Food Engineering Progress
Vol. 10, No. 4. pp. 242~247 (2006.11)

정량적 묘사 분석에 의한 국내 Home-Brewed 맥주의 관능검사

임명남 · 이승주
동국대학교 식품공학과

Quantitative Descriptive Analysis on Sensory Attributes of Home-Brewed Beers Consumed in Korea

Myeongnam Im and Seung Ju Lee
Department of Food Science and Technology, Dongguk University

Abstract

Through home-brewing, home brewers can make their favorite beers, based on the typical beer of various countries. This study seeks to identify the sensory attributes of beers imported from foreign countries for home-brewers in Korea. A sensory evaluation was conducted on the following beers consumed most in Korea, using a quantitative descriptive analysis (QDA): American brown ale from USA, Canadian dark ale and Canadian light from Canada, Pilsner light from Germany, and light larger from England. As results from principal component analysis (PCA) and multiple comparison test, the distinct sensory properties of Canadian light, light larger, American brown ale, Canadian dark ale, and Pilsner light were sour taste, ester odor/savory taste/aroma of hops, rich taste of hops, hops flavor/rich sweetness, and mouthful feeling of roasted hops odor/bland taste of hops, respectively. Five kinds of beers were decidedly discriminated on the PC1 and PC2 space, indicating the reliability of the results.

Key words: home-brewed beer, quantitative descriptive analysis, principal component analysis

서 론

전반적인 생활수준이 향상되면서 맥주의 대중화 시대가 도래 되었고 microbrewery가 등장하였다(Lewis 와 Young, 1995). 그 결과 현대인들은 다양한 맥주의 맛을 알게 되었고, 자신의 입맛을 반영한 맥주를 제조하는 것에 관심을 갖게 되었다. 이에 대한 해결책으로 맥주의 시작이었던 home-brewing이 등장하게 되었다(Daniels, 2004). 국내에서도 몇 년 전부터 인터넷에서 맥주를 만드는 키트와 맥주 원료를 손쉽게 구할 수 있게 되면서 점점 자신 만의 독특한 맥주를 만드는 애호가들이 증가하고 있다(http://cafe.daum.net/microbrewery, 2006; 이종대, 2005). 이렇듯 home-brewed 맥주에 대한 한국인들의 입맛에 관심이 모아지고 있는 시점에서, home-brewing을 더욱 활성화 시키기 위하여 home-brewed 맥주의 관능적 성질이 점점 중요해지고 있다.

Home-brewing은 크게 세가지로 분리된다(Shin, 2005). 첫 번째는 캔으로 만들기, 두 번째 캔과 곡물을 이용하기, 세 번째로 곡물만을 이용해 만들기이다. 세가지 분류는 사용하는 재료에 의해 나뉘어 졌으며 실제로는 매우 비슷한 과정이라 해도 무리는 없다. 간단하게 home-brewing 제조 과정을 살펴보면, 먼저 맥아를 당화시기고 당화시킨 액을 맥주 특유의 향기를 추가하기 위해 호프를 넣고 끓인다. 끓인 액을 식혀서 효모를 첨가하며, 첨가된 효모는 당화된 액의 당분을 알코올로 바꿔준다. 발효를 마친 액에 소량의 당분을 추가해 효모가 그 당분을 먹고 탄산가스를 생성하게 한다. 그리고 시원하게 냉장시키면 맥주가 완성된다.

맥주는 일반적으로 원료의 종류 및 산지, 효모의

Corresponding author: Seung Ju Lee, Professor, Division of Food science and technology, Dongguk University, 3-26 Pil-Dong, Choong-Gu, Seoul, 100-715, Korea.
Phone: 02-2260-3372, Fax: 02-2260-3372
E-mail: Lseungju@dongguk.edu

종류, 발효법, 농도와 색 등에 따라 맛이 달라지게 된다. 현대에는 제조기술이 발달하게 됨에 따라 맛, 색, 쓴 정도, 알코올 도수 등을 조절할 수 있게 되었다(Daniels, 2004). 또한 home-brewing은 각국의 대표적인 맥주를 기준으로 하여 자신만의 개성을 살린 새로운 맥주를 만들 수 있게 된다. 즉 기존의 맥주에 각종 다른 부 원료들을 혼합시켜 건강, 기능성 측면, 현대 여성의 입맛 등을 고려한 다양한 맥주들이 home-brewing에 의해 개발되고 있다(http://cafe.daum.net/microbrewery, 2006).

