

맥주를 첨가한 식빵의 품질 특성

서상욱¹ · 이광석² · 안혜령^{3*}

¹경희대학교 관광대학원 조리외식경영학과, ²경희대학교 조리과학과, ³경희대학교 대학원 조리외식경영학과

Quality Characteristics of White Bread Added with Beer

Sang-Wook Seo¹, Kwang-Suck Lee² and Hye-Lyung An^{3*}

¹Dept. of Culinary Science and Food Service Management, Graduate School of Tourism, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea

²Dept. of Culinary Science and Arts, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea

³Dept. of Culinary Science and Food Service Management, Graduate School, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea

Abstract

The overall effects of three different beers on white bread were examined in terms of mixograph, pH, fermentation rate, TPA, crumbScan, colorimeter, sensory evaluation, and the hardness of bread through different storage times (0, 1, 2, 3 days), and texture as measured by texture analyzer. According to mixograph, the control (CON), black beer stout (BOB) and Asahi beer (AOB) but not max beer (MOB) were found to be proper between 3 and 5 minutes of peak time. All samples for peak value were at the level of over 60%. AOB showed the highest specific volume, and was the lowest in hardness (i.e. highest in softness) by TPA and storage days. In sensory evaluation, the difference test showed that AOB had the best volume, springiness, moistness, and softness. Moreover, in an overall preference test AOB scored the highest points in texture, flavor, taste, and overall acceptance.

Key words : Beer, bread, mixograph, crumbScan, storage, TPA, sensory evaluation.

서 론

예로부터 내려오는 발효식품에 대해 소비자들은 꾸준한 관심을 가져왔으며, 이에 효모를 이용한 제품들이 계속 개발되어왔다. 효모는 식품 미생물학상 매우 중요한 미생물로서 알코올 발효 능력이 강한 균종이 많아 옛날부터 주류의 양조, 알코올 제조, 제빵 등에 이용하였으며, 식재료용 단백질, 비타민, 핵산 관련 물질 등의 생산에 큰 역할을 하고 있다. 이처럼 빵, 맥주, 와인의 효모 종들은 밀접한 관계가 있으며, 빵 효모의 주된 종은 맥주와 와인 효모 종으로부터 기원한다 (Legras *et al* 2007). 수세기 동안 제빵업자, 양조업자, 포도주 제조업자들은 제품을 만드는데 이 효모의 균을 사용해 왔다. 1953년 메소포타미아에서 발견된 비판에 ‘기원전 4200년경 고대 바빌로니아에서는 이미 발효를 이용해 빵을 구웠으며, 그 빵을 가지고 대맥의 맥아를 당화시켜 물과 함께 섞어서 맥주를 만들었다.’는 기록이 있다(원윙희 2003).

맥주는 효모를 이용한 발효 음료로서 세계적인 알코올 음료이며, 그 종류가 수천 가지에 이를 정도로 다양할 뿐만 아니라 대중들에게 많은 사랑을 받는 주류 중의 하나이다(Moon

ST 2008). 이렇듯 맥주의 소비량이 많은 만큼 제과제빵 제품 중 가장 대중적인 식빵에 접목시켜 맥주를 좋아하는 소비자들의 기호성을 충족시켜주며, 새로운 식빵으로서 개발할 필요성도 있다고 보여진다. Collister L(2009)의 통밀 맥주빵의 경우, 맥주와 물을 함께 첨가하여 물 없이 맥주만을 첨가한 빵은 아니었다.

맥주는 기호식품이면서 인체에 도움을 주는 여러 가지 기능적인 요소들이 있는데, 맥주 원료 가운데 하나인 홉은 맥주의 향을 내기 위해 사용되는데, 홉의 성분 ‘잔토휴몰’이 강한 항암 효과가 있어 유방암, 결장암, 난소암과 전립선암을 예방하는 효과가 있다고 한다(Stevens & Page 2004). 그리고 피토에스트로젠이라는 성분이 여성들의 뼈를 더욱 튼튼하게 만들어 주며(Pedreza-Zamorano *et al* 2009), 가벼운 증상의 위장병이나 요도 결석 치료에는 맥주가 권해지고 있다(원윙희 2003). 또한, 위액의 분비를 촉진시키며 이노 작용으로 체내의 노폐물 배설에 도움을 주고, 홉의 상쾌한 쓴맛은 소화 촉진, 식용 증진과 치매를 예방하는 효과가 있는 것으로도 알려져 있다.

이렇듯 기능적인 요소들이 많은 맥주를 본 연구에서는 물을 넣지 않고 일반 맥주, 흑맥주, 생맥주인 종류별로 맥주만을 첨가하여 맥주의 풍미를 유지하면서 기능성을 증진시킨

* Corresponding author : Hye-Lyung An, Tel : +82-10-2654-3450, E-mail : garliano73@hanmail.net

식빵을 제조하여 맥주 종류에 따른 제빵 적성과 특징을 살펴 보고, 관능검사를 통한 맥주 첨가 식빵의 활용 가능성 및 전반적인 사용 범위를 알아보하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

실험에 사용한 재료는 강력밀가루(대한제분, 1등급 코끼리표), 정백당(대한제당, foodream), 이스트(제니코, 생이스트), 마가린(한국 하인즈, 프리미엄 나폴레옹-폴드), 탈지분유(서울우유), 소금(한주소금), 제빵개량제(푸레투스, S-500), 맥주는 Max(한국 OB), Stout(한국 OB), Asahi 생(生)(일본 아사히)을 사용하였다. 실험 시 일반 맥주, 흑맥주, 생맥주로 구분하여 실험에 사용하였고, 생맥주는 생맥주 판매 지점에서의 구입에는 문제가 없으나, 이 생맥주의 개봉 시점에 따라 다른 맥주와의 차이가 발생하므로 일본의 비열처리 된 아사히 생맥주를 사용하게 되었다. 그러므로 실험 시 맥주의 open 시점을 실험 시작 전에 일률적으로 개봉하여 실험에 사용하였다.

2. 실험 방법

1) Mixograph를 통한 반죽의 특성

맥주의 종류에 따른 밀가루 반죽의 물성을 알아보기 위하여 10 g mixograph(Nathonal Mfg. Co, Lincoln, Nf)를 사용하였다. Spring 장력은 12에 맞추고, 시료는 AACC method 54-40(AACC 1995)에 의해 밀가루 10 g을 기준으로 CON, MOB, BOB와 AOB를 6.2 g으로 하였으며, 반죽 시간은 10분으로 하였다. Mixogram을 통하여 peak time, peak value, left slope, right slope와 8분 후의 width와 integral value를 얻어 이 결과들로부터 반죽의 특성을 알아보았다.

