

Pale ale류에 속하는 맥주 신제품의 이화학적 특성 평가

김기화 · 박수지 · 김지은 · 동혜민 · 박인선¹ · 이재환² · 현소양³ · 노봉수*

서울여자대학교 식품공학과, ¹인천재능대학교 호텔외식조리학과,
²성균관대학교 식품생명공학과, ³제주특별자치도개발공사 연구개발부

Assessment of Physicochemical Characteristics among Different Types of Pale Ale Beer

Ki Hwa Kim, Sue Jee Park, Jee Eun Kim, Hyemin Dong, In Seon Park¹,
JaeHwan Lee², So Yang Hyun³, and Bong Soo Noh*

Department of Food Science and Technology, Seoul Women's University

¹Department of Hotel Food Service and Culinary Arts, JEI University

²Department of Food Science and Biotechnology, Sungkyunkwan University

³Research and Development Team, Jeju Special Self-governing Province Development Corporation

Abstract This study was conducted to evaluate and compare new beer (NB) with market beers, e.g., New castle brown ale (NC), Victoria bitter (VB), and Coopers pale ale (CP) using physicochemical parameters. In addition, pattern recognition analyses were carried out using an electronic nose based on mass spectrometry (MS-E nose) and an electronic tongue (E-tongue) for differentiation of the different types of beer. The measured alcohol content of NB was 4.37%. NB was not significantly different compared with other types of beer with regard to bitterness unit, color, and polyphenol content ($p < 0.05$). On the basis of the flavor pattern determined by the MS-E nose, NB was separated by DF1 (first score from discriminant function analysis), while NC, VB, and CP were located in the same group. The result of the E-tongue showed that the different samples could be clearly discriminated; NB was less sour. It was suggested that the discriminant function analysis (DFA) given by the MS-E nose and E-tongue could be used for evaluations during new product development. Furthermore, because of its simplicity, it might be possible to use the validated method for the evaluation of beer.

Keywords: beer analysis, flavor pattern, electronic nose, electronic tongue

서 론

우리나라에서 가장 많이 소비되는 주류는 소주와 맥주로 점유율 측면에서 맥주는 52.5%, 다음으로는 소주가 41.25%를 차지하고 있다. 국내 맥주시장은 수입맥주의 증가로 소비자의 기호가 다양해지고 있으며 최근 업계에서는 이를 겨냥하여 신제품을 출시하여 대대적인 마케팅과 홍보를 전개하여 판매증가를 이끌고 있다. 2000년 이전까지는 국내 맥주 시장은 국산 맥주가 맹주였으나, 현재는 외국 맥주 제조사들도 이 경쟁에 동참하고 있는 추세이다. 국내 맥주는 주로 Lager 형태의 맥주를 주로 출시하는데 비해, 수입 맥주의 경우 높은 브랜드력을 앞세우며 Lager 형태뿐만 아니라, Ale, Porter 형태 등의 다양한 맥주제품들이 선보여 국내 소비자의 입맛을 사로잡고 있다(1). 이에 국내에서는 향후 고부가가치를 창출할 수 있는 프리미엄급 고급 맥주의 개발의 일환으로

제주특별자치도 개발공사(제주개발공사)에서 맥주 개발을 진행하고 있으며 제주 지하 암반수와 제주산 백호 보리를 이용하여 제조한 맥아, 물, 호프 등을 사용해 다양한 맥주 제조를 시도하고 있다.

제조된 맥주의 품질을 가늠하는 품질관리 분석은 미국의 경우 American Society of Brewing Chemists (ASBC), 유럽은 European Brewery Convention (EBC)에서 분석 규격을 정하여 총괄적으로 관리하고 있으며 분석법을 지속해서 개정하고 있다. 국내에서는 국제청 주류면허센터에서 양조 분석 업무를 일임하고 있는 실정이다. 국내에서 진행된 연구를 살펴보면 시판맥주 14종을 대상으로 저장, 숙성 또는 발효과정에서 생성되지만 식중독 증상 및 발암물질로 전환 가능성이 있는 biogenic amines의 함량을 검출한 바 있다(2). 또한, 맥주에 녹차 추출물을 첨가하여 폴리페놀을 강화한 맥주의 발효 특성에 대한 연구가 진행되었다(3). 그리고 맥주의 발효과정에서 효모와 발효온도에 따라 특성이 달라지는 점을 이용하여 이취를 유발하는 황화수소의 발생을 최소화하는 연구가 진행되었다(4). 앞선 연구의 경우 시판맥주에서 생성되는 특정 물질을 대상으로 그 함량을 조사하였으며, 맥주의 발효특성에 따라 추출물을 첨가하거나, 발효특성에 따라 생성되는 물질을 검출하였다. 이들 연구의 경우 맥주제품의 향이나 맛과 관련된 품질특성보다는 발효과정의 특성변화를 대상으로 진행된 특징이 있다.

