

# 녹차 추출물을 첨가한 polyphenol 강화 맥주의 발효 특성에 대한 연구

The Effect of Green Tea Extracts on the Fermentation Properties of  
Polyphenol-Enriched Beers

호서대학교 생명과학과  
부교수 염행철

Department of Life Sciences, Hoseo University  
Associate Professor : Heng Cheri Yom

## 목 차

- |              |             |
|--------------|-------------|
| I. 서 론       | IV. 요약 및 결론 |
| II. 연구방법     | 참고문헌        |
| III. 결과 및 고찰 |             |

## <Abstract>

The purpose of this study was to investigate the effects of green tea extracts (GTE) on the fermentation properties of polyphenol-enriched beers. As such, the formation patterns of tannoid in beer with GTE were investigated at 3 different infusion times, while the ale and the lager beers fortified with GTE were analyzed to ascertain effects on gravity, pH, yeast viability, total polyphenol, and tannoid during fermentation period. The results were as follows: 1) The formation of tannoid in beer with GTE in the tannometer; In reaction of GTE with polyvinylpyrrolidon (PVP), control lager beer peaked in the formation of tannoid at 70 ~ 80 mg of PVP, the 1st extract exceeded the detection limit, the 2nd extract at 170 ~ 180 mg, while the third extract at 150 ~ 160 mg of PVP. The GTE were slow in reacting with PVP, and their formation patterns were different from those of polyphenols from barley and hop. 2) Ale fermentation; The final alcohol content was 9.25% (ABV). The addition of GTE increased the yeast viability after 2 days and finally reached 52.3% from 30.9%. Total polyphenol in GTE beer increased by 1.5 times ( $p < .05$ ). However, its tannoid contents increased by 6.4 times. 3) Lager fermentation; The final alcohol content was 5.93% (ABV). The effect of GTE on lager beer was minimal for all variables. However, total polyphenol of GTE beer increased by 1.4 times ( $p < .05$ ). Its tannoid increased by 3.3 times ( $p < .05$ ).

주제어(Key Words) : 녹차(green tea), 폴리페놀(polyphenol), 기능성 맥주(functional beer), 에일(ale), 라거(lager)

## I. 서론

프랑스인들은 육식위주의 식생활을 함에도 불구하고 서양인들 중 가장 낮은 심장병 사망률을 나타낸다. French Paradox라고 불리는 이 현상은 프랑스인들이 소비하는 적색와인의 섭취와 연관되어 있는 것으로 증명되었다(Frankel, Kanner, German, Parks, & Kinsella, 1993; Renaud & de Lorgeril, 1992). 즉, 적색와인의 섭취로 인한 심장보호 효과는 주로 포도껍질에 함유된 catechin, quercetin, epicatechin, resveratol, tannin 등의 polyphenol에서 비롯된다. 그에 따라 최근 적색와인이 다른 술에 비해 칼로리가 낮고 건강에 좋은 술이라는 인식이 널리 확산되면서 와인에 대한 수요가 매년 폭발적으로 증가하고 있다.

포도주에 대한 인식과 달리 일반 대중에게 맥주는 건강에 해롭고 살이 찌게 하는 술이라고 알려져 있다. 그러나 맥주는 폴리페놀 등이 함유되어 있어 강력한 flavonoid가 항산화작용을 함으로써 적정량의 맥주의 소비는 고밀도 lipoprotein의 증가를 가져오고 혈액중의 콜레스테롤을 감소시켜(Miranda, et al., 2000; Siersma, van der Gaag, van Tol, James, & Hendriks, 2002) 중장년층의 동맥경화 등의 심혈관 질병을 감소시키고 심장마비의 발생을 감소시킨다. 따라서 맥주에 들어있는 항산화 성분은 인체의 심장질환 계통의 질병예방에 포도주 이상의 효과를 지니는 것으로 보고되고 있다(Buhler & Miranda, 2003; Denke, 2000).

강력한 flavonoid의 항산화 작용을 하는 맥주의 폴리페놀은 대규모 맥주의 제조 공정에서 제거의 대상이 되고 있다. 그 이유는 맥주의 유통이나 보관 시에 생기는 혼탁(haze)을 줄이기 위해서이다. 혼탁은 맥아에서 발생하는 폴리페놀과 hydrophobic peptide의 비특이적 결합에 의해 생긴 침전물 때문에 나타나는 현상인데 이것을 줄이면 유통기간을 더 늘릴 수 있고 여과공정도 더 쉽게 할 수 있어서 생산성을 향상시키고, 더 깔끔한 맛을 내게 할 수 있다. 이로 인해 오랜 시간 인류의 발전과 함께 해온 맥주가 건강적인 측면보다 단순히 갈증을 해소해주는 보조음료(thirsty quenching aid)로서의 역할이 더 강조되고 있다.