2) 맥주, 반죽 및 식빵의 pH 측정

맥주의 pH 정도가 반죽의 발효에 영향을 미칠 수 있다는 판단에 반죽을 만들기 전에 맥주를 미리 개봉한 뒤 탄산가스가 다 빠진 3시간 이후에 맥주의 pH를 측정하였다. 측정 방법은 직접 탐침봉을 꽂아 pH를 측정하는 surface electrode method(Gelinas *et al* 1995)를 사용하였으며, 탐침봉을 5 cm의 깊이로 꽂아 정확히 5초 후에 pH meter(Orion, model 720A)로 검사하였다.

반죽의 pH는 맥주의 pH meter와 동일한 방법으로 측정하였으며, 1차 발효 직후의 pH, 2차 발효 직후의 pH와 발효 과정중의 pH의 변화를 측정하였다. 비교적 정확한 값이 나오도록 반죽의 측정 위치를 달리하면서 3번씩 측정하여 그 평균값을 내었다. 맥주 식빵의 pH 측정은 AACC method 02-52

(AACC 1995)인 slurry method로 식빵의 속질 15 g에 25℃의 증류수 100 mL를 넣은 후 30분간 진탕한 다음 10분간 침전시킨 뒤 pH meter를 이용하여 측정하였다.

3) 반죽의 발효율 측정

1차 발효 과정에서 생성되는 탄산가스는 크기를 증가시키게 되는 기공의 원인이 되며, 결과적으로 반죽의 부피는 증가하고 밀도는 감소하게 된다. 이러한 발효 과정의 변화를 알아보기 위하여 Elmehdi *et al*(2007)이 행한 digital imaging method를 변형하여 Fig. 1과 같이 측정 기구를 만들어 사용하였다. 두께 1 cm의 아크릴판 위에 5 mm의 간격으로 눈금을 그렸으며, 영상 측정을 위하여 밑 부분에 검정 아크릴을 덧붙여 사용하였다. 대조구와 실험군의 반죽을 4 g 씩을 분할하여 둥글리기를 한 후, 아크릴판 사이에 넣고 온도 27℃, 습도 85%의 발효기(대영공업사, EP-20)에 넣고 매 30분마다 150분까지 측정하였으며, 측정소하 영상 결과를 토대로 상하 좌우 네 곳 길이의 평균값을 발효율로 하였다.

4) 식빵의 제조

맥주 식빵의 제조는 기본 식빵에 들어가는 물 600 g을 맥주로 대체하는 방법으로 강력밀가루 100%에 대해 맥주를 60%로 사용하였으며, 맥주는 Max, Stout, Asahi 생(生)을 사용하였다. 배합비는 Table 1과 같고, 직접 반죽법(AACC method 10-10A)으로 제조하였다. 반죽 방법은 모든 재료를 믹싱 볼에 넣고 반죽기(대영공업사, NVM-12)를 이용하여 저속 2분 믹싱 후, 중속으로 10분간 반죽하여 반죽의 종료시점인 최종 단계에서의 반죽 온도를 27±1℃로 하여 반죽을 완료하였다. 반죽 온도를 정확하게 맞추기 위하여 수온 조절법을 이용하였고, 실험 공정의 일관성을 부여하고자 실내 온도는 20℃를

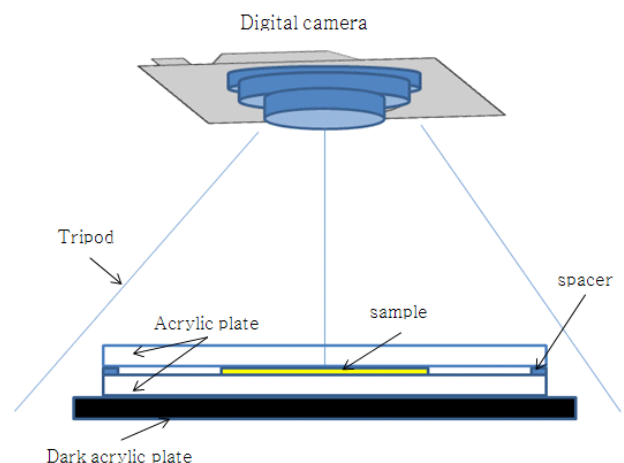


Fig. 1. Dough density measurements using a digital camera.

Table 1. Formula of white bread with beers (g)

Ingredients	CON	MOB	BOB	AOB
Strong flour	1,000	1,000	1,000	1,000
Margarine	70	70	70	70
Sugar	80	80	80	80
Water	600	0	0	0
Beer	0	600	600	600
Salt	14	14	14	14
Non-fat dry milk	25	25	25	25
Yeast	25	25	25	25
S-500	10	10	10	10

CON: mixed with water.

MOB : mixed with max beer.

BOB : mixed with black beer Stout.

AOB : mixed with Asahi beer.

유지하였다. 1차 발효는 온도 $27\pm 1^\circ\text{C}$, 상대 습도(relative humidity, R/H) 75~80%의 발효기(대영공업사, EP-20)에서 60분간 실시하였다. 발효가 끝난 반죽은 450 g으로 분할하여 반죽 표면을 매끄럽게 둥글리기 한 후 표면이 마르지 않도록 비닐을 덮어 10분간 27°C 에서 중간 발효를 실시하였고, 산형으로 성형하여 식빵 틀($21.5\times 9.7\times 9.5$ cm)에 넣어 팬닝하였다. 2차 발효는 온도 $38\pm 1^\circ\text{C}$, 상대 습도 90%의 발효기(대영공업사, EP-20)에 넣어 60분간 실시한 후, 윗불 185°C , 아랫불 180°C 의 전기식 3단 데크오븐(대영공업사, FDO-7103)에서 30분간 구웠다. 구워진 빵은 팬에서 바로 꺼내어 냉각팬에 놓고 실온(20°C)에서 1시간 냉각시킨 다음 polypropylene 봉지에 담아 24시간 동안 실온에 방치한 후, 저장성과 영상 분석을 제외한 모든 실험에 사용하였다.

5) TPA와 저장성(Storage) 분석

다른 종류의 맥주를 첨가한 식빵의 조직감 변화를 알아보기 위해 texture analyser에 의한 TPA(Texture Profile Analysis)를 측정하였다. 측정할 식빵은 12.5 mm의 두께로 슬라이스하여 가장 양호한 식빵 가운데 부분의 두 조각을 겹쳐서 25 mm 두께로 사용하여 2회 연속 압착하였을 때 얻어지는 force-time curve로부터 hardness, springiness, gumminess, chewiness를 측정하였다. 저장성은 제조 당일, 1일 후, 2일 후와 3일 후의 hardness를 측정하였다.