최근 소비자의 기호에 맞춰 여러 브랜드의 맥주가 소비자로부터 좋은 반응을 얻고 있으며 다양하고 우수한 품질의 맥주가 수

*Corresponding author: Bong Soo Noh, Department of Food Science and Technology, Seoul Women's University, Seoul 139-774, Korea

Tel: 82-2-970-5636

Fax: 82-2-970-5977

E-mail: bsnoh@swu.ac.kr

Received July 27, 2012; revised January 7, 2013;

accepted January 23, 2013

입되고 있는 실정이다. 또한 정책적으로 국내 맥주 제조 시설 진입 규제가 대폭 완화되어 맥주 산업의 동향이 변화할 것으로 예상되는 바, 소비자 요구가 다양화되고 있는 현 시점에서 실질적 구매자들이 선호하는 맥주의 향기성분과 맛에 대한 연구 필요성이 대두되고 있다. 제품 개발 시 제안되는 좋은 맥주란 소비자의 기호에 맞는 맥주이나 소비자의 기호성은 천차만별이기 때문에 한 마디로 규정하기란 어렵지만 다양한 맥주들이 갖고 있는 맛과 향에 대한 품질 특성을 바탕으로 목적하는 신제품을 제조할 수 있는 일이다. 제품 개발 초기의 신제품의 품질은 타겟제품과 비교하여 어느 정도의 선호 수준에 도달했는지를 측정하고 품질 비교를 통하여 유사성 및 차별성을 통해 우수성이 인정되는지 확인하며 이는 제품 개발에서 매우 중요한 과정 중에 하나이다.

맥주는 입안에서 느끼는 맛과 조직감에 따라 다양하게 느끼게 되므로 일정한 품질을 유지하기 위해서는 일반 성분 분석은 물론 향기분석과 입안에서의 느낌을 분석하는 것이 요망된다. 따라서 일반 성분 및 품질 지표가 되는 요소를 바탕으로 맥주제품간의 차별성이나 유사성을 분석하고자 하였다. 일반적으로 시료가 갖는 향기 성분을 알아보기 위하여 gas chromatography (GC) 분석 외에 전자코는 전처리가 필요 없이 시료 고유의 휘발성분을 포집하기 때문에 전처리 과정에서 발생할 수 있는 손실 가능한 휘발성분까지 검출할 수 있는 전자코 분석을 도입할 필요가 있다고 판단된다. 단 시간 내에 다량의 샘플을 분석할 수 있을 뿐만 아니라 시료 전체의 향을 한꺼번에 감지하는 특성을 가지고 있어 식품의 품질평가 및 관리 등에 널리 활용되어 왔으며 비파괴적인 분석방법으로 신속하고 편리하게 휘발성분의 패턴을 분석할 수 있는 특징을 가지고 있으며 음료 제품의 브랜드를 인식하고 판별하는 데에도 전자코가 활용된 바 있다(5-7). 특히 질량분석기를 바탕으로 한 전자코 분석의 경우 전처리 과정 없이 시료내의 휘발성분을 한꺼번에 ion fragments로 분해 한 후 이 ion fragment의 감응도를 토대로 패턴을 분석한다(8). 이 방법은 시료간의 차별성 여부를 파악할 수 있으며 GC, GC-MS와 달리 구체적인 성분으로 동정하지 않은 상태에서 전체적인 패턴으로 판별하는 패턴인식방법이다. Zhang 등(9)은 Lager 형태, Ale 형태 그리고 과일 맥주와 같은 특징적인 형태의 맥주를 분류함에 있어 색에 의해 판별하는 센서 array를 이용하여 구분할 수 있는지 타당성을 조사한 바 있다.

식품의 맛을 평가하는 일은 관능검사 방법이 유용하게 사용된다. 관능검사는 식품의 특성을 측정하고, 이들 특성이 소비자 기호도에 미치는 영향을 결정하여 소비자가 원하는 제품을 개발하는 과정에서 중요한 역할을 담당한다. 관능검사에서는 패널 선정이 중요한데 이는 사람마다 가지고 있는 역치가 다르고 패널의 숙련도에 따라 느끼는 맛이 다르기 때문에 수많은 시료를 분석하는 경우 재현성이 있는 객관적 데이터를 얻기 어렵다. 따라서 정량화된 값을 얻기 위한 새로운 시도로 전자코 분석으로 시료의 맛을 평가해 보았다. 전자코는 시료의 맛을 나타내는 성분과 센서간의 감응도를 측정하여 수치화하는 작업을 거치게 된다. Lvova 등(10)은 일회용 형태의 전자코를 만들어 Budweiser, Cafri, Beck's dark, Beck's light 그리고 한국산 일반 맥주들의 맛 특성을 분석하고 각각의 그룹으로 판별하여 맛의 특성을 분류할 수 있는 전자코 칩의 가능성을 제시한 바 있다.

본 연구에서는 일반적인 맥주의 품질 분석 항목에 해당하는 알코올, bitterness unit (B.U.), 자당도, 색도, 총산, 폴리페놀 함량의 차이를 살펴보고 객관적인 지표로서 전자코와 전자코를 이용한 향기성분 및 맛의 패턴을 통하여 새로이 개발된 pale ale맥주의 이화학적 특성을 국내에 널리 시판되고 있는 외국산 맥주와 비교 평가하고자 한다.