맥주는 여러 가지 비타민 B군, 무기질, 다양한 항산화물질과 다량의 섬유소를 함유(Gromes, Zeuch, & Piendl, 2000)하고 있을 뿐만 아니라 flavonoid의 항산화 작용을 하는 건강에 유용한 알코올음료이다. 이처럼 맥주가 다양한 기능을 지니면서 인체에 유용한 알코올음료라는 사실은 분명하지만 맥주가 지니고 있는 순기능을 제대로 발휘하기 위해서는 적당량의 소비가 전제되어야만 한다(Bamforth, 2002). 심장보호 효과를 지니는 적색와인을 포함하여 다른 알코올음료와 마찬가지로 맥주가 지니는 많은 순기능도 과도하게 섭취하

게 되면 알코올에 의한 역기능의 역할을 함으로써 건강을 해칠 수 있기 때문이다. 16세 이상의 남녀 그룹을 대상으로 음주습관과 사망위험 간의 관계에 대한 Mayer, Simon과 Rosolová(2001), van der Gaag, van den Berg, van den Berg, Schaa fsma와 Hendriks(2000)의 연구결과들을 살펴보면, 16 ~ 54세의 남녀 그룹 모두 적당한 음주는 건강에도 음을 주지만 음주량이 많을수록 건강의 위험수준이 높아졌다. 그러나 65세 이상 그룹의 하루 두 세잔의 적정량의 음주가 건강에 도움을 주었고, 건강을 위협하는 요인도 감소하였다. 적정량의 알코올 소비를 전제로 할 때 맥주도 이러한 질병을 예방하는데 어느 종류의 알코올보다 좋은 효과가 있어 기능성 알코올음료로서 손색이 없다고 Nutrition News(2003)는 지적한 바 있다.

대규모 공장 제조의 맥주와 달리 house 맥주는 소규모로 자체 생산하는 맥주로서 살아있는 효모를 더 많이 함유하고 있고, 다양한 기능성도 더 많이 포함하고 있다. 우리나라에서 이러한 house 맥주가 생산되기 시작한 것은 2002년 조세법이 개정되면서부터이고, 2008년 4월부터는 외부의 유통도 제한적으로 허용할 예정이다. 외부의 유통이 허용될 경우에는 맥주의 다양한 기능성이 더욱더 실체적으로 소비자에게 부각될 것이며, 장기간의 유통기간이 필요 없게 될 것이다. 따라서 대규모 맥주의 생산 방식에서 벗어난 단기간의 유통으로 항산화 성분이 강화되거나 새로운 원료를 첨가하여 기능성을 살리는 맥주가 등장하게 될 것이다. 특히 단기간 유통하는 house 맥주는 혼탁의 원인이 되는 폴리페놀을 제거하려는 노력을 기울일 필요가 없다. 맥주에서의 polyphenol은 hop와 malt에서 비롯되는데 이것은 맥주의 안정성과 향미에 매우 중요한 역할을 하지만 유통기간 중에 맥주 속에 있는 단백질과 결합하여 혼탁의 원인이 되어 상품성을 저하시키기도 한다(Leiper, Stewart, McKeown, Nock, & Thompson, 2005). 그러나 최근 웰빙(well being)과 로하스(LOHAS, Lifestyle of health and sustainability) 시대에는 건강기능성 음료의 중요성이 강조됨으로써 많은 사람들이 맥주의 혼탁보다는 다양한 기능성을 가진 polyphenol을 섭취하는데 더 많은 관심을 기울이고 있다(Wiseman & Woods, 2002).

