90.11±0.22[d]
LFU	50.70±0.04[e]	0.57±0.02[d]	19.84±0.15[a]	0.01±0.00[h]	0.16±0.00[d]	3.94±0.00[fg]	0.11±0.01[g]	0.55±0.01[i]	32.11±0.36[f]	0.99±0.00[g]	0.12±0.01[c]	6.26±0.06[f]	15.45±0.60[cd]	0.48±0.00[g]	76.71±0.22[f]
NHN	43.06±0.15[h]	6.54±0.08[a]	17.40±0.41[cd]	0.05±0.00[f]	0.36±0.01[a]	3.71±0.01[h]	0.11±0.00[h]	0.41±0.01[j]	23.31±0.60[h]	0.99±0.00[c]	0.08±0.00[g]	5.00±0.00[g]	13.90±0.19[f]	0.38±0.01[i]	68.48±1.16[i]
QHK	52.69±0.09[d]	-0.99±0.01[g]	16.66±0.38[de]	0.03±0.00[g]	0.14±0.00[f]	4.17±0.01[de]	0.11±0.00[h]	0.71±0.01[f]	27.33±0.56[g]	0.99±0.00[d]	0.10±0.00[e]	6.70±0.00[e]	15.00±0.34[cd]	0.47±0.00[h]	74.67±0.60[g]
SSK	49.67±0.76[f]	1.27±0.10[c]	18.53±1.79[bc]	0.36±0.01[b]	0.17±0.00[d]	4.33±0.01[cd]	0.12±0.01[f]	0.71±0.00[f]	46.58±0.17[d]	0.99±0.00[j]	0.10±0.00[e]	6.16±0.06[f]	15.90±0.62[c]	0.57±0.00[c]	87.19±0.17[c]
SSU	52.51±0.04[d]	-0.81±0.02[f]	18.16±0.12[c]	0.03±0.00[g]	0.17±0.00[d]	4.17±0.00[de]	0.12±0.00[fg]	0.73±0.02[e]	37.68±0.07[e]	0.99±0.00[f]	0.10±0.00[e]	6.86±0.12[cd]	15.49±0.39[cd]	0.56±0.00[b]	88.94±0.22[d]
WWC	46.52±0.21[g]	3.18±0.06[b]	18.32±0.46[c]	0.05±0.00[ef]	0.31±0.00[b]	4.60±0.01[b]	0.14±0.00[d]	1.22±0.00[b]	21.40±0.47[j]	0.99±0.00[e]	0.10±0.01[e]	6.60±0.17[e]	14.59±0.25[e]	0.51±0.00[e]	81.63±0.85[e]
F-value	506.30***	6346.06***	133.50***	2024.87***	1380.67***	36.13***	339.41***	3782.41***	11309.10***	86066.43***	206.11***	596.62***	137.38***	1404.57***	406.10***

[1)]%, Total acid contents described as acetic acid
[2)]%, Amino acid contents described as glycine
[3)]RSA, radical scavenging activity
[4)]GAE, garlic acid equivalents
[5)]Mean±SD ***$p<0.001$
[6)]Means marked with the different letter in the same column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

Table 5. Matrix of correlations between sensory attributes and physicochemical parameters in twelve top-fermented beer samples

	Light-ness (L*)	Red-ness (a*)	Yellow-ness (b*)	Turbidity	Brown-ing index	pH	Total acid	Amino acid (%)	BU	Spe-cific gravity	Salinity	°Brix	Reduc-ing sugar	Total polyphe-nols	DPPH RSA (%)
Sensory attributes															
Size															
Density	0.65[1)]	[2)]	-0.67				0.62								
Yellowness	-0.93	0.84	0.77		0.81										
Translucency			0.59	-0.79									0.58		
Brightness	-0.92	0.83	0.75		0.76										
Ricegrainsyrup_A			0.63			0.87		0.86						0.63	
Caramel_A	-0.85	0.74	0.77	-0.64	0.83										
Citrus_A									0.72	-0.67				0.63	0.76
Pineapple_A						0.60			0.84	-0.79	0.68	0.60	0.62	0.81	0.70
Fresh_A									0.82	-0.68				0.62	0.68
Hop_A			-0.63												
Barley_A	-0.60	0.64*													-0.73
Yeast_A	0.60		-0.69												
Alcohol_A															
Nuts_A															
Sweet_T							0.62								
Sour_T			-0.81												
Bitter_T						0.59		0.69	0.92	-0.58	0.83			0.85	0.66
Barley_T	-0.82	0.80			0.75										
Alcohol_T							0.77	0.61	0.80			0.70		0.73	0.73
Carbonation		-0.61					0.60					0.66			
Body						0.59	0.63	0.63	0.81	-0.59		0.83	0.78	0.85	0.72
Mouth Coating							0.72		0.93		0.74	0.68		0.83	0.75
Astringent							0.66		0.92		0.71	0.67	0.59	0.83	0.73
Physicochemical parameters															
Lightness (L*)	1	-0.97	-0.61		-0.87										
Redness (a*)	-0.97	1			0.81										
Yellowness (b*)	-0.61		1		0.65					-0.69					
Turbidity				1											
Browning index	-0.87	0.81	0.65		1										
pH						1		0.92		-0.69		0.65	0.59	0.80	0.60
Total acid							1					0.59			0.71
Amino acid (%)						0.92		1				0.63		0.78	0.58
BU									1	-0.70	0.82			0.82	0.63
Spectific gravity			-0.69			-0.69			-0.70	1	-0.69		-0.70	-0.82	-0.60
Salinity									0.82	-0.69	1			0.77	
°Brix						0.65	0.59	0.63				1	0.83	0.74	0.64
Reducing sugar						0.59				-0.70		0.83	1	0.76	
Total polyphenols						0.80		0.78	0.82	-0.82	0.77	0.74	0.76	1	0.79
DPPH RSA (%)						0.60	0.71	0.58	0.63	-0.60		0.64		0.79	1