이번 연구는 더욱 독특한 맛과 향을 지닌 맥주를 개발하기 위하여, 현재 우리나라에서 home-brewed 맥주를 만들기 위해 외국에서 수입하는 맥주 원료의 관능적 특성을 알아 보고자 한다. 따라서 가장 많이 소비되고 있는 미국-American brown ale, 캐나다-Canadian dark ale, Canadian light, 독일-Pilsner light, 잉글랜드-Light lager 등 4나라의 대표적인 맥주에 대하여 관능 평가를 실시하였다. 정량적 묘사분석(QDA, quantitative descriptive analysis)에 대한 맥주의 관능적 속성으로 향(odor), 맛(taste), 입안촉감(mouth feel), 뒷맛(aftertaste)을 평가하였다. 따라서 이번 연구가 더욱 home-brewing을 활성화 시키고, 더 나아가 국내에서 home-brewed 맥주 원료를 개발하는데 토대를 마련하고자 한다.

재료 및 방법

재료

Home-brewed 맥주 제조를 위한 premix와 건조효모는 국내에서 대표적으로 시판되고 있는 light lager (영국), Canadian light(캐나다), Canadian dark ale(캐나다), American brown ale(미국), Pilsner light(독일) 5가지를(http://cafe.daum.net/microbrewery, 2006; Make Beer Co., 2004) (주)휴먼오아시스(서울, 대한민국)로부터 구입하여 사용하였다(Table 1).

Home-brewed 맥주 제조

Home-brewed 맥주는 제조사의 설명서(Make Beer Co., 2004)에 따라서 제조하였다. 맥주 발효기(beer machine-model 1000, Make Beer Co., Canada)에 일반적인 정수 물 10 L와 맥주 premix를 잘 혼합하여 채우고, 건조 효모를 잘 흩어 뿌려 넣었다. 1차 발효를 20~24°C에서 6~7일 동안 비중이 1.008~1.010에 도달할 때까지 행하였다. 그 후 맥주를 냉장고에서 3~4일 동안 보관하였다. 최종적으로 2차 발효를 500 mL의 병에 설탕 5 g과 함께 병입하여 6~7일 동안 20~24°C에서 행하였다.

정량적 묘사 분석에 의한 관능 평가

묘사 분석을 위한 패널 요원으로 동국대 식품공학과 대학생 30명 중에서 패널 요원의 차이식별 능력, 참여의식, 편견 유무 등을 고려하여 12명을 선발하였다(Kim 와 Lee, 1998). 묘사분석에 사용된 용어는 QDA-절차(Stone *et al.*, 1974)와 동일한 방법으로 훈련된 패널들에 의하여 개발되었다. 맥주의 향, 맛, 입안촉감, 뒷맛의 특성에 대한 일련의 묘사 용어를 나열하도록 한 다음, 이 용어에 대하여 정의를 내리는 과정에서 기존에 사용된 용어를 (Daems 와 Delvaux, 1997; Lewis와 Pangborn, 1974; Meilgaard *et al.*, 1979; Langstaff *et al.*, 1991) 참고하였다. 개별 평가와 그룹 토의 과정을 통하여 소비자들이 자주 사용하거나 익숙한 언어를 14가지의 큰 범주로 함축하여 나타냈으며, Table 2에 표기된 영어적 표현은 국제적 EBC/ASBC 규격에 정의된 묘사 용어로부터 해당되는 단어를 선택하여 나타내었다. 관능적 특성 중 냄새는 class 11과 12를 제외한 12가지 항목으로 세분화하였으며, 맛은 class 각각에 대하여 14가지 항목으로 구성하였다. 또한 입