6) 영상 분석

맥주를 첨가한 식빵의 특성을 알아보기 위하여 사용한 프

로그램은 crumScan(American Institute of baking/devore Systems)으로 빵의 속질에 나타나는 crust(겉질의 두께), elongation(기공의 형태)과 fineness(기공의 조밀도)를 객관적으로 측정할 수 있는 기계이다(Pickering D 1996). 시료를 실온(20°C)에서 2시간 냉각시킨 후 너무 크거나 너무 작은 것을 제외하고 겉질의 형태가 좋은 시료를 각각 3개씩 선별하여 12.5 mm의 두께로 절단하였다. 겉질 부분을 제외하고 오른쪽에서부터 번호를 부여하여 빵의 가장 중앙 부분인 8번째 식빵의 단면을 영상 분석을 위한 시료로 사용하였다. 분석 결과의 객관성과 정확성을 높이기 위해 한 구역에서 10% 이상 어둡거나(intensity=0.1) 크기가 500 pixels(size=500) 이상으로 나타난 기공들은 성형의 실수로 설정하였고, 구획간의 중복률은 10%(overlap=0.1)로 하였으며, 각각의 시료를 3회 반복 측정하였다.

7) 비용적

식빵의 부피는 종자 치환법으로 측정하였고, 식빵의 무게를 측정 한 다음 부피를 무게로 나눈 값을 비용적(mL/g)으로 하여 3회 반복 측정하여 평균값을 내었다.

8) 색도

색도계(Colorimeter JC801, color Techno Co, Japan)의 반사광을 이용하여 측정하였으며, 표준백색판(L: 93.90, a: -1.40, b: 1.69)을 이용하였다. 각각의 시료를 지름 3.5 cm×두께 1 cm의 원형으로 절단한 후 tissue culture dish(35×10 mm)에 넣어 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다.

9) 관능검사

관능검사는 경희대학교 대학원생과 학부생 21명을 관능검사 요원으로 선발하였으며, 대조군을 포함한 4가지의 시료를 모두 제시하였고, 평가는 오후 3~4 사이에 실시하였다. 각 시료의 평가 후에는 물로 입을 행군 뒤 다른 시료를 평가하도록 하였다. 관능검사는 특성 차이 검사와 기호도 검사로 나눠서 실시하였으며, 특성 차이 검사의 평가 항목은 총 12가지로 volume, crumb color, crust color, grain size, grain uniformity, firmness, springiness, moistness, beer flavor, alcohol aroma, sour taste, bitter taste이다. 기호도 검사는 appearance, texture, flavor, taste, color, overall acceptance로 6개의 특성에 대한 점수를 7점 척도로 1점은 매우 싫어한다. 2점은 싫어한다, 3점은 약간 싫어한다, 4점은 좋지도 싫지도 않다, 5점은 약간 좋아한다, 6점은 좋아한다, 7점은 매우 좋아한다고 하였으며(Bennion & Bamford 1997), 식빵 시료의 두께는 12.5 mm로 하여 식빵 1개를 흰 접시(지름 18 cm)에 담아 생수와 함께 제공하였다.

10) 통계처리

모든 실험에 대한 결과는 3회 이상 반복 실행한 값을 얻어 SPSS 17.0 program을 사용하여 통계처리를 하였으며, one-way ANOVA를 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test(Duncan의 다중범위 검정)에 의해 각 제품 간의 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 반죽의 특성

맥주를 첨가한 식빵 반죽의 내구성과 특성에 대한 결과는 Table 2에 나타내었다. Peak time의 경우, 대조구는 3.71분, MOB 2.79분, BOB 3.27분, AOB 3.09분으로 대조구와 실험군 간의 유의적인 차이가 있었으며($p < 0.001$), 맥주의 종류에 따라 서로 차이가 있는 것으로 나타났다. MOB를 제외한 모든 시료들은 3~5분 사이에 있어 제빵 적성에 적합하였으며, 대체로 맥주를 사용하여 반죽을 할 경우 대조구에 비해 peak time이 짧은 것으로 나타났다. Peak value는 대조구(69.73%), MOB(69.21%), BOB(68.01%), AOB(68.22%)가 60% 이상의 수준으로 제빵 적성에 적합하였다.

Mixing tolerance에서는 대조구 8.15, MOB 11.67, BOB 10.30, AOB 9.01로 대조구의 수치가 가장 낮아 반죽의 내구성이 가장 좋았으며, 실험군에서는 AOB가 가장 좋은 것으로 나타났고, 전체적으로 유의적인 차이는 없었다. Width of tail은 대조구가 13.18%로 가장 높게 측정되어 반죽의 흡수율이 높은 반면에 MOB(5.07%), BOB(4.78%)와 AOB(4.63%)는 대조구와 비교해 볼 때 반죽의 흡수율이 낮아 반죽이 질어지는 현상이 나타났다. 최적의 반죽 상태에 필요한 힘의 양을 나타내는 integral의 경우 대조구는 202.17이었으며, MOB 147.04, BOB 176.10, AOB 158.74로 대조가 가장 높게 나타나 물 대신 맥주를 사용했을 경우 상대적으로 최적의 반죽 상태에 필요한 힘이 적은 것으로 나타났다. 결과적으로 실험군이 대

조구에 비해 반죽의 내구성과 흡수율이 낮았지만 제빵 적성에는 적합하였다.

2. 맥주, 반죽 및 식빵의 pH

맥주를 첨가한 식빵 반죽과 식빵의 pH 결과는 Table 3과 같다. 맥주의 pH는 MOB 4.27, BOB 4.65, AOB 3.67로 BOB의 수치가 가장 높게 측정되었으며, 시료 간에 유의적인 차이를 보였다($p < 0.001$). 식빵 반죽의 pH 측정은 믹싱 후, 1차 발효 후와 2차 발효 후로 나뉘어 측정하였다. 먼저 믹싱 후, 대조구 반죽의 pH는 일반적으로 가스 보유력이 가장 좋다는 pH 5.0~5.5(신 등 2005)보다는 높은 5.98로 가장 높았고, 실험군인 MOB(5.60), BOB(5.67), AOB(5.15)도 가스 보유력이 좋음을 알 수 있었으며, 전반적으로 유의적인 차이를 보였다($p < 0.01$). 1차 발효 후와 2차 발효 후에도 대조구보다 실험군의 pH가 낮았으며, AOB가 각각 4.39, 3.93으로 가장 낮게 측정되었고, 시료 간에 유의적인 차이를 보였다($p < 0.001$). 반죽의 pH는 믹싱 후, 1차 발효 후와 2차 발효 후로 시간이 경과할수록 모든 시료가 감소하였다. 이는 Nam & Cho (2006)의 연구에서와 같이 믹싱 후와 1차 발효 후에 pH가 감소하였다는 것과 같은 결과를 보여주었으며, 일반적으로 발효 과정에서 생성되는 탄산가스, 알코올과 산에 의해 pH가 감소한 것으로 사료된다. 또한, 반죽의 pH가 산성을 띠 때 효모의 활성화가 활발해지며 pH가 낮아질수록 탄산가스 발생량도 많아진다(Lee & Shin 2001). 따라서 본 실험에서 대조구보다 실험군의 부피가 커질 것으로 추측되어진다. 그리고 감잎가루를 첨가한 연구에서도 감잎가루의 첨가량이 증가함에 따라 반죽의 pH를 저하시켜 반죽의 산성화로 인하여 발효가 빨라졌다고 보고하였다(Bae et al 2001). 식빵의 pH 결과도 식빵 반죽의 pH 결과와 동일하게 대조구(5.20)에 비해 실험군인 MOB(4.91), BOB(4.96), AOB(4.68)의 pH가 낮았고, 유의적인 차이를 보여 주었다($p < 0.001$). 이는 감초와 강황 추출물을 첨가한 식빵(Lee et al 2006)과 칩즙을 첨가한 식빵(Choi &