재료 및 방법

맥주

제주개발공사에서 제조한 맥주 신제품(NB)을 대상으로 pale 형태의 시판 수입 맥주 New castle brown ale (NC) (Heineken, England, United Kingdom), Victoria bitter (VB) (Carlton & United Beverages, Abbotsford, Australia), Coopers pale ale (CP) (The Cooper Family, Adelaide, Australia)와 비교하였다.

맥주의 제조

맥주는 제주개발공사 pilot pant (Hannamli, Jeju, Korea)에서 생산하였으며 제주 암반수를 사용하였고 호프는 Cascade를, 보리는 제주산 백호보리를 사용하여 제조하였다.

일반성분

일반성분분석을 위하여 검체를 교반기(JS Research Inc., Gongju, Korea)를 이용하여 210 rpm에서 50분 동안 탄산가스를 제거한 후 분석에 사용하였다. 알코올 함량과 B.U., 색도는 국세청 주류 분석규정을 토대로 분석하였으며(11), 폴리페놀 함량은 ASBC법을 참조하였다(12). 맥주의 sweetness는 자당도(A type, Daekwang, Inc., Seoul, Korea)로 측정하였다. pH는 각 시료를 20°C에서 pH meter (sp-701, Suntext, Taipei, Taiwan)로 측정하였다. 총산은 시료 10 mL에 1% phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.1 N NaOH용액으로 적정하였으며, 이 때 소비된 NaOH 함량에 용액의 factor (F) 값과 0.4를 곱하여 계산하였다.

$$\text{총산} = \text{소비된 NaOH의 양} \times F \times 0.4$$

통계처리

일반성분 분석의 통계처리는 PASW Statistics 18 (IBM Co., Ver. 18.0.0, Armonk, NY, USA)을 이용하여 일원분산분석(one-way ANOVA)하였고, 95% 신뢰수준에서 다중비교법 중 최소유의차 (least significant difference, LSD)를 이용하여 유의성을 검증하였다.

휘발성분 분석

전처리로 100 mL의 맥주를 5°C 이하에서 15분간 sonicator (5510E-DTH, Branson Ultrasonics Co., Danbury, CT, USA)에서 탄산가스를 제거하였으며 27 g NaCl을 넣은 후 8분간 교반하였다. 30 mL air-tight vial에 전 처리한 맥주 10 mL을 넣고 상온에서 10분간 교반하며 평형시킨 후 30분간 PDMS fiber (Supelco Inc., Bellefonte, PA, USA)로 포집하였다. 향기성분의 분리 동정을 위하여 Gas Chromatography/Flame Ionization Detector (GC/FID) (GC-2010, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하였으며, 고정상으로는 DB-WAX (30 m×0.25 mm ID, 0.25 μm film, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)컬럼을 사용하였다. 이동상은 헬륨을 사용하였으며, 유속은 28 mL/min이었다. GC oven은 초기 단계에서 2분까지는 40°C로 유지시킨 후, 10°C/min의 속도로 160°C까지 증가시킨 다음 6분간 유지하였다. 주입구의 온도는 250°C였으며 주입구에서 2분간 노출시켰다.

전자코 분석

맥주 1 g을 10 mL 용기에 넣고 실험 직전까지 4°C의 향온 tray holder에 놓아두었으며, 70°C에서 10분간 350 rpm으로 교반하고 Silox가 충전된 Inside needle direct extraction syringe (Hamilton, Bonaduz, Switzerland)를 사용하여 10번 stroke하여 주사바늘 내부

에서 농축한 후 주입하였다. Syringe purge는 3초를 유지한 후 thermostatted tray holder에 놓은 후 250 μ L을 취하여 시료로 사용하였다. 시료는 자동시료채취기가 연결된 전자코(SMART Nose 300, SMART Nose, Marin-Epagnier, Switzerland)로 분석하였다. 분석에 사용된 전자코는 질량분석기(Quadrupole Mass Spectrometer, Balzers Instruments, Marin-Epagnier, Switzerland)가 연결되어 있으며 휘발성 물질들은 70 eV에서 이온화시켜 180초 동안 생성된 이온 물질을 사중극자 질량 필터링을 거친 후 특정 질량 범위(11-199 amu)에 속하는 물질을 정수단위로 측정하여 channel수로 사용하였다. 실험분석 초기에 공기 시료를 대조구로 사용하였으며 각각의 시료는 3회 반복을 실시하였다. 각기 다른 channel의 감응도는 matrix형태로 기록되었으며 이온화되어 얻어진 분자들의 질량별 검출량과 그 분포 정도를 통계처리 하여 판별함수분석(discriminant function analysis; DFA)을 실시하였다. 이 때 사용된 소프트웨어는 SMART Nose statistical analysis software를 사용하였다.

전자혀 분석

맥주의 맛에 대한 평가는 전자혀(Astree, Alpha MOS, Toulouse, France)를 이용하였으며, 여과(Whatman No. 6, Kent, UK)한 시료 25 mL을 유리용기에 담아 자동시료측정기에 놓았다. 모든 시료는 5회 반복하여 실시하였으며 단일 샘플의 분석 후 센서 행군 과정을 거쳤다. 통계 처리에는 Alpha MOS에서 제공된 소프트웨어를 사용하였다. 쓴맛의 표준물질, quinine는 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA) 것을 사용하였으며 0.6-3 mg/L의 범위에서 표준곡선을 작성하였다.