Table 1. Technical classification of the home-brewed beers

Beer	Type of beer	ABV[1)]	IBU[2)]	SRM[3)]	Country
Light lager	Lager	3.8~4.5%	5~17	2~4	England
Canadian light	Light	3.5~4.4%	8~15	2~4	Canada
Pilsner light	Light	4~5%	30~40	3~4	Germany
Canadian dark ale	Ale	3.2~4%	10~24	17~34	Canada
American brown ale	Ale	4~6.4%	25~45	15~22	USA

[1)]Alcohol by volume(v/v; %): alcohol volume ratio for beer volume.
[2)]International bitterness unit: one IBU is equal to 1 milligram of *iso*-α-acid in 1 liter of wort or beer.
[3)]Standard reference method: color of beer unit in USA.

Table 2. The Descriptive terminology in classification of beer flavor by recommended descriptors

Flavor class	Descriptor	Comments	Abbreviations of flavor			
			Odor	Taste	Mouth-feel	Aftertaste
Class 1	Aromatic	Alcoholic, fruity, esters	O1	T1		
Class 2	Nutty	Woody, almond, coconut	O2	T2		
Class 3	Cereal	Raw grain flavor, husk-like, mealy, malty	O3	T3		
Class 4	Caramelized	Burnt sugar, roast-barley	O4	T4		
Class 5	Phenolic	Hospital-like, pharmaceutical	O5	T5		
Class 6	Rancid	Cheesy, oxidative rancidity	O6	T6		
Class 7	Sulphury	Rotten egg, garlic	O7	T7		
Class 8	Oxidized	Moldy, oxidized beer	O8	T8		
Class 9	Sour	Vinegar, sour milk, lactic	O9	T9		
Class 10	Sweet	Honey, syrupy	O10	T10		
Class 11	Salty	Salty		T11		
Class 12	Bitter	Bitter		T12		A1
Class 13	Mouth-coating	Carbonation, astringent, warming, metallic	O11	T13	M1	A2
Class 14	Fullness	Body, viscous	O12	T14	M2	A3

안촉감은 class 13과14 두 가지의 항목을 가지며, 뒷맛은 class 12, 13, 14 세가지 항목으로 나누었다. Class 1은 에스테르 향, 높은 알코올과 에탄올 맛이며, class 2는 탄산 가사의 양이 너무 많은 맥주의 자극적인 맛, class 3는 곡물 향, class 4는 단 물질과 관련된 냄새로 매우 많이 볶은 홉 및 탄 녹말이나 탄수화물의 냄새, class 5는 병원의 취, class 6은 신선한 버터의 향이나 버터 스카치 향, class 7은 유황 화합물과 같은 향과 맛 등으로 부패 취, class 8은 김빠진 신선미가 없는 케케묵은 향과 맛, class 9는 혀에서 느끼는 산의 맛, class 10은 혀에서 느끼는 당의 맛으로 당분이 많이 남아있는 맥주의 맛, class 11은 혀에서 느끼는 나트륨 이온과 관련된 맛, class 12는 혀에서 느끼는 카페인 등의 쓴 물질의 불쾌한 떫은 맛, class 13은 입안 전체를 감싸는 풍부한 느낌, class 14는 입안에서의 맛의 진하고 얇은 맛의 두께로 분류된다. 즉 총 31가지의 관능적 속성(attributes)의 용어가 향, 맛, 입안촉감, 뒷맛을 묘사하는데 사용되었다(Table 2). 각 용어에 대한 평점은 0~10 범위의 척도로 속성에 대한 차이 세기로 평가 하였다(Daems 와 Delvaux, 1997).

Home-brewed 맥주(5종)의 관능검사는 랜덤화 불완전 블록법(randomized incomplete block)으로 실험 설계하였다. 랜덤화 불완전 블록법은 평가할 검사물의 수가 많을 경우에 사용된다(Kim 와 Lee, 1998). 시료가 알코올 음료인 점을 감안하여 검사항목은 Table 2의 속성군별로 나누어 각각 14회 검사하였다. 관능 검사는 오전 10시 개인용 검사대에서 시료당 4회 반복 실시되었다. 맥주 시료는 2차 발효가 끝난 후 일주일간 냉장고에 보관하여 준비하였다. 검정색 일회용 플라스틱 컵에 10°C 를 유지하면서 거품이 최소화되도록 10 ml을 담아서 제공하였다. 그리고 매 검사당 물로 입안을 행구고 10분씩 간격을 두고 시료를 제시하였다(Daems와 Delvaux, 1997; Guinard *et al.*, 1997; Guinard *et al.*, 1998).