다양한 기능성을 가진 소규모 맥주의 제조는 여러 가지 잉여 농산물을 이용하여 지역 특성에 맞는 다양한 기능성 맥주의 개발을 가능하게 하였다. 이러한 기능성 맥주의 하나로 본 연구에서는 우리나라에서 많이 재배되는 녹차를 이용하였다. 오래 전부터 우리나라를 비롯한 중국과 일본에서는 녹차를 통해 항산화 효과를 얻어왔다. 녹차에는 차 tannin이라는 polyphenol류와 이것의 산화를 촉진시키는 효소인

polyphenol oxidase가 함유되어 있는데 역사적으로 암과 심혈관 질환의 예방제로 많은 관심을 받아왔다(Fujiki, et al., 1992; Fujita, et al., 1989). 녹차에 함유된 주요 poly phenol 성분은 epicatechin(EC), epigallocatechin(EGC), epigallocatechin 3-galate(ECG), epigallocatechin 3-O-gallate(EGCG)이며 그중 녹차의 항산화 및 노화방지 효과는 주로 EGCG에서 얻을 수 있다. 특히 이 성분은 항암 효과(Duncan 1998)와 항산화 작용이 강한 것(Fujiki, 2005; Fujiki, et al., 1998)으로 보고되고 있다. 그러므로 지역특산물인 녹차를 맥주와 연결시켜 녹차와 맥주의 유용한 성분들이 어떻게 상호 영향을 미칠 수 있는지에 대해 실현, 분석해 보는 것은 현재의 웰빙 선호에 따른 적합한 알코올음료의 개발뿐만 아니라 다양한 지역축제와 연계한 지역 경제의 활성화에도 크게 기여할 수 있을 것이다.

이를 위해 본 연구에서는 녹차를 이용한 기능성 맥주의 개발을 위하여 tannometer를 이용하여 녹차의 추출물을 시간에 따라 추출하여 맥주에 첨가함으로써 tannoid의 형성에 어떤 특성을 갖는지를 조사하였고, 발효공정에서 녹차 추출물을 첨가하여 polyphenol이 강화된 ale 맥주와 lager 맥주를 제조하였다. 또한 발효에 영향을 미치는 특성을 알아보기 위하여 발효 중 변화하는 비중, pH, 효모의 생존성, polyphenol의 함량, tannoid 함량 등을 분석하였다.

## II. 연구방법

### 1. 사용균주와 효모 첨가량

Lager 맥주의 발효에 사용한 균주는 건조 상태의 Diamond lager yeast(*Saccharomyces cerevisiae*, Canada)였으며, ale 맥주의 발효에는 건조 상태에서 냉장 보관된 Safale S-04 yeast(*Saccharomyces cerevisiae*, France)이었다. 각각의 제조사가 추천한 조건에 따라 건조 효모를 가수한 후 1시간동안 상온에서 방치시켰고 현미경을 통하여 생존률을 계산하였다. Lager와 ale 발효에 첨가한 효모량(pitching rate)은 생존 균의 수가 각각  $1.2 \times 10^7$  cells/ml이 되게 계산하여 slurry 형태로 wort에 첨가하였다.

### 2. Wort와 발효조건

Lager 맥주는 12.8 plato(비중 1.051), ale 맥주는 20.0 plato(비중 1.080)의 맥아즙이 사용되었다. 각 맥아즙은 mash filter를 이용하여 80°C에서 당화시켰고 실험에 사용하기 전까지 냉동시켰다가 해동시켜 사용하였다. 발효를 위한 각 배양액은 1,500 ml이었으며 각 처리군에 2개를 복제하여 사용하였고 매일 15 ml의 시료를 채취하여 분석하여

그 평균값을 분석에 사용하였다. Lager는 13°C에서 6일간, ale은 25°C에서 4일간 발효시켰는데 모두 100 rpm으로 회전하는 배양기에서 실시하였다(Brey, Bryce & Stewart, 2002).

### 3. 녹차 polyphenol 추출

녹차는 판매용 tea bag(Lipton, UK)을 사용하였고 중류수 100 ml에 1 tea bag(4g)을 첨가하였다. Tannoid를 형성하기 위하여 시간에 따라 녹차의 polyphenol을 추출하였다. 이를 위하여 3개의 75°C 100 ml의 중류수가 담긴 비이커에 1개의 tea bag을 차례로 첨가하여 5분씩 총 3회 추출하였다. 즉, 처음 5분간 첫 번째 비이커에 tea bag을 넣어 추출한 후, 같은 tea bag을 두 번째 비이커에서 5분간, 역시 같은 tea bag을 세 번째 비이커에서 5분간 추출하였다. 다음으로 맥주를 제조하기 위해서는 75°C 중류수에서 tannin이 가장 많은 처음 2분간 추출된 것은 제거하고, 이후 5분간 추출한 것을 사용하였다.