Table 2. Mixograms of white bread dough with beers

	Peak time(min)	Peak value(%)	Mixing tolerance(%/Min)	Width of tail(%)	Integral(%/Min)
CON	3.71±0.25 ^c	69.73±0.96 ^b	8.15±2.17	13.18±1.96 ^b	202.17±15.47 ^c
MOB	2.79±0.09 ^a	69.21±0.86 ^b	11.67±1.47	5.07±0.21 ^a	147.04± 6.60 ^a
BOB	3.27±0.07 ^b	68.01±0.97 ^{ab}	10.30±5.84	4.78±0.38 ^a	176.10± 2.89 ^b
AOB	3.09±0.03 ^{ab}	68.22±2.08 ^a	9.01±3.12	4.63±0.32 ^a	158.74± 2.74 ^a
F-value	25.27 ^{***}	4.88 [*]	0.56 ^{NS}	50.80 ^{***}	23.07 ^{***}

Refer to Table 1.

* $p < 0.05$, *** $p < 0.001$, ^{NS} Not significant.

^{a-c} Means denoted in a column by the same letter are not significantly different($p < 0.05$).

Kim 2002)의 pH가 낮아지는 것과 유사한 결과였다.

3. 발효율

맥주 식빵 반죽의 발효율 결과는 Table 4에 나타내었다. 0분에서 BOB가 2.55 cm로 가장 컸었으며, 가장 적었던 시료는 MOB(2.36 cm)이고, 대조구(2.45 cm)와 AOB(2.44 cm)는 유의적인 차이가 없었으나, 전반적으로는 유의적인 차이가 있었다($p<0.001$). 30분 후, 대조구가 2.90 cm로 발효율이 가장 높았고($p<0.001$), BOB가 2.65 cm로 가장 낮았다. 60분 경과 시, 30분 경과 시와 동일하게 대조구(3.48 cm)가 가장 좋았고, BOB(3.28 cm)가 가장 낮았다($p<0.001$). 90분 후에는 대조구가 4.26 cm로 발효율이 가장 높았고, AOB가 3.88 cm로 가장 낮게 측정되었다($p<0.001$). 120분이 경과하였을 때, BOB(4.41 cm)의 발효율이 가장 높았고, 그 다음으로 MOB(4.32 cm)>대조구(4.31 cm)>AOB(4.15 cm) 순으로 MOB와 대조구 간에는 유의적인 차이가 없었으나, 전반적으로는 유의적인 차이를 보였다($p<0.001$). 150분 후의 발효율은 BOB(4.91 cm)>대조구(4.47 cm)>MOB(4.43 cm)>AOB(4.39 cm)

순으로 BOB의 발효율이 가장 높았다($p<0.001$). 발효율의 결과에서 대조구가 90분이 경과할 때까지의 발효율은 가장 높았으나, 120분 후부터는 실험군에 비해 발효율이 낮아졌으며, 150분이었을 때는 0분에서 발효율이 가장 높았던 BOB(4.91 cm)의 발효율이 가장 높게 측정되었다. 120분 후와 150분 후에 대조구의 발효 증가율이 실험군에 비해 낮았으며, 대조구에 비해 실험군의 발효 지속력이 더 좋은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 울금 분말을 첨가한 식빵의 연구(Jeon *et al* 2010)에서 울금 분말 첨가량이 증가할수록 시간이 경과해도 반죽의 가스 보유력이 좋았던 것과 유사한 경향을 보여주었다.

4. TPA와 저장성

각기 다른 맥주를 넣은 식빵의 조직감 변화를 측정된 결과는 Table 5와 같다. 경도는 대조구가 8.73으로 가장 높았고 MOB(8.71)와는 유의적인 차이는 없었으며, BOB와 AOB가 8.25로 동일하게 낮았고, 대조구와 유의적인 차이를 보였다($p<0.001$). 탄력성은 대조구가 0.93으로 가장 높았으며, MOB

Table 3. pH for dough and white bread with beers

	Beer pH	Dough pH			Bread pH
		After mixing	Fermentation	Proofing	
CON	—	5.98±0.07 ^c	5.43±0.13 ^b	5.35±0.12 ^c	5.20±0.06 ^c
MOB	4.27±0.08 ^b	5.60±0.29 ^b	4.51±0.06 ^a	4.02±0.09 ^a	4.91±0.16 ^b
BOB	4.65±0.01 ^c	5.67±0.14 ^{bc}	5.23±0.22 ^b	4.48±0.05 ^b	4.96±0.13 ^b
AOB	3.67±0.06 ^a	5.15±0.04 ^a	4.39±0.07 ^a	3.93±0.10 ^a	4.68±0.17 ^a
<i>F</i> -value	239.68 ^{***}	12.71 ^{**}	45.33 ^{***}	147.84 ^{***}	22.25 ^{***}

Refer to Table 1.

** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

^{a~c} Means denoted in a column by the same letter are not significantly different($p<0.05$).

Table 4. Change in volume of white bread with beers

(mm)

	0 min	30 min	60 min	90 min	120 min	150 min
CON	2.45±0.01 ^b	2.90±0.02 ^c	3.48±0.02 ^c	4.26±0.02 ^c	4.31±0.02 ^b	4.47±0.01 ^b
MOB	2.36±0.01 ^a	2.75±0.02 ^b	3.35±0.02 ^b	3.91±0.02 ^a	4.32±0.01 ^b	4.43±0.01 ^a
BOB	2.55±0.02 ^c	2.65±0.01 ^a	3.28±0.01 ^a	3.98±0.01 ^b	4.41±0.02 ^c	4.91±0.03 ^c
AOB	2.44±0.01 ^b	2.66±0.01 ^a	3.38±0.02 ^b	3.88±0.01 ^a	4.15±0.02 ^a	4.39±0.02 ^a
<i>F</i> -value	91.88 ^{***}	157.71 ^{***}	54.59 ^{***}	389.13 ^{***}	115.83 ^{***}	514.80 ^{***}

Refer to Table 1.