데이터 통계 분석

관능적 속성의 평점 데이터는 home-brewed 맥주를 분리하여 통계 처리하였다. 즉 분산분석, Duncan의 다중비교(multiple comparison)를 적용하였다. 이원 분산분석(two-way ANOVA)에서는 패널 요원과 시료 종류를 두 가지 요인으로 하여 각각 F-값을 산출하였다. 다중비교로부터 시료간 평균 차이의 유의성 판정을 하였다(Guinard *et al.*, 1999). 이 통계처리는 SAS프로그램 8.02버전을 사용하였다. 또한 주성분 분석(principal component analysis)을 통하여 맥주의 관능적 성질을 가장 잘 설명할 수 있는 요인(factor)을 분석하였고, 주성분을 선정하여 그에 따라 시료를 그룹화하였다. 이것은 Unscrambler 프로그램 9.0버전을 사용하였다(Kim, 2001).

결과 및 고찰

패널과 데이터의 유효성

Table 3는 이원분산분석을 통해 맥주시료와 패널

Table 3. F ratios and degrees of freedom (DF) for the sources of variation and their interaction in ANOVA (p <0.05).

Source	DF	F Value	Pr > F
Panel	11	0.10	0.9604
Beer	4	3.09	0.0155
Panel*Beer	44	0.30	0.9892

간의 유의적 차이와 교호작용에 대한 것이다. 패널들 간에는 유의적 차이가 없으며, 맥주시료들간에는 유의적 차이가 있다. 또한 시료와 패널간의 교호적 작용이 있는 것으로 나타났다($p<0.05$). 각국의 5가지 맥주에 대하여 31가지의 관능적 특성을 평가한 결과, 5종류의 맥주 간에는 모든 특성에서 유의적인 차이($p<0.05$)가 있는 것으로 나타났다(Table 4). 따라서 이 실험에서 확립된 묘사 용어와 평가 기술이 적합했으며, 패널 요원들이 특성들에 대한 강도 차이를 잘 구별함을 알 수 있었다. Duncan의 다중 비교 분석에서 5가지 맥주는 최대 a~d의 4가지 그룹으로 분리되었다(Table 4). 여기서 4가지의 그룹으로 분리된 O7, A1, A2, A3, T7, T9, M2를 home-brewed 맥주에서 패널들에 의해 가장 잘 분리되는 대표적 속성으로 간주하였으며, 최소 a~b의 두 그룹으로 만 나누어진 O2, T3는 패널들에 의하여 잘 구별되지 않는 속성으로 평가하였다.

Table 4. Mean values of sensory attribute intensities of 5 brands of home-brewed beers in multiple comparisons by Duncan's method