결과 및 고찰

본 연구에서 이용한 pale 형태의 시판 수입 맥주는 제주개발공사에서 실시한 선호도 조사를 토대로 선정하였으며 선정된 NC, VB, CP와 신제품 NB를 대상으로 이화학적인 성질을 분석하였다.

일반성분

국세청 주류분석규정에 따라 일반성분을 분석한 결과, 알콜 함량은 4종의 맥주 모두 유의적인 차이가 없었으며 약 4.1-4.6% 내외의 분포를 보였다(Table 1). 시판되는 맥주의 B.U.의 경우 신제품 NB의 B.U. 값이 높은 것으로 나타났으며 시판맥주의 B.U. 값에 비하여 1.5-2배 정도로 높은 경향을 보여 쓴맛이 다소 강한 것으로 나타났다. Sweetness ($^{\circ}$ P)는 NB와 NC가 VB와 CP간에는 차이를 보였으나 VB와 CP간에는 유의적으로 차이가 없는 것으로 나타났다. 맥주의 색은 제품별로 각기 다르게 차이를 보였는데 어떠한 종류의 맥아를 사용하는지와 또 같은 맥아를 사용한다 하더라도 맥아를 건조시키는 온도에 따라서 다른 특성을 보인다. 각 회사 및 제품에 따라 사용하는 맥아가 다르며 두 가지 이상의 맥아를 섞어서 사용하는 경우도 있어 제품에 따라 7.71에서 53.53으로 큰 차이를 보이는 것으로 여겨진다. 맥주 가운데 NC의 색

상이 가장 진한 것으로 나타났으며 CP의 색상이 가장 옅은 것으로 나타났다. pH는 맥주 신제품과 NC, CP와 유의적으로 차이가 없었으며 총산은 5.21로 제주 맥주가 시판 맥주 3종에 비하여 높은 것으로 나타났다. 맥주에서의 폴리페놀 함량은 호프와 맥아에서 비롯되는데 이것은 맥주의 안정성과 향미에 매우 중요한 역할을 하지만 유통기간 중에 맥주 속에 있는 단백질과 결합하여 혼탁의 원인이 되어 상품성을 저하시키기도 한다. 따라서 맥주의 유통이나 보관 시에 생기는 혼탁(haze)을 줄이기 위하여 강력한 플라보노이드의 항산화 작용을 하는 폴리페놀은 대규모 맥주 제조 공정에서 제거의 대상이다. 혼탁을 줄이면 유통기간을 더 늘릴 수 있고 여과공정도 더 쉽게 할 수 있어서 생산성을 향상시키고, 더 깔끔한 맛을 내게 할 수 있기 때문이다(3). 일반적으로 맥주의 폴리페놀 함량은 100-300 mg/L 라고 보고된 바 있으며 (13) 폴리페놀 함량을 분석한 결과 전반적으로 분석에 사용된 맥주 4종 모두 폴리페놀 함량이 200 mg/L이하 인 것으로 나타났다. 본 연구에 사용된 NB는 여과 공정을 따로 거치지 않은 것으로 다른 시판제품에 비하여 높게 나타난 것으로 여겨진다. 향후 필요에 따라 여과 공정을 거칠 시 펩타이드와 폴리페놀이 침전되어 폴리페놀 함량은 조절할 수 있을 것으로 예상된다.

전자코 분석

Pale ale류 맥주 4종의 향기 패턴을 알아보기 위하여 판별함수 분석한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 판별함수 분석은 시료간의 차이를 갖는 수십 개의 ion fragment가 갖고 있는 특성의 의미를 함축하여 그래프의 x축에 DF1을 y축에는 DF2에 의한 2차원 그래프로 표현하여 시료간의 차이를 구별하게 되며 시료간의 변화를 구분짓는 판정의 성공률을 r^2 값으로 나타내고 판정의 영향력을 F value로 나타낸다. 분석 결과 가로축에 해당하는 DF1의 F값이 743.98이고 세로축에 해당하는 DF2의 F값이 326.72로 F값의 차이가 2배 정도 나타나는 것으로 보아 시료간의 차별성이 x축과 y축이 2:1의 비율로 영향을 받아 구분되었다. 그 결과 비교 대상인 시판 pale ale 형태의 수입산 맥주 3가지는 DF1의 왼쪽 범주에 속하여 신제품 NB와는 향기패턴 면에서 뚜렷한 차이를 보이고 있다. 한편, y축 방향(DF2)으로 NC, VB, CP가 또 다시 차이를 보이고 있어 이들 3개 제품간에도 향기패턴이 다소 차이가 있음을 알 수 있다. 결론적으로 NB는 시판 수입산 맥주와는 향기패턴이 구분되어 차별화되는 향기특성을 보여주었으며 이러한 향기특성을 구분짓는 향기성분이 어떤 것인지 알아보기 위하여 GC 분석을 해 보았다.