[1)]Significance correlation coefficients ($p<0.05$)
[2)]Blank denotes no significant correlation

로 가장 높은 값을 나타내었다. 탁도의 경우 맥즙의 여과공정에 크게 영향을 받고 품질을 좌우하는 중요한 항목으로 0.01-0.39으로 시료간의 차이가 크게 나타났다. 갈색도는 맥즙 자비 시 장시간 가열하면 메일라드 반응이 증가하여 색상이 진하게 된다(9). NHN이 0.358로 가장 높은 값을 나타내었고, DDB가 0.06으로 가장 낮은 수치를 나타내었다.

pH는 총산도와 함께 당화 효소 또는 단백질 분해 효소의 작용과 호프의 쓴맛성분의 용출 등의 공정에서 중요한 요소이며, 주류에서의 산도는 술의 풍미와 보존성에 영향을 준다(8). 12종 시료의 pH 수준은 3.71-4.78로 시료간의 차이를 크게 나타내었는데 수입산 pale ale 류 3종 제품을 분석한 연구결과 3.8 수준으로 나타난 것과는 차이를 나타냈다(7). 본 연구에서는 다양한 제조국에서 수입된 상면발효 맥주로 알코올 수준에서도 차이가 커서 시료간의 차이가 더 크게 나타난 것으로 여겨진다. 아미노산은 효모의 영양원으로 이용되며 퓨젤유(fusel oil) 및 ester 등 향기성분으로 변화하는데 중요한 영향을 미치며 술에 감칠맛을 부여한다

(19). 아미노산 함량은 0.41-1.65%로 시료 간의 차이가 크게 나타났다. 또한 맥주 품질평가의 중요 지표인 Bitterness Unit (BU)의 경우 21.40-84.73 수준으로 시료간의 차이가 4배 가량 나타났다. pale ale류 수입제품의 BU 분석 결과는 23-35 수준으로 이보다 본 연구의 상면발효 맥주가 높은 수준을 나타냈다(7).

주류 발효에서 당 성분은 발효 초기에 당 함량이 최대치를 보이고, 그 이후 당이 미생물에 의한 알코올 발효 및 유기산 발효의 기질로 사용됨에 따라 감소하는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 가용성 고형분(°Bx)과 환원당 분석 결과 시료간의 2배 수준에서 차이를 나타냈다. 또한 이들 성분의 수준은 단맛 및 관련 향미(조청향, 캐러멜향) 특성과도 높은 상관관계를 나타냈다. 맥주에서의 폴리페놀 함량은 호프와 맥아에서 비롯되는데 맥주의 안정성과 향미에 매우 중요한 역할을 한다. 그러나 유통기간 중에 맥주 속에 있는 단백질과 결합하여 혼탁의 원인이 되어 상품성을 저하시키기도 한다(21). 일반적으로 대표적인 라거형태 맥주의 경우 총 폴리페놀 함량은 0.10-0.30 mg/mL 라고 보고된 바 있으나(7), 본 연구의 상면발효 맥주의 경우 일반적으로 라거에 비해 쓴맛이 강한 수준을 보이는 제품으로 0.35-0.71 mg/mL으로 높게 나타냈다.