Attribute	Canadian light	Light lager	American brown ale	Canadian dark ale	Pilsner light
O1	7.75^{b}	$9.00^{a1)}$	7.25^{b}	3.75^{c}	3.25^{c}
O2	7.00^{a}	5.75^{a}	6.00^{a}	6.50^{a}	2.75^{b}
O3	6.25^{ab}	4.75^{c}	5.00^{c}	5.75^{bc}	7.00^{a}
O4	7.50^{ab}	1.50^{c}	8.00^{a}	7.75^{ab}	6.75^{b}
O5	3.75^{b}	6.50^{a}	2.50^{c}	2.00^{c}	2.00^{c}
O6	2.50^{ab}	3.25^{a}	1.50^{cd}	1.00^{d}	2.00^{bc}
O7	7.25^{a}	1.75^{b}	1.50^{b}	2.50^{b}	6.50^{a}
O8	7.50^{a}	7.50^{a}	1.75^{b}	7.75^{a}	2.50^{b}
O9	9.00^{a}	8.50^{a}	2.00^{b}	2.00^{b}	1.75^{b}
O10	8.50^{a}	8.50^{a}	8.50^{a}	2.00^{b}	3.00^{b}
O11	3.50^{b}	6.50^{b}	7.50^{a}	8.00^{a}	6.50^{b}
O12	3.50^{c}	6.75^{b}	9.25^{a}	8.75^{a}	3.25^{c}
A1	7.50^{c}	8.00^{bc}	9.00^{ab}	9.25^{a}	6.00^{d}
A2	2.75^{d}	7.25^{b}	8.50^{a}	4.50^{c}	6.50^{b}
A3	5.75^{b}	4.50^{c}	7.50^{a}	2.75^{d}	6.50^{bc}
T1	2.75^{c}	5.00^{b}	7.25^{a}	8.25^{a}	3.00^{c}
T2	2.50^{b}	6.50^{a}	7.50^{a}	6.75^{a}	3.25^{b}
T3	3.00^{b}	5.50^{a}	6.50^{a}	6.50^{a}	6.00^{a}
T4	2.25^{c}	3.75^{b}	2.00^{c}	6.00^{a}	7.25^{a}
T5	6.50^{a}	5.00^{b}	2.50^{c}	6.50^{a}	5.25^{b}
T6	2.50^{c}	3.00^{bc}	2.25^{c}	4.25^{a}	3.75^{ab}
T7	1.50^{d}	3.00^{c}	3.25^{c}	6.25^{a}	4.50^{b}
T8	2.75^{b}	2.50^{b}	2.50^{b}	5.50^{a}	5.25^{a}
T9	2.25^{d}	6.00^{a}	4.75^{ab}	2.75^{cd}	3.75^{bc}
T10	2.25^{bc}	2.75^{ab}	3.25^{a}	1.50^{c}	1.75^{c}
T11	2.50^{c}	3.75^{b}	2.75^{bc}	9.00^{a}	2.00^{c}
T12	7.00^{b}	6.75^{b}	6.00^{b}	9.00^{a}	1.50^{c}
T13	2.25^{c}	3.50^{b}	6.50^{a}	3.50^{b}	2.00^{c}
T14	1.75^{c}	5.25^{b}	2.00^{c}	6.00^{b}	7.75^{a}
M1	2.25^{c}	3.25^{b}	1.50^{c}	3.25^{b}	6.75^{a}
M2	1.50^{d}	6.75^{bc}	8.50^{a}	6.50^{c}	7.50^{b}

[a-f)]Means of 4 replicates in rows for home-brewed beers, sharing a common superscript letter(s) are not significantly different (p< 0.05).

Home-brewed 맥주의 요인 분석

캐나다, 미국, 잉글랜드, 독일의 5가지 맥주의 31가지 관능적 특성 강도에 대한 각 시료에 대하여 주성분 분석을 실시한 결과, 제 1 주성분(PC1)과 제 2 주성분(PC2)이 각각 총 변동의 34%, 와 27%을 설명해 주었으며, 제 3 주성분(PC3)와 제 4 주성분(PC4)가 각각 20%와 11%로 총 변동의 92%을 설명할 수 있었다(Fig. 1).

Canadian light는 PC1(+), PC2(-)영역에 존재하고 있다. 다른 맥주에 비해 관능적 특성을 분명히 나타나지 않고, 단지 O7과 O9 항목인 sulphury-odor, sour-odor의 특성을 약간 보여주고 있다. 즉 다른 맥주들과 별 다른 특성이 없이 순하고 부드러운 북미의 생맥주 맛을 가지고 있는 것으로 보인다. Light lager는 PC1(+), PC2(+)영역에 존재하며, O1, O5, O6인 aromatic-odor, resinous-odor phenolic-odor의 특성으로 에스테르 향과 감칠 맛 나는 호프의 향을 가지고 있다. American brown ale은 PC1(-), PC2(+) 영역에 존재하고 T3, T6, T13, O12인 resinous-taste, cereal-taste, mouthcoating-taste, fullness-odor의 특성을 보이는 ale의 풍부한 호프의 맛을 가지고 있다. 또한 Canadian dark ale은 PC1(-), PC2(+) 영역에 존재하고 T3, T11, O11, M2인 cereal-taste, salty-taste, mouthcoating-odor, fullness-mouthfeel의 성질로 강한 호프 향과 풍부한 단맛을 분명하게 띄고 있음을 확인 할 수 있다. Pilsner light는 PC1(-), PC2(-)영역에 존재하고 T4, T14, M1인 caramelized-taste, fullness-taste, mouthcoating-mouthefeel의 성질로 볶은 향이 입안 전체를 감싸는 느낌과 호프 끝맛이 담백함을 보인다.