### 4. 비중 및 산도 측정

비중은 DMA 46 calculating digital density meter(PAAR Scientific, UK)를 사용하여 측정하였으며 이를 위해서 각 시료를 5분간 5,000 rpm으로 원심 분리하여 사용하였다. 산도는 원심 분리된 시료의 상등액을 pH meter(Beckman, USA)를 이용하여 측정하였다.

### 5. Cell count 및 생존율

Yeast cell의 수는 개량된 haemocytometer(Neubauer, Germany)를 이용하여 40배의 광학현미경으로 세었다. 효모는 0.01% methylene violet으로 염색하여 살아 있는 세포와 죽은 세포를 모두 세어 합산한 후 살아있는 세포의 백분율로 생존율(viability)을 계산하였다.

### 6. Polyphenol 측정

Polyphenol의 측정은 carboxymethylcellulose(CMC), EDTA(ethylenediaminetetraacetic acid), ferric citrate와 암모니아 용액을 사용하여 EBC(European brewery convention) 방법으로 측정하였다(Gress 1977). 이를 위해서는 tannometer(Pfeuffer, Germany)를 사용하여 PVP에 의해 침전되는 polyphenol을 측정하였고, 시약은 모두 Sigma(USA)의 제품이 사용되었다.

### 7. Haze particle 측정

Haze particle은 tannometer를 이용하여 tannoid를 측정함으로써 계산하였다(Leiper et al., 2005).

## 8. Alcohol 측정

발효된 맥주의 alcohol 농도는 alcohol by volume(ABV)으로서 ABV % =  $\{(OG - FG) \times 1000\} \div 7.5$  (OG: original gravity, FG: final gravity) 공식에 의해 계산하였다.

## 9. 통계처리

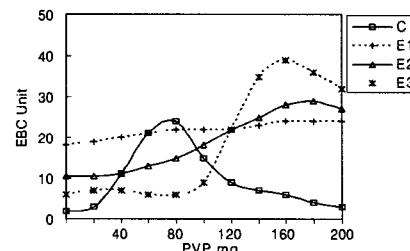
모든 자료는 SPSS(version 14.0) 통계 프로그램을 이용하여 분석하였으며, 비교군과 실험군 간의 차이는 대응표본 t 검증(paired-samples t-test)을 실시하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 녹차 추출물의 tannoid 형성

맥주의 tannoid는 PVP에 의해 침전되는 polyphenol인데 맥주가 lagering하는 동안 tannin으로 변하여 단백질과 결합함으로서 haze particle이 된다(Chapon, 1994). Fig. 1에 제시한 바와 같이 녹차 추출물이 일반 lager 맥주(control) 속에서 PVP와 반응하여 tannoid를 형성하는 것은 추출시간에 따라 다양한 패턴을 나타냈다.

Fig. 1에서 주목할 것은 peak를 이루는 PVP의 양과 peak에 이르는 기울기이다. PVP 양과 관련해서는 일반 lager 맥주(C)의 경우에 PVP가 70 ~ 80 mg 사이일 때 peak를 이루었다. 그러나 Leiper 외(2005)의 결과에 의하면 tannoid의 peak는 15.4 ~ 44.9 mg의 범위이었다. 또한 본 연구결과에서는 녹차의 1차 추출물(E1)의 경우에 tannometer의 200 mg의 한계를 초과하여 측정이 불가능하였지만 처음에 추출되는



〈Fig. 1〉 Tannoid formation of green tea extracts in lager beer with PVP. C, control beer; E1, the 1st extract(75°C, 5min) in beer; E2, the 2nd extract(75°C, 5min) in beer; E3, the 3rd extract(75°C, 5min) in beer.

다양한 tannin 성분이 PVP와 계속 반응함으로써 EBC unit을 증가시켰다. 녹차의 2차 추출물(E2)은 170 ~ 180 mg에서, 3차 추출물(E3)은 150 ~ 160 mg에서 peak를 이루었다. 이러한 결과는 추출시간에 따라 tannin과 catechin 성분 조성에서 다양한 차이가 있다는 것을 반영하는 것이라고 추측할 수 있다. 또한 peak에 이르는 기울기와 관련해서는 녹차의 추출물들은 PVP와 반응하는 속도가 느려 malt와 hop에서 추출되는 일반 맥주의 polyphenol과는 다른 양상을 나타냈다. GTE의 tannoid 형성에 대한 연구는 지금까지 국내외에서 보고된 바가 없으므로 추후연구에서는 녹차에서 분리하여 정제된 catechin들이 어떻게 PVP와 반응하여 tannoid를 형성하는지에 대해 연구할 필요가 있다.