향기분석

맥주의 대표적 향기성분으로 알려진 dimethyl sulfide, ethyl formate, ethyl acetate, isobutyl acetate, isoamyl acetate, ethyl hexanoate, ethyl octanoate, n-propanol, n-butanol, isobutanol, isoamyl alcohol, methyl alcohol, 2,3-butanedione, acetaldehyde 물질 14종을 선정하여 그 함량을 조사한 결과를 Table 2에 나타내

Table 1. Alcohol, bitterness unit, sweetness, color, pH, total acidity, and polyphenol of beer

	Alcohol (%)	Bitterness unit	Sweetness ($^{\circ}$ P)	Color	pH	Total acidity	Polyphenol (mg/L)
NB ²⁾	4.37 \pm 0.21 ^a	35.00 \pm 0.08 ^d	2.28 \pm 0.20 ^b	34.43 \pm 0.21 ^c	3.96 \pm 0.02 ^b	5.21 \pm 0.08 ^c	181.22 \pm 0.00 ^d
NC	4.60 \pm 0.30 ^a	17.90 \pm 0.03 ^b	1.96 \pm 0.31 ^b	53.53 \pm 0.59 ^d	3.87 \pm 0.05 ^a	4.24 \pm 0.07 ^b	125.19 \pm 0.95 ^b
VB	4.33 \pm 0.67 ^a	17.45 \pm 0.29 ^a	1.33 \pm 0.25 ^a	9.03 \pm 0.01 ^b	3.83 \pm 0.02 ^a	3.31 \pm 0.08 ^a	71.34 \pm 1.42 ^a
CP	4.13 \pm 0.06 ^a	23.45 \pm 0.05 ^c	1.08 \pm 0.29 ^a	7.71 \pm 0.38 ^a	3.93 \pm 0.02 ^b	4.30 \pm 0.20 ^b	156.07 \pm 2.37 ^c

Means with different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

NB: New beer, NC: New castle brown, VB: Victoria bitter, CP: Coopers brown pale ale

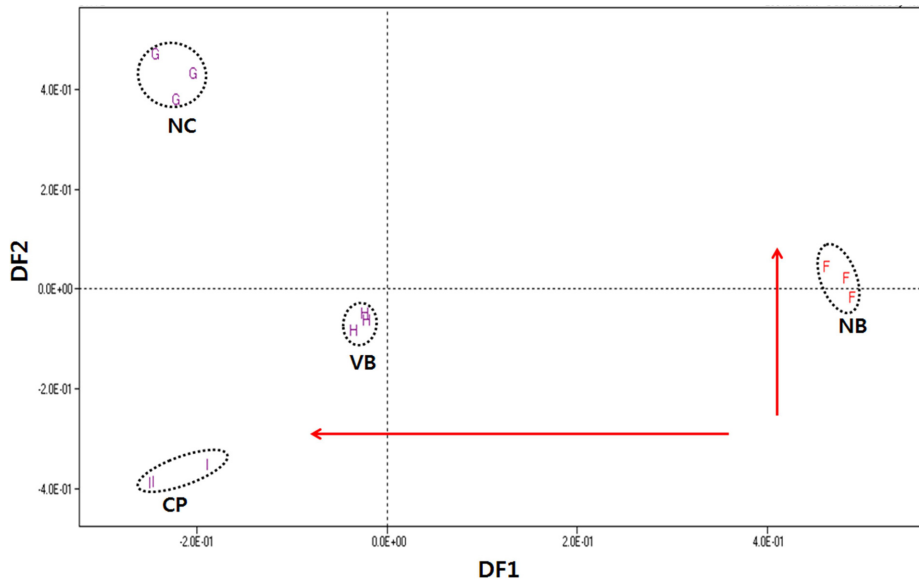


Fig. 1. Discriminant function analysis of the electronic nose data for flavor pattern of beers (DF1: $r^2=0.9964$, $F=743.98$, DF2: $r^2=0.9924$, $F=346.72$) (NB: New beer, NC: New castle brown, VB: Victoria bitter, CP: Coopers brown pale ale).

었다(14). 분석결과 NB는 향기성분 ethyl acetate이 1.52 mM, isoamyl acetate 0.24 mM, isoamyl alcohol 4.54 mM, ethyl hexanoate 1.90 mM으로 시판 맥주에 비하여 상기 물질의 함량이 낮은 것으로 나타났으며 isobutanol의 함량은 1.61 mM로 상대적으로 높았다. Ethyl acetate와 isobutanol에 해당하는 고급알코올과 에스테류는 맥주 향의 주요 성분으로 알코올 발효의 부산물로 생성되는 물질이며(15) 에스테르 화합물은 맥주의 향에서 발효과정에서 효모에 의하여 생성되는 맥주 향에 있어 중요한 물질이라고 알려져 있다(16). 이 두 성분을 제외하고는 dimethyl sulfide, isobutyl acetate, isoamyl alcohol, isoamyl acetate, ethyl octanoate에 해당하는 5개의 peak가 유사한 경향을 보여주었으며 향기 성분 ethyl formate, n-propanol, 2,3-butanedione, acetaldehyde, n-butanol, methyl alcohol는 검출되지 않았다. 전자코 결과와 종합하여 볼 때 관별함수 분석에서 DF1의 차이에 의하여 시판맥주와 향기패턴이

구분되는 것은 ethyl acetate과 isobutanol의 함량의 차이가 주로 영향을 미친 것으로 보여진다.