Daems와 Delvaux (1997)에 의해 연구된 병 맥주의 관능적 속성과 본 연구의 home-brewed 맥주를 비교해 볼 때, 맥주의 가장 큰 특징인 bitter 맛이 병 맥주에서는 PC2상에 나타났으나, home-brewed 맥주에서는 bitter 맛이 큰 특징으로 부각되지 않았다. Lewless *et al.* (1974)에 의하면 맥주의 bitter 맛은 보관기간이 증가할수록 감소한다고 발표하였다. 따라서 제조 후 장기간 보관이 가능한 병 맥주가 보관기간이 상대적으로 짧아 home-brewed 맥주보다 bitter 맛이 더 약할 것으로 판단한다. 또한 병 맥주에서는 rotten egg-taste(sulphur-taste에 해당, Table 2)가 주요요인으로 보고되었다. 일반적으로 sulphur-taste는 맥주를 가열살균, 과 발효, 미생물 오염 등에 의하여 생성되는 이취 맛으로 알려져 있다 (Kim와 Lee, 1998). Home-brewed 맥주 중 Canadian light와 Light lager가 비슷한 odor을 가지는 것으로 나타났다. 이것은 다른 home-brewed 맥주보다 외부 미생물의 오염이 더 쉽다는 것을 의미하는 것을 나타낸다. 이에 반해 American brown ale, Canadian dark ale, Pilsner light는 풍부한 odor와 mouthcoating을 가지는 것으로 나타났다. 특히 Pilsner light는 caramelized taste를 가져 일반 맥주에서 느끼기 어

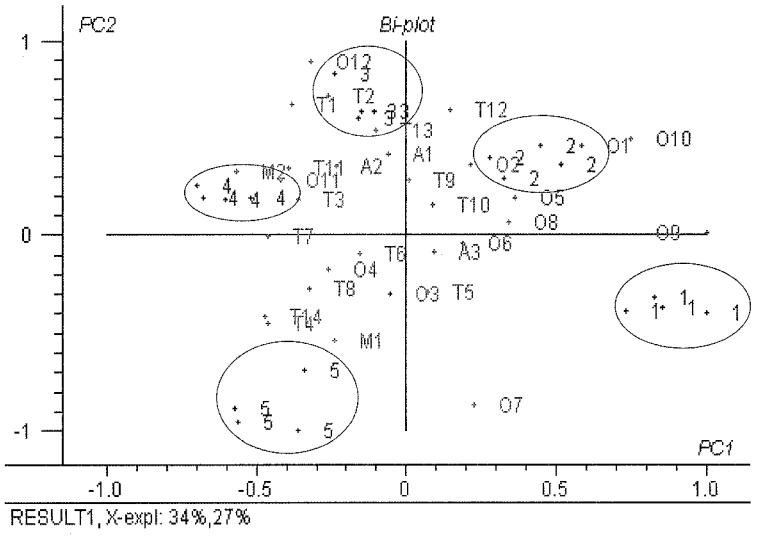

Fig. 1. Principal component (PC) bi-plot (PC2 vs. PC1) showing the home-brewed beers as objects (1: Canadian light, 2: light lager, 3: American brown ale, 4: Canadian dark ale, 5: Pilsner light).

려운 맛을 가지는 것이 특징이다. 결론적으로 home-brewed 맥주는 일반 병맥주의 musty, oxidized, stale 등의 향미로부터 탈피하여, 풍부하고 다양한 맥주 본연의 맛을 잘 살려 내는 것으로 나타났다.