상면발효맥주의 관능특성 및 이화학적 특성 간의 상관관계

관능특성 용어와 이화학적 특성 간의 상관관계 분석결과는 Table 5와 같다. 황색도를 나타내는 b*값의 경우 관능특성인 노란색 정도(yellowness)와 유의적 양의 상관관계를(r=0.77, p<0.05) 나타내어, 관능특성결과가 기기분석치와 일치하는 경향을 보였다. 이외에도 황색도(b*)는 다른 관능특성인 투명도(translucency), 명도(brightness), 조청향(Ricegrain syrup_A), 캐러멜향(Caramel_A)과도 모두 높은 양의 상관관계를 나타내었다.

맥주의 주요 특성인 쓴맛 정도를 측정하는 B.U의 경우 의외로 과일관련 향기 특성인 시트러스향(r=0.72), 파인애플향(r=0.84), 상큼한향(r=0.82)과 높은 양의 상관관계를 나타내었다(p<0.05). 또한 B.U는 관능특성치인 쓴맛(Bitter_T; r=0.92), 바디감(Body; r=0.81), 도포감(Mouth coating; r=0.93), 떫은감(Astringent; r=0.92)과도 높은 수준의 양의 상관관계를 나타내어 맥주의 품질특성을 위한 중용한 분석항목임을 다시 확인할 수 있었다.

총 폴리페놀은 맥주의 안정성과 향미에 매우 중요한 역할을 하는데(7), 관능특성 중 시트러스향(r=0.63), 파인애플향(r=0.81), 상큼한향(r=0.62), 쓴맛(r=0.85), 바디감(r=0.85), 잔존감(r=0.83), 떫은맛(r=0.83)과 높은 양의 상관관계를 나타내었다(p<0.05). 이는 B.U와 동일한 경향으로 실제 두 분석 항목 간의 높은 양의 상관관계를 나타내었다(r=0.82). 총 폴리페놀 함량은 항산화능인 DPPH 라디컬 소거능, 떫은맛, 쓴맛과 높은 상관관계를 나타낸 선행연구 결과와 일치한다(10). 상면 및 하면발효 맥주 30종의 입안감촉 관능특성과 기기분석간의 상관관계를 분석한 연구에서는 본 연구에서는 측정하지 않은 시료의 용존 이산화탄소 수준이 탄산감 관능특성 지표인 거부피(foam volume), total CO_2와 높은 양의 상관관계를 나타낸 것으로 보고되었고, 폴리페놀 함량의 본 연구의 입안감촉 특성과 유사한 fullness, aftertaste, astringent 항목과 높은 양의 상관관계를 나타내어 유사한 결과를 확인하였다(22-23).

유기산은 알코올 발생 과정에서 복합적으로 생성되어 주류의 발효 진행상황을 파악할 수 있는 중요한 지표 성분인데(24) 본 연구에서는 총산도로 일괄적으로 측정되었다. 총산도는 관능특성 중 알코올맛(r=0.77)과 입안감촉 평가지표인 탄산감(r=0.60), 바디감(r=0.63), 도포감(r=0.72), 떫음감(r=0.66)과 높은 유의적 양의 상관관계를 나타내었다(p<0.05). 가용성 고형분의 경우 총산도와 마찬가지로 알코올맛(r=0.70), 탄산감(r=0.66), 바디감(r=0.83), 도포감(r=0.68), 떫은감(r=0.67)과 높은 양의 상관관계를 나타내었다(p<0.05). 전반적으로 본 연구에서 분석된 이화학적 분석 항목이 관능특성과의 높은 상관관계를 나타내었다.

요 약

시판되는 상면발효맥주 12종에 대하여 5개의 외관, 9개의 향, 6개의 향미, 4개의 입안감촉에 대한 묘사용어를 개발하였으며, 묘사분석을 실시하였다. 실제 상면발효 맥주의 주요 특성으로 알려진 다양한 과일향미, 쓴맛과 관련 향미 용어가 개발되어 향후 상면발효맥주의 관능검사에 주요 평가 용어로 활용이 가능하리라 여겨진다. 또한 가용성 고형분, 총산도, pH, 환원당, 쓴맛 정도(B.U.), 탁도, 색도, 아미노산 함량, 총페놀함량과 DPPH 라디칼 소거능의 12가지 이화학특성을 분석하였다. 관능특성 항목과 맥주의 중요 지표인 이화학 특성간의 상관분석을 통해 B.U., 총폴리페놀 함량, 총산도, 황색도, 가용성 고형분이 에일맥주의 주요 관능특성인 시트러스향, 파인애플향, 쓴맛과 높은 상관관계를 보임을 확인할 수 있었다. 향후 이러한 이화학적 분석 항목은 제품 개발 시 관능특성 분석과 더불어 주요 품질지표 항목으로 활용이 가능하리라 여겨진다.