*** $p<0.001$.

^{a~c} Means denoted in a column by the same letter are not significantly different($p<0.05$).

와 AOB는 0.87로 동일하게 측정되었고 BOB가 0.86으로 가장 낮았으며, 대조구와 실험군 간에 유의적인 차이가 있었다 ($p<0.001$). Choi & Kim(2002)의 찹쌀을 첨가한 식빵에서는 찹쌀 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하여 본 실험과 다른 결과를 나타내었으며, 이와 달리 탄력성은 감소하여 본 실험과 동일한 결과를 보여주었다. 응집성은 대조구가 0.62로 가장 높았고($p<0.001$), BOB와 AOB가 0.57로 동일한 수치를 나타내어 경도와 같은 결과를 보였으며, 응집성은 가장 낮았다. 검성과 씹힘성은 대조구가 각각 5.19, 4.82로 가장 높았으며($p<0.001$), AOB가 각각 4.63, 4.05로 가장 낮았고, MOB와 BOB는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이는 본 실험과 달리 Choi & Kim(2002)의 연구에서는 검성과 씹힘성이 찹쌀 첨가량이 많을수록 증가하였다고 보고하였다. 조직감의 측정 결과는 대조구에 비해 실험군의 경도가 낮게 측정되어 부드러운 정도가 더 좋았으며, 실험군 중에서 BOB와 AOB가 동일하게 좋은 것으로 나타났다. 탄력성, 응집성, 검성과 씹힘성은 실험군에 비해 대조구가 높게 측정되었다.

맥주를 넣어 제조한 식빵의 저장성을 측정한 결과는 Table 6에 나타내었다. 제조 당일 식빵의 경도는 대조구(8.46)가 가장 높았으며, MOB가 8.03, BOB가 7.93, AOB가 7.71로 실험군의 경도가 대조구에 비해 낮았고, AOB의 경도가 가장 낮아 부드러웠다($p<0.001$). 1일 후, 대조구(8.73)가 가장 높았으며, MOB(8.71)와는 유의적인 차이가 없었고, BOB와 AOB는 8.25로 동일하였다. 2일 후에 대조구가 9.20으로 가장 단단하였고, BOB(8.44)와 AOB(8.41)는 유의적인 차이가 없었으나, 대조구와 MOB와는 유의적인 차이를 보였으며($p<0.001$), AOB가 가장 부드러운 것으로 나타났다. 3일 후에도 대조구(9.34)>MOB(9.05)>BOB(8.76)>AOB(8.42)로 대조구가 가장 단단하였으며, 실험군 중에 AOB의 경도가 가장 낮아 부드러웠고 시료 간에 유의적인 차이를 보였으며($p<0.001$). 시간이 경과함에 따라 대조구와 실험군의 경도가 유의적으로 증가하여 단단해졌다($p<0.001$). 저장 당일, 1일 후, 2일 후와 3일 후의 측정 결과에서 보이는 것과 같이 대조구에 비해 맥주를 첨가한 실험군의 노화 현상이 지연됨을 알 수 있었고, AOB의 노화

Table 5. Texture characteristics of white bread with beers by texture analyzer

	Hardness	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
CON	8.73±0.10 ^b	0.93±0.00 ^c	0.62±0.01 ^c	5.19±0.79 ^c	4.82±0.06 ^c
MOB	8.71±0.08 ^b	0.87±0.00 ^b	0.58±0.01 ^b	5.02±0.10 ^b	4.40±0.12 ^b
BOB	8.25±0.10 ^a	0.86±0.01 ^a	0.57±0.01 ^a	4.96±0.02 ^b	4.24±0.02 ^b
AOB	8.25±0.01 ^a	0.87±0.01 ^b	0.57±0.01 ^a	4.63±0.09 ^a	4.05±0.11 ^a
F-value	30.49 ^{***}	189.83 ^{***}	50.00 ^{***}	28.77 ^{***}	42.07 ^{***}

Refer to Table 1.

*** $p<0.001$.

^{a-c} Means denoted in a column by the same letter are not significantly different($p<0.05$).

Table 6. Hardness of white bread with beers during storage days

	Storage				F-value
	0 day	1 day	2 day	3 day	
CON	^A 8.46±0.04 ^c	^B 8.73±0.10 ^b	^C 9.20±0.09 ^c	^D 9.34±0.02 ^d	98.57 ^{***}
MOB	^A 8.03±0.03 ^b	^B 8.71±0.08 ^b	^C 8.90±0.09 ^b	^D 9.05±0.09 ^c	99.86 ^{***}
BOB	^A 7.93±0.05 ^b	^B 8.25±0.10 ^a	^C 8.44±0.01 ^a	^D 8.76±0.11 ^b	54.10 ^{***}
AOB	^A 7.71±0.11 ^a	^B 8.25±0.01 ^a	^C 8.41±0.06 ^a	^C 8.42±0.06 ^a	69.43 ^{***}
F-value	69.01 ^{***}	30.49 ^{***}	90.82 ^{***}	72.11 ^{***}	

Refer to Table 1.

** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

^{A-D} Means denoted in a row by the same letter are not significantly different($p<0.05$).

^{a-d} Means denoted in a column by the same letter are not significantly different($p<0.05$).

정도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

5. 영상 분석

CrumScan을 통한 영상 분석의 결과는 Table 7에 나타내었다. 껍질의 두께는 대조구가 0.44 cm, MOB가 0.33 cm, BOB가 0.22 cm, AOB가 0.24 cm로 대조구의 껍질이 가장 두꺼웠으며, 실험군의 껍질이 대조구에 비해 얇았다($p<0.01$). 이는 빵의 부피가 작을수록 껍질의 두께가 두꺼워진다고 볼 수 있다(Mohd Josoh *et al* 2009). 기공의 조밀도는 대조구 1,005.94, MOB 932.67, BOB 920.54, AOB 904.39로 유의적인 차이는 없었으나, 대조구에 비해 맥주를 첨가한 실험군의 조밀도가 낮았다. Bae *et al*(2001)의 연구 결과에서와 같이 기공의 발달이 잘 된 것일수록 빵의 부피가 커지므로 부피가 가장 큰 AOB의 기공이 가장 잘 발달되었다고 볼 수 있다. 기공의 형태는 대조구가 1.57, MOB가 1.52, BOB가 1.49, AOB가 1.60으로 맥주의 첨가에 따른 유의적인 차이는 없었고, AOB의 기공 형태가 가장 많이 찌그러진 것으로 나타났다. 영상 분석 결과, 대조구에 비해 부피가 큰 실험군의 껍질이 얇았으며, 조밀도가 낮았던 것으로 보아 대체적으로 부피가 크면 조밀도가 낮은 것으로 보아진다.