전자혀 분석

식품 분야에서 활용되고 있는 전자혀 분석은 커피의 브랜드, 주스의 숙성 등 주로 액상의 음료에 적용되고 있다. 주류 분야에서는 전자혀 분석을 통하여 light, classic dark, porter에 해당하는 맥주의 4종의 차이를 구분한 바 있으며(17), 전자혀로 포도주의 타닌(tannin)함량을 정량하였으며 정량곡선은 묘사분석에서 나타난 쓴맛과 떫은맛간의 높은 정확도를 보였다(18). 전자혀 분석은 맛을 대표하는 7개의 센서로 구성되며 사람의 미각과 마찬가지로 센서 SRS는 신맛, STS는 짠맛, UMS는 감칠맛, BRS는 쓴맛, SWS는 단맛을 감지하며 GPS와 SPS 센서는 센서의 값을 보정하는 표준센서로 의미를 두지 않는다.

Table 2. Volatile compounds of pale ale types of beer by GC

(Unit: mM)

	Pale ale type of beer			
	NB	NC	VB	CP
Dimethyl sulfide	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00	0.02±0.00
Ethyl formate	ND	ND	ND	ND
Ethyl acetate	1.52±0.04	1.72±0.03	2.03±0.05	2.19±0.04
n-Propanol	ND	ND	ND	ND
2,3-Butanedione	ND	ND	ND	ND
Isobutyl acetate	0.12±0.00	0.13±0.00	0.05±0.00	0.10±0.00
Isobutanol	1.61±0.03	1.13±0.03	0.65±0.01	0.39±0.01
Acetaldehyde	ND	ND	ND	ND
Isoamyl acetate	0.24±0.00	0.37±0.00	0.40±0.00	0.44±0.01
n-Butanol	ND	ND	ND	ND
Isoamyl alcohol	4.54±0.12	5.31±0.14	5.43±0.15	5.04±0.14
Ethyl hexanoate	1.90±0.03	3.37±0.10	2.14±0.05	2.42±0.07
Ethyl octanoate	0.31±0.00	0.26±0.00	0.23±0.00	0.36±0.01
Methyl alcohol	ND	ND	ND	ND

ND: not detected

NB: New beer, NC: New castle brown, VB: Victoria bitter, CP: Coopers brown pale ale

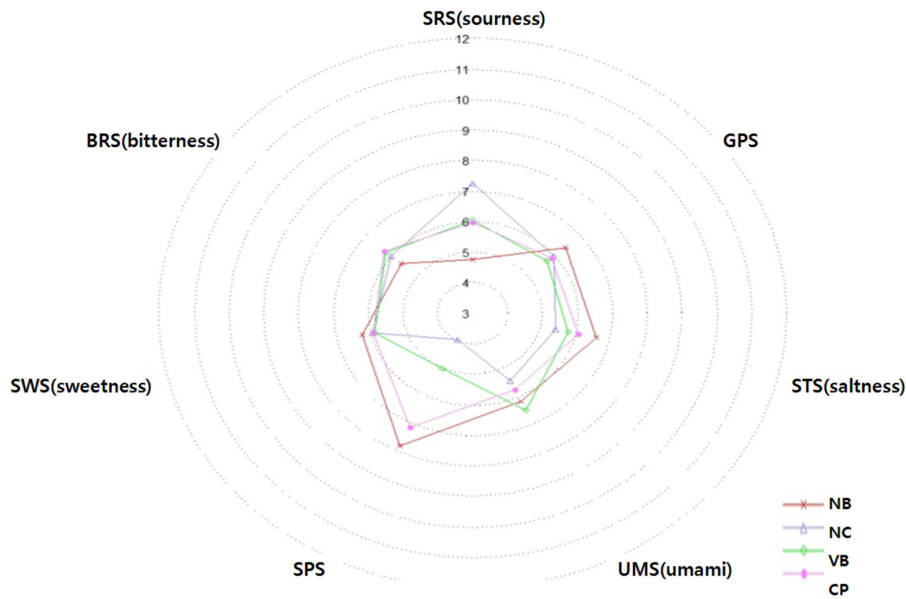


Fig. 2. Changes in organoleptic characteristics of pale ale types of beer by electronic tongue. Abbreviations are shown in Fig. 1.