References

1. Korea Alcohol & Liquor Industry Association. A new year issue of Korea Alcohol & Liquor Industry Association (2015). Available from: http://www.kalia.or.kr/customer_support/k_statis.html. Accessed Jul. 4, 2016.
2. Cheong C. Globalization strategy of Korea beer industry. Food Sci. Ind. 46: 34-41 (2013)
3. Cheong C, Kang SA. Situation and vision of the microbrewery market. Food Sci. Ind. 39: 56-66 (2006)
4. Cho JP, Lee DM, Jeong JS, Moon JH. The factors of consumers' taste preferences for beer and change in attitude: Focusing on Korean consumers' preference for imported beer. J. Foodserv. Manag. Soc. Korea 17: 7-30 (2014)
5. Liquor Tax Law. Ministry of strategy and finance. Sejong, Korea (2015)
6. Jeong C, Park CS, Yeo SW, Jo HC, No BS. Brewing science. Gwangmungak, Paju, Korea. pp. 28-38 (2015)
7. Kim KH, Park SJ, Kim JE, Dong HM, Park IN, Lee JH, Hyun SY, Noh BS. Assessment of physicochemical characteristics among different types of pale ale beer. Korean J. Food Sci. Technol. 45: 142-147 (2013)
8. Ryu LH, Kim YM. Esterification of alcohols with organic acids during distilled spirit distillation. Korea J. food Nutr. 15: 295-299 (2002)
9. Kim JH, Kim JH, Lee SJ, Hong KM, Kwon YA, Park JC, Kim WJ. Characterization of fermentation kinetics of beer made of Korean 6 row-barley. Food Eng. Prog. 17: 189-197 (2013)
10. Kyeun SK, Kwon YA, Lee SJ. Quality characteristics of brewed beer with rice adjunct. Food Eng. Prog. 16: 139-144 (2012)
11. Im MN, Lee SJ. Quantitative descriptive analysis on sensory attributes of home-brewed beers consumed in Korea. Food Eng. Prog. 10: 242-247 (2006)
12. Chaya C, Eaton C, Hewson L, Vazquez RF, Fernandez Ruiz V, A. Smart K, Hort J. Developing a reduced consumer-led lexicon to measure emotional response to beer. Food Qual. Prefer. 45: 100-112 (2015)
13. Guinard JX, Soucard A, Plcot M, Bogeauxi M, Sieffermann JM. Sensory determinants of the thirst-quenching character of beer. Appetite 31: 101-115 (1998)
14. Vanderhaegen B, Neven H, Coghe S, Verstrepen KJ, Verachtert H, Derdelinckx G. Evolution of chemical and sensory properties during aging of top-fermented beer. J. Agr. Food Chem. 51:

6782-6790 (2003)
15. Brown DGW, Clapperton JF. Flavour terminology of beer: A study of terms used to describe ale flavours. J. Inst. Brew. 84: 324-326 (1978)
16. Lee SJ, Park CS, Kim HK. Sensory profiling of commercial Korean distilled *soju*. Korean J. Food Sci Technol. 44: 648-652 (2012)
17. Schlich P. Uses of change-over designs and repeated measurements in sensory and consumer studies. Food Qual. Prefer. 4: 223-235 (1993)
18. National Tax Service Liquors Licence Aid Center. Regulation of alcoholic beverage analysis for national tax service. Available from: http://taxinfo.nts.go.kr/docs/customer/law/inst_gosi_master.jsp?body=6&gubun=5&field_cd=39. Accessed Apr. 9, 2016.
19. Kim JY, Yi YH. pH, acidity, color, amino acids, reducing sugars, total sugars, and alcohol in puffed millet powder containing millet *takju* during fermentation. Korea J. food Sci. Technol. 42: 727-732 (2010)
20. Kim HS, Ahn JJ, Hwang TY. Screening of DPPH radical scavenging and antimicrobial activity of extracts from local some native plants. Korea J. Food Preserv. 21: 593-599 (2014)
21. Yeom HC. The effect of green tea extracts on the fermentation properties of polyphenol-enriched beers. Fam. Environ. Res. 46: 49-55 (2008)
22. Langstaff S.A, Lewis M. J. The mouthfeel of beer-A review. J. Inst. Brew. 99: 31-37 (1993)
23. Langstaff SA, Guinard JX, Lewis MJ. Instrumental evaluation of the mouthfeel of beer and correlation with sensory evaluation. J. Inst. Brew. 97: 427-433 (1991)
24. Lee TJ, Hwang DY, Lee CY, Son HJ. Changes in yeast cell number, total acid and organic acid during production and distribution processes of *makgeolli*, traditional alcohol of Korea. J. Biotechnol. 45: 391-396 (2009)