6. 비용적

맥주를 첨가한 식빵의 비용적 측정 결과는 Table 8과 같다. 부피는 대조구가 1,552.00 mL로 가장 적었으며, MOB가 1,634.00 mL, BOB가 1,653.67 mL, AOB가 1,663.67 mL로 실험군의 부피가 대조구보다 크고 실험군 중에서는 AOB가 가장 크며, 시료 간에 유의적인 차이를 보였다($p<0.001$). 비용적도 부피 측정 결과와 마찬가지로 대조구(3.82)가 가장 적었으며, 대조구에 비해 실험군의 비용적이 크고, BOB(4.12)와 AOB(4.12)는 동일하게 유의적으로 가장 컸었다($p<0.001$). 복분자 착즙액(Kwon *et al* 2004), 감귤 과피 물 균질액(Kyun *et*

Table 7. Characteristics of white bread with beers

	Crust thickness	Fineness	Elongation
CON	0.44±0.05 ^c	1005.94±62.87	1.57±0.07
MOB	0.33±0.02 ^b	932.67±87.44	1.52±0.04
BOB	0.22±0.02 ^a	920.54±39.13	1.49±0.10
AOB	0.24±0.06 ^a	904.39±65.07	1.60±0.42
<i>F</i> -value	18.43 ^{**}	1.39 ^{NS}	1.64 ^{NS}

Refer to Table 1.

^{**} $p<0.01$, ^{NS} Not significant.

^{a-c} Means denoted in a column by the same letter are not significantly different($p<0.05$).

al 2002), 감자즙(Han *et al* 2004)을 첨가한 식빵의 연구에서는 대조구에 비해 실험군의 부피가 감소하였고, 황기가루(Min & Lee 2008), 단감가루(Chung *et al* 2002), 천마 분말(Kim *et al* 2001), 녹차·홍차가루(Park & Park 2001), 감잎 분말(Kang *et al* 2000) 등 대체적으로 복합분을 첨가한 식빵의 연구에서도 첨가량이 증가할수록 부피가 감소한 것으로 본 실험과는 상반된 결과를 보여주었다.

7. 색도

맥주에는 고유의 색이 있으며, 이에 따라 식빵의 속질의 색도 달라진다. 식빵의 색도 결과는 Table 9에 나타내었다. L값은 대조구가 78.13으로 가장 밝았으며, MOB가 76.37, BOB가 69.83, AOB가 78.06으로 실험군의 L값이 맥주 본연의 색으로 인해 대조구에 비해 어두웠고, 흑맥주를 첨가한 BOB의 L값이 유의적으로 가장 낮게 측정되었다($p<0.001$). a값과 b값은 대조구가 각각 3.16, 13.51로 가장 낮았으며, 흑맥주의 색으로 인해 BOB가 각각 6.37, 19.21로 가장 높았고, 시료 간

Table 8. Volume and specific volume of white bread with beers

	Volume(mL)	Specific volume(mL/g)
CON	1,552.00±7.21 ^a	3.82±0.02 ^a
MOB	1,634.00±4.00 ^b	4.05±0.03 ^b
BOB	1,653.67±7.23 ^c	4.12±0.01 ^c
AOB	1,663.67±1.53 ^c	4.12±0.01 ^c
<i>F</i> -value	251.87 ^{***}	179.86 ^{***}

Refer to Table 1.

^{***} $p<0.001$.

^{a-c} Means denoted in a column by the same letter are not significantly different($p<0.05$).

Table 9. Color value for white bread with beers

	L	a	b
CON	78.13±0.04 ^d	3.16±0.09 ^a	13.51±0.11 ^a
MOB	76.37±0.14 ^b	4.33±0.02 ^b	16.05±0.02 ^c
BOB	69.83±0.01 ^a	6.37±0.06 ^d	19.21±0.09 ^d
AOB	78.06±0.02 ^c	4.81±0.05 ^c	15.00±0.01 ^b
<i>F</i> -value	6,5798.05 ^{***}	1,458.97 ^{***}	3,366.55 ^{***}

Refer to Table 1.

^{***} $p<0.001$.

^{a-d} Means denoted in a column by the same letter are not significantly different($p<0.05$).

에 유의적인 차이를 보였다($p<0.001$).

8. 관능검사

1) 특성 차이 검사

맥주 식빵의 12가지 항목에 대한 특성 차이 검사 결과는 Table 10과 같다. 부피는 앞서 부피 및 비용적 결과와 동일하게 대조구가 3.19로 가장 적었고, AOB가 5.33으로 가장 컸으며, 전반적으로 유의적인 차이를 보였다($p<0.001$). 껍질색과 속질색은 대조구가 2.43의 동일한 수치로 가장 연하였으며, 흑맥주를 첨가한 BOB가 각각 6.33, 6.29로 가장 진하게 나타났고, 시료 간에 유의적인 경향을 나타내었다($p<0.001$). 기공의 크기는 대조구가 5.76으로 실험군에 비해 유의적으로 컸으며, 실험군 간에 유의적인 차이는 없었다. 기공의 균일성은 대조구가 2.81로 가장 불균일하였고, BOB가 5.76으로 가장 균일한 것으로 나타나 유의적인 차이를 보였다($p<0.001$).

탄력성은 AOB가 4.95로 가장 탄력적이었고, 실험군 간에는 유의적인 차이가 없었으나, 대조구(3.57)와는 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 견고성은 전반적으로 유의적인 경향은 보이지 않았으며, 대조구가 3.90, MOB가 4.00, BOB가 4.09, AOB가 3.10으로 BOB가 가장 견고하였고, AOB가 가장 부드러웠다. 촉촉함은 대조구(3.19)가 가장 건조하였으며, AOB(6.24)가 유의적으로 가장 촉촉하였다($p<0.001$).

맥주의 풍미, 알코올의 풍미, 신맛과 쓴맛은 흑맥주를 첨가

한 BOB가 가장 강하였으며, 다음은 AOB<MOB<CON 순으로 나타났고, 전반적으로 유의적인 차이를 보였다($p<0.001$). 신맛은 실험군 간에 유의적인 차이는 보이지 않았고, 대조구와는 유의적인 차이를 나타내었다. 특성 차이 검사의 결과, 흑맥주를 첨가한 BOB는 맥주 본연의 색으로 인해 껍질색과 속질색이 진하였으며, 맥주와 알코올의 풍미, 신맛, 짙은맛이 가장 강하였고, 생맥주를 첨가한 AOB는 부피가 가장 컸으며, 탄력성, 촉촉함과 부드러움에서 가장 좋은 것으로 나타났다.