요 약

Home-brewing은 각국의 대표적인 맥주를 기준으로 하여 자신이 가장 좋아하는 맥주를 만들 수 있게 된다. 따라서 이번 연구는 현재 우리나라에서 home-brewed 맥주를 만들기 위해 외국에서 수입하는 맥주 원료의 관능적 특성을 알아 보고자 한다. 따라서 가장 많이 소비되고 있는 미국-American brown ale, 캐나다-Canadian dark ale, Canadian light, 독일-Pilsner light, 잉글랜드-light lager 등 4나라의 가장 대표적인 맥주에 대하여 정량적 묘사 분석(QDA, quantitative descriptive analysis)에 의하여 관능평가를 실시하였다. 그 결과 home-brewed 맥주의 경우 4가지의 주성분이 전체 관능적 성질을 92% 설명하였다. Canadian light는 약간의 신맛을 가지고 있으며, light lager는 에스테르 향과 감칠 맛 나는 호프의 향을 가지고 있다. American brown ale은 ale의 풍부한 호프의 맛을 가지고 있다. 또한 Canadian dark ale은 호프 향과 풍부한 짠맛 그리고 풍부한 mouth-feel을 분명하게 띄고 있음을 확인 할 수 있다. Pilsner light는 볶은 향이 입안 전체를 감싸는 느낌과 호프 끝 맛이 담백함을 보인다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 대표적으로 소비되고 있는 home-brewed 맥주의 관능 검사를 통하여 한국형 home-brewed 맥주를 개발하는데 도움을 줄 것으로 기대 한다.

참고문헌

김광옥, 이영춘. 1998. 식품관능검사. 학문사, 서울, 대한민국

이종대. 2005. 창밖의 BT 스토리 : 생활속 BT 스토리; 집에서 나만의 맥주 만들기. 한국생물공학 **12**: 39-45

신대영. 2006. Brew by yourself & enjoy beer. http://cafe.daum.net/microbrewery, Accessed on Aug. 30th, 2006

Anonymous. 2006. Microbrewery. http://cafe.daum.net/microbrewery, Accessed on Aug. 30th, 2006

Beer machine Co. 2004. Brewing Guide. http://www.makebeer.co.kr, Accessed on Aug. 30th, 2006

Daems, V. and F. Delvaux. 1997. Analysis of descriptive sensory data on 40 commercial beers. *Food Quality Pref.* **8**: 373-380

Daniels, R. 2004. *Designing Great Beers*. Brewers, Inc., Colorado, USA. pp. 3-8

Esbensen, K.H. 2004. *Multivariate Data Analysis. 5th Edition*. CAMO Technologies, Woodbridge, NJ, USA

Langstaff, S.A., J.X. Guinard and M.J. Lewis. 1991. Sensory evaluation of the mouth-feel of beer. *J. Am. Soc. Brew. Chem.* **49**: 54-59

Lewis, M., R.M. Pangborn and L.A.S. Tanno. 1974. Sensory analysis of beer flavor. Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am. **11**: 83-86

Lewis, M.J. and T.W. Young. 1995. *Brewing*. Chapman & Hall, London, UK. pp. 1-7

Meilgaard, M.C., C.E. Dalgiesh and J.F. Clapperton. 1979. Beer flavor terminology. *J. Am. Soc. Brew. Chem.* **37**: 47-52

Guinard, J.X., D. Yip, E. Cubero and R. Mazzucchelli. 1999. Quality ratings by experts, and relation with descriptive analysis ratings: a case study with beer. *Int. Food Res.* **10**: 59-67

Guinard, J.X., A. Souchard, M. Picot, M. Rogeaux and J.M. Sieffermann. 1998. Sensory determinants of the thirst-quenching character of beer. *Appetite* **31**: 101-115

Guinard, J.X., B. Uotani and P. Schlich. 2001. Internal and external mapping of preferences for commercial lager beers: comparison of hedonic ratings by consumers blind versus with knowledge of brand and price. *Food Quality Pref.* **12**: 243-255

Stone, H, J.L Sidel, S. Oliver, A. Woolsey and R.C. Singleton. 1974. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technol.* **28**: 24-34