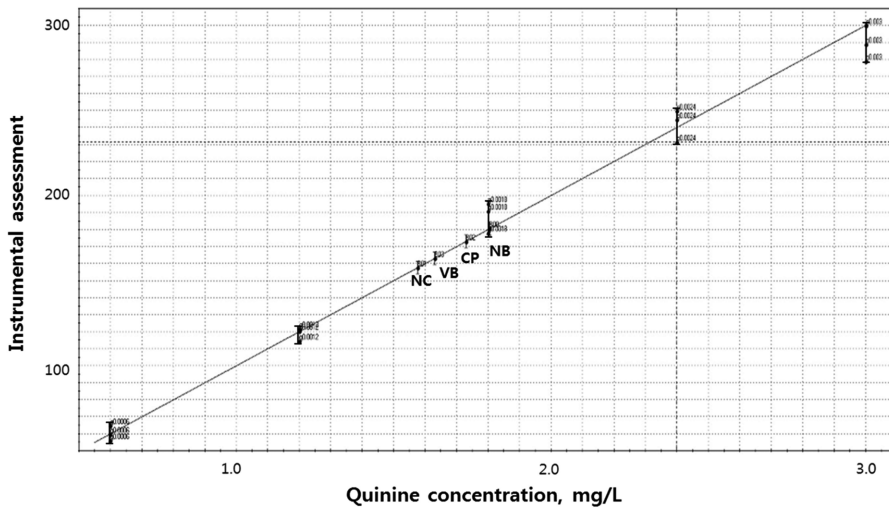


Fig. 3. Calibration of the intensity of bitterness with different concentrations of quinine. Abbreviations are shown in Fig. 1.

분석 결과 Fig. 2에서 나타난 바와 같이, NB는 신맛을 나타내는 SRS 센서의 감응도 4.6으로 다른 맥주에 비하여 낮은 것으로 나타나 신맛이 부족한 것을 보여주었으며 일반 성분분석에서도 pH 값이 3.96으로 높게 나타난바 있어 이를 대변하고 있다고 볼 수 있다. 쓴맛의 경우 NB의 감응도는 5.6으로 NC는 6.0, CP는 6.2, VB가 6.2로 비교적 낮은 감응도를 나타냈으며 시료간에 큰 차이를 보이지는 않았다. 일반성분분석에서는 NB의 B.U.값이 35.0으로 가장 높게 나온 것과 대조적이라 할 수 있는데, 이것은 전자혀의 경우 전위차를 이용하여 맛성분을 검출하는 시스템으로 B.U.의 측정원리인 iso-humulone 성분의 함량을 비교하는 것과는 차이를 보인 것으로 나타났다. 이는 iso-humulone 성분 이외에 맥주의 쓴맛을 나타내는 성분이 존재하기 때문으로 여겨진다. Haddi 등(19)은 전자혀를 이용하여 Lager, Stout, Indian pale ale 형태의 맥주를 동정, 분류하는 데에 전자혀를 활용하였으며 Lager, Stout는 모두 정확하게 구분하였으나 Indian pale ale 형태의 경우 4개 중 3개만 구분한 바 있다. 본 연구에서는 이처럼 다른 형태의 맥

주를 구분하기 보다는 pale ale 중 서로간의 차별성을 판별할 수 있는가 하는 것과 국내에서 새로이 제조한 맥주가 이들 수입산과는 어느 정도의 차별성 있는지를 보고자 한 것이다.

맥주의 주요한 쓴맛을 나타내는 성분 중에 하나인 quinine의 정량곡선을 이용하여 분석한 결과(Fig. 3), 맥주의 quinine 함량은 0.0015-0.0018 g/L 사이로 나타났으며 NC가 쓴맛이 가장 적은 것으로 나타났고 NB의 쓴맛 정도가 높은 것을 보여주었다. 한편, B.U.측정에서 $NC < VB < CP < NB$ 의 경향을 보인 것과 quinine의 함량은 $VB < NC < CP < NB$ 로 상호 유사한 경향을 보였다. 포도주 숙성 정도를 측정하는데 활용했던 전자혀의 센서 시스템을 사용하여 여러 맥주 중에서 Lager 형태, Ale 형태 그리고 wheat beer 형태를 분별하는데 사용하였고 관능검사에서 표현하는 쓴맛, 단맛, 신맛, 과일맛, 카라멜맛, 탄내 등 관능적 특성과의 관계를 표현할 수 있었다. 또한 전자혀는 real extract, 알코올, 폴리페놀의 함량 쓴맛 정도까지도 예측할 수 있는 시스템을 증명할 바 있다(20). 본 연구에서도 쓴맛 성분이 여러가지 성분에서 비롯하여 영

향을 미치리라 예상되나 quinine에 의한 쓴맛 정도를 관찰한 결과 Fig. 3에서 보는 바와 같이 전자혀의 감응도와 직선적인 관계를 보여주고 있으며 Polshin 등(20)에 의해 쓴맛 정도를 예측할 수 있음을 여기서도 확인할 수 있었다. 쓴맛을 대표하는 여러 성분들에 대한 분석과 전자혀의 측정값 간의 상관관계를 비교하여 어떠한 차이가 있는지는 향후 연구가 더 필요할 것으로 보인다.

본 연구에서 신제품은 시판맥주와 다른 향기패턴을 보였으며 다른 향기특성을 나타내는데 영향을 준 물질은 ethyl acetate, isobutanol인 것으로 나타났다. 전자혀 분석결과 시판 맥주에 비하여 신맛과 쓴맛이 부족하였으며 맥주에서 쓴 맛을 나타내는 대표적 물질인 quinine을 정량하였을 때 맥주 신제품의 quinine 함량이 가장 높은 것으로 나타났다.