### 2. Ale 맥주 발효의 특성

Ale 맥주의 발효기간에 따라 나타난 비교군과 실험군의 결과는 Table 1과 같다.

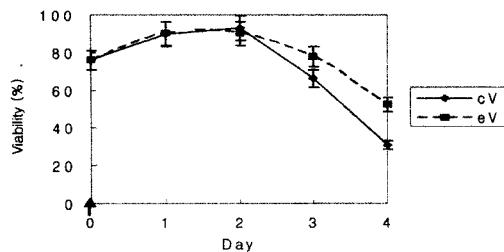
〈Table 1〉 Ale fermentation profile

	Day	0	1	2	3	4
Control group	G <sup>a</sup>	80.00	38.30	18.80	11.45	10.60
	pH	4.80	3.70	3.64	3.48	3.60
	TP(mg/L) <sup>c</sup>			346.25	346.40	342.95
	Tn(mg/L) <sup>d</sup>			33.20	46.4	37.35
Experiment group	G <sup>a</sup>	80.00	38.60	18.65	11.75	11.15
	pH	4.80	3.69	3.68	3.51	3.69
	TP(mg/L) <sup>c</sup>			561.35	531.45	524.05
	Tn(mg/L) <sup>d</sup>			260.85	264.25	237.55
t value	G <sup>a</sup>		†	.33	.	-11.00
	pH		1.00	-2.00	-5.00	-1.29
	TP <sup>c</sup>			-35.26*	-25.88*	-45.28*
	Tn <sup>d</sup>			-52.33*	-79.22**	-80.20**

Note. <sup>a</sup>gravity(expressed as (G-1) x 1,000), <sup>b</sup>viability, <sup>c</sup>total phenol, <sup>d</sup>tannoid.

Note. † Due to the same standard error, t values can not be calculated.

\*p < .05. \*\*p < .01.



〈Fig. 2〉 Viability of ale yeast with green tea extract.  
cV, control group; eV, experiment group. The arrow indicates the addition of green tea extract.

Ale 맥주의 발효는 처음 3일간 비교군과 녹차를 함유한 실험군에서 비중(G)이 빠르게 감소하였다. 이러한 결과는 효모에 의해 당이 빠르게 소모됨으로써 효모의 증식과 발효가 활발히 진행되고 있다는 것을 나타내주는 것이다(Lekkas, Stewart, Hill1, Taidi, & Hodgson, 2007). 이 발효에서의 최종 alcohol 농도는 9.25%(ABV)였다. pH의 변화는 전형적인 맥주 발효의 특성을 보이고 있다(Lekkas, et al., 2007). 효모의 생존율(V)은 실험군과 비교군의 두 집단 간에 2일째( $t = 61.00, p < .01$ ) 3일째( $t = -59.00, p < .05$ ), 4일째( $t = -19.46, p < .05$ )에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 이러한 차이를 그림으로 제시하면 Fig. 2와 같다.

GTE를 첨가(eV)시킨 것은 발효의 peak인 2일이 지난 이후의 yeast 생존율을 높였다. 특히 peak 이후 시간이 지남에 따라 실험군의 생존율 감소 곡선은 완만하게 이루어지고 있는데 반해, 비교군의 생존율 감소 곡선은 급격한 형태를 나타내고 있다. 그리하여 4일째의 yeast 생존율은 비교군이

30.90%인데 비해 실험군은 52.30%로 더 높았다. 이러한 결과는 녹차가 ale 맥주의 발효 중 고비중 발효(high gravity brewing)와 8% 이상의 alcohol 농도에서 예측되는 yeast의 stress를 효율적으로 감소시키는 효과가 있는 것으로 추측된다(Brey, et al., 2002). 그러나 GTE의 yeast 생존율 향상효과는 국내외에 지금까지 보고된 바가 없으므로 추후 연구를 통해 재검증해 보아야 할 것이다. Ale 맥주 발효의 polyphenol 함량은 2일째( $t = -35.26, p < .05$ ), 3일째( $t = -25.88, p < .05$ )와 4일째( $t = -45.28, p < .05$ ) 모두 실험군과 비교군 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 즉, 실험군이 비교군보다 약 1.5배 많았다. Tannoid는 2일째( $t = -52.33, p < .05$ ), 3일째( $t = -