2) 기호도 검사

외관은 대조구(2.86)보다 실험군이 더 좋았으며, BOB(5.24)가 가장 좋았고, 실험군 간에 유의적인 차이는 없었으나, 대조구와는 유의적인 차이를 보였다($p<0.001$). 색도 외관과 같이 대조구(3.29)보다 실험군이 유의적으로 더 좋았고($p<0.01$), 실험군 간에 유의적인 차이는 없었으며, MOB(5.10)가 가장 좋았다. 조직감은 AOB(5.76)가 유의적으로 가장 좋았으며($p<0.001$), 대조구보다 실험군이 더 좋은 것으로 나타났다. 풍미와 맛도 대조구보다 실험군이 좋았고, 실험군 중에서 AOB가 각각 5.33 ($p<0.01$), 5.48($p<0.05$)로 유의적으로 가장 좋았으며, 풍미는 실험군 간에 유의적인 차이가 없었다. 전체적인 기호도는 AOB (5.57)가 가장 좋았으며, 그 다음으로 MOB (4.76)> BOB(4.38)> 대조구(3.81) 순으로 대조구보다 실험군의 기호도가 높았다($p<0.01$). 기호도 검사 결과, 모든 항목에

Table 10. Sensory evaluation for difference test of white bread with beers

	CON	MOB	BOB	AOB	F-value
Volume	3.19±1.89 ^a	4.90±1.14 ^{bc}	4.14±1.53 ^{ab}	5.33±1.59 ^c	7.65 ^{***}
Crust color	2.43±1.36 ^a	4.33±0.91 ^b	6.33±0.80 ^d	5.24±1.04 ^c	51.99 ^{***}
Crum color	2.43±1.12 ^a	3.95±0.92 ^b	6.29±0.64 ^c	3.76±1.18 ^b	55.20 ^{***}
Grain size	5.76±0.7 ^b	3.76±1.09 ^a	3.57±1.25 ^a	4.24±1.51 ^a	14.98 ^{***}
Uniformity	2.81±1.44 ^a	4.38±1.36 ^b	5.76±1.04 ^b	4.14±1.49 ^c	16.99 ^{***}
Springiness	3.57±1.36 ^a	4.33±1.24 ^{ab}	4.67±1.32 ^b	4.95±1.56 ^b	3.94 [*]
Firmness	3.90±1.79	4.00±1.26	4.09±1.79	3.10±1.64	1.66 ^{NS}
Moistness	3.19±1.36 ^a	4.52±0.93 ^b	4.62±1.66 ^b	6.24±0.77 ^c	21.57 ^{***}
Beer flavor	2.14±1.52 ^a	4.52±1.25 ^b	5.81±1.57 ^c	4.67±1.98 ^b	19.37 ^{***}
Alcohol aroma	2.57±1.69 ^a	4.10±1.34 ^b	5.81±1.44 ^c	4.62±1.91 ^b	14.62 ^{***}
Sour taste	2.33±1.39 ^a	4.14±1.24 ^b	4.95±1.53 ^b	4.62±1.43 ^b	14.57 ^{***}
Bitter taste	2.95±1.88 ^a	4.00±1.30 ^b	5.10±1.26 ^c	4.24±1.55 ^{bc}	7.08 ^{***}

Refer to Table 1.

*** $p<0.001$, ^{NS} Not significant.

^{a-c} Means denoted in a row by the same letter are not significantly different($p<0.05$).

Table 11. Sensory evaluation for preference test of white bread with beers

	CON	MOB	BOB	AOB	F-value
Appearance	2.86±1.62 ^a	4.90±1.34 ^b	5.24±1.92 ^b	4.31±1.55 ^b	8.88 ^{***}
Color	3.29±1.62 ^a	5.10±1.45 ^b	4.48±2.18 ^b	4.95±1.50 ^b	4.84 ^{**}
Texture	3.76±1.87 ^a	4.43±1.16 ^{ab}	4.90±1.41 ^{bc}	5.76±1.13 ^c	7.31 ^{***}
Flavor	3.90±1.48 ^a	4.62±1.12 ^{ab}	3.95±2.01 ^b	5.33±1.31 ^b	4.11 ^{**}
Taste	4.19±1.21 ^a	4.90±1.34 ^{ab}	4.29±2.24 ^a	5.48±1.66 ^b	2.73 [*]
Overall acceptance	3.81±1.47 ^a	4.76±1.34 ^{ab}	4.38±2.13 ^a	5.57±1.33 ^b	4.47 ^{**}

Refer to Table 1.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

^{a-c} Means denoted in a row by the same letter are not significantly different($p < 0.05$).

서 대조구보다 실험군에 대한 선호도가 높았으며, 조직감, 풍미, 맛과 전체적인 기호도에서 생맥주를 첨가한 AOB를 가장 선호하였다.

결론

다양한 기능적 요소를 가지며 대중적인 음료인 맥주를 첨가한 식빵을 제조하여 반죽의 물성 및 제빵 적성과 특징을 살펴본 결과는 다음과 같다.

Mixograph에서 peak time의 경우, 대조구(3.71분)와 실험군인 MOB(2.79분), BOB(3.27분), AOB(3.09분)간의 유의적인 차이가 있었으며, MOB를 제외한 모든 시료들은 3~5분 사이에 있어 제빵 적성에 적합하였으며, peak value는 대조구(69.73%), MOB(69.21%), BOB(68.01%), AOB(68.22%)가 60% 이상의 수준으로 제빵 적성에 적합하였다. 맥주의 pH는 MOB 4.27, BOB 4.65, AOB 3.67로 BOB의 수치가 가장 높게 측정되었으며, 반죽의 pH는 믹싱 후, 1차 발효 후와 2차 발효 후로 시간이 경과할수록 모든 시료가 감소하였고, 시료 중에서 AOB가 가장 낮았다. 식빵의 pH 결과도 반죽의 pH 결과와 같이 AOB(4.68)의 pH가 가장 낮았다. 발효율은 대조구가 90분이 경과할 때까지의 발효율은 가장 높았으나, 120분 후부터는 실험군에 비해 발효율이 낮아졌으며, 150분에서는 BOB(4.91 cm)의 발효율이 가장 높게 측정되었다. 120분 후와 150분 후에 대조구의 발효 증가율이 실험군에 비해 낮았으며, 대조구에 비해 실험군의 발효 지속력이 더 좋은 것으로 나타났다.