요 약

Pale ale류에 속하는 수입산 시판 맥주 3종과 신제품 맥주를 대상으로 일반적 품질특성과 향기패턴 및 맛의 성향을 비교하였다. 그 결과 신제품은 4.35%의 알콜 함량을 나타냈으며 B.U.는 3.5, 색도는 34.43(EBC), sweetness는 2.28°P, pH는 3.96, 총산은 5.21, 폴리페놀은 181.22 mg/L의 함량을 보였다. 전자코에 의한 향기패턴의 경우 시판 맥주와는 구분되어 다른 향기특성을 갖는 것으로 나타났으며, GC를 이용한 총 14종의 휘발성분 중 ethyl acetate, isobutanol, isoamyl acetate, isoamyl alcohol, ethyl hexanoate 함량의 차이를 보였고 그 외 물질들은 시판 맥주와 유사한 것으로 나타났다. 전자혀 분석에서는 시판 맥주에 비하여 NB의 신맛이 부족한 것으로 나타났으며 맥주의 주요한 쓴맛을 나타내는 성분 중 하나인 quinine을 정량 한 결과 시판 맥주에서의 농도는 1.5-1.8 mg/L 사이로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부와 한국산업기술진흥원의 광역경제권육성산업으로 수행되었으며 이에 깊이 감사 드립니다.

문 헌

1. Korea Alcohol & Liquor Industry Association. A new year issue of Korea Alcohol & Liquor Industry Association (2011) Available from: http://www.kalia.or.kr/customer_support/k_statist.html. Accessed July 4, 2012.
2. Kim JH, Ahn HJ, Hong JH, Han SB, Byun MW. Survey of biogenic amine contents in commercial beers. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 1127-1129 (2002)
3. Yom HC. The effect of green tea extracts on the fermentation properties of polyphenol-enriched beers. *J. Korean Home Econ. Assoc.* 46: 49-55 (2008)
4. Kim YR, Moon ST, Park SK. Effects of yeast strains and fermentation temperatures in production of hydrogen sulfide during beer fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 40: 238-242 (2008)
5. Pinheiro C, Rodrigues CM, Schfer T, Crespo JG. Monitoring the aroma production during wine-must fermentation with an electronic nose. *Biotechnol. Bioeng.* 77: 632-640 (2002)
6. Cimander C, Bachinger T, Mandenius CF. Assessment of performance of a fed-batch cultivation from the preculture quality using an electronic nose. *Biotechnol. Progr.* 18: 380-386 (2002)
7. Wilson AD, Baietto M. Application and advance in electronic nose technologies. *Sensors.* 9: 5099-5148 (2009)
8. Kim KH, Park SJ, Noh BS. Comparison of volatile compounds from vegetable oils under light emitting diode irradiation using MS-based electronic nose. *Food Sci. Biotechnol.* 21: 1055-1063 (2012)
9. Zhang C, Bailey DP, Suslick KS. Colorimetric sensor arrays for the analysis of beers: A feasibility study. *J. Agr. Food Chem.* 54: 4925-4931 (2006)
10. Lvova L, Kim SS, Legin A, Vlasov Y, Yang JS, Cha GS, Nam H. All solid state electronic tongue and its application for beverage analysis. *Anal. Chim. Acta.* 468: 303-314 (2002)
11. 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 April 9, 2013.
12. Am. Soc. Brew. Chem. Beer method 35. (1978) Available from: <http://www.asbcnet.org/MOA/toc.aspx>. Accessed July 4, 2012.
13. Leiper KA, Stewart GG, McKeown IP, Nock T, Thompson MJ. Optimising beer stabilisation by the selective removal of tannoids and sensitive proteins. *J. Inst. Brew.* 111: 118-127 (2005)
14. Han SH. Effect of fermentation temperature on volatile flavor components in beer. MS thesis. Dongguk University, Seoul, Korea (1998)
15. Jelen HH, Wlazly K, Wasowicz E, Kaminski E. Solid-phase microextraction for the analysis of some alcohols and ester in beer: comparison with static headspace method. *J. Agr. Food Chem.* 46: 1469-1473 (1998)
16. Park SK. Flavor and off flavor in beer. *Alcohol Liq. Ind.* 22: 63-70 (2002)
17. Legin A, Rudnitskaya A, Vlasov Y, Natale CD, Davide F, D'Amico A. Tasting of beverages using an electronic tongue. *Sensor Actuator. B* 44: 291-296 (1977)
18. Puech JL, Prida A, Isz S. Quality assessment of oenological tannins utilising global selectivity chemical sensors array. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 28: 101-106 (2007)
19. Haddi Z, Amari A, Bouchikhi B, Gutierrez JM, Cet X, Mimendia A, Del Valle M. Data fusion from voltammetric and potentiometric sensors to build a hybrid electronic tongue applied in classification of beers. pp. 189-190. In: Olfaction and electronic nose: Proceedings of the 14th international symposium on olfaction and electronic nose. May 5. New York, NY, USA. American Institute of Physics. Melville, NY, USA (2011)
20. Polshin E, Rudnitskaya A, Kirsanov D, Legin A, Saison D, Delvaux F, Delvaux FR, Nicolai BM, Lammertyn J. Electronic tongue as a screening tool for rapid analysis of beer. *Talanta.* 81: 88-94 (2010)