조직감은 대조구에 비해 실험군의 경도가 낮게 측정되어 더 부드러웠으며, 실험군 중에서 BOB(8.25)와 AOB(8.25)가 동일하게 가장 부드러웠다. 탄력성, 응집성, 검성과 씹힘성은 실험군에 비해 대조구가 높게 측정되었다. 저장성은 시간이 경과함에 따라 대조구와 실험군의 경도가 증가하여 단단해

졌고, 저장 당일, 1일 후, 2일 후와 3일 후의 측정 결과에서 보이는 것과 같이 대조구에 비해 맥주를 첨가한 실험군의 노화 현상이 지연됨을 알 수 있었고, AOB의 노화 정도가 가장 낮은 것으로 나타났다. CrumScan에서 껍질의 두께는 대조구의 껍질이 가장 두꺼웠으며, 실험군의 껍질이 대조구에 비해 얇았고, 기공의 조밀도는 실험군의 조밀도가 낮았다. 부피와 비용적에서 대조구가 가장 적었으며, AOB의 부피가 가장 컸고, BOB(4.12)와 AOB(4.12)의 비용적이 동일하게 가장 컸었다. 색도는 맥주 본연의 색으로 인해 대조구보다 실험군의 L 값이 낮았고, a값과 b값은 높게 측정되었다.

특성 차이 검사에서 흑맥주를 첨가한 BOB는 맥주 본연의 색으로 인해 껍질색과 속질색이 진하였으며, 맥주와 알코올의 풍미, 신맛, 떫은맛이 가장 강하였고, 생맥주를 첨가한 AOB는 부피가 가장 컸으며, 탄력성, 촉촉함과 부드러움에서 가장 좋은 것으로 나타났다. 기호도 검사에서는 외관, 색, 조직감, 풍미, 맛과 전체적인 기호도가 대조구보다 실험군에 대한 선호도가 높았으며, 조직감, 풍미, 맛과 전체적인 기호도에서 생맥주를 첨가한 AOB를 가장 선호하였다. 결과적으로 생맥주를 첨가한 AOB가 조직감에서 가장 부드러웠으며, 노화 정도도 가장 낮았고, 부피도 가장 컸었던 것과 같이 관능검사의 특성 차이 검사 결과 또한 동일하게 가장 좋았으며 기호도 검사에서도 가장 선호도가 높았다. 실험 결과, 물 대신 맥주를 첨가하여 맥주의 풍미를 유지하면서 기능성을 증진시킨 식빵으로서의 활용가능성이 충분히 있다고 보여진다.

문헌

신길만, 신순례, 노한승 (2005) 제빵학의 이론과 실제. 백산출판사, 서울. p 8.

원용희 (2003) 맥주이야기. 학문사, 서울. p 11.

AACC (1995) Approved Methods of the AACC, 9th ed. Me-

- thod 02-52 : pH and TTA determinations. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, M.N.
- AACC (1995) Approved Methods of the AACC, 9th ed. Method 54-40. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, M.N.
- Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C (2001) Qualities of bread added with Korean persimmon (*Diospyros kaki* L. *folium*) leaf powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 882-887.
- Bennion EB, Bamford GST (1997) The Technology of Cake Making. 6th ed, Blackie Academic & Professional. London. UK. pp 275-286.
- Choi SH, Kim YS (2002) The sensory properties and flavor components of white bread added with arrow root juice. *Korean J Food Sci Technol* 34: 604-609.
- Chung JY, Kim KH, Shin DJ, Son GM (2002) Effects of sweet persimmon powder on the characteristics of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 738-742.
- Collister Linda (2009) 베이킹 바이블. 이끼북스, 서울. p 214.
- Elmehti HM, Page JH, Scanlon MG (2007). Evaluating dough density changes during fermentation by different techniques. *Cereal Chem* 84: 250-252.
- Gelinas P, Audet J, lachance O, Vachon M (1995) Fermented dairy ingredients for bread: Effects on dough rheology and bread characteristics. *Cereal Chem* 72: 151-194.
- Han GP, Lee KR, Han JS, Nobuyuki Kozukue, Kim DS, Kim JA, Bae JH (2004) Quality characteristics of the potato juice-added functional white bread. *Korean J Food Sci Technol* 36: 924-929.
- Jeon TG, An HL, Lee KS (2010) Quality characteristics of bread added with turmeric powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 113-121.
- Kang WW, Kim GY, Kim JK, Oh SL (2000) Quality characteristics of the bread added persimmon leaves powder. *Korean J Soc Food Sci* 16: 336-341.
- Kim HJ, Kang WW, Moon KD (2001) Quality characteristics of bread added with *Gastrodia elata* Blume powder. *Korean J Food Sci* 33: 437-443.
- Kwon KS, Kim YS, Song GS, Hong SP (2004) Quality characteristics of bread with rubi fructus (*Rubus coreanus* Miquel) juice. *Korean J Food & Nutr* 17: 272-277.
- Kyun SK, Lee YK, Kim SD (2002) Quality characteristics of bread with citrus peel water homogenate. *J East Asian Soc Dietary Life* 12: 397-406.
- Lee SY, Choi JS, Choi MO, Cho SH, Kim KBWR, Lee WH, Park SM, Ahn DH (2006) Effect of extract from *Glycyrrhiza uralensis* and *Curcuma longa* on shelf-life and quality of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 912-918.
- Lee YW, Shin DH (2001) Bread properties utilizing extracts of mume. *Korean J Food & Nutr* 14: 305-310.
- Legras J, Merdinoglu D, Cornuet J, Karst F (2007) Bread, beer and wine: *Saccharomyces cerevisiae* diversity reflects human history. *Molecular Ecology* 16: 2091-2102.
- Min SH, Lee BR (2008) Effect of *Astragalus membranaceus* powder on yeast bread baking quality. *Korean J Food Culture* 23: 228-234.
- Mohd Jusoh YM, Chin NL, Yusof YA, Abdul Rahman R (2009) Bread crust thickness measurement using digital imaging and L a b colour system. *Journal of Food Engineering* 91: 1-6.
- Moon ST (2008) Effects of elemental sulfur, Servomyces™ and hop variety on the production of hydrogen sulfide during beer fermentation. *MS Thesis* Kyung-Hee University. Seoul.
- Nam HY, Cho JS (2006) Quality characteristics of white pan bread with ingredients of sagoonja-tang. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 458-467.
- Park YS, Park GS (2001) The effect of green and black tea powder on the quality of bread during storage. *J East Asian Soc Dietary Life* 11: 305-314.
- Pedraza-Zamorano JD, Lavado-Garcia JM, Roncero-Martin R, Calderon-Garcia JF, Rodriguez-Dominguez T, Canal-Macias ML (2009) Effect of beer drinking on ultrasound bone mass in women. *Nutrition* 25: 1057-1063.
- Pickering D (1996) Evaluate product crumb accurately, bakery production and marketing, January 15.
- Stevens JF, Page JE (2004) Xanthohumol and related prenyl-flavonoids from hops and beer: To your good health!. *Phytochemistry* 65: 1317-1330.

접 수: 2010년 7월 22일
 최종수정: 2010년 8월 31일
 채 택: 2010년 9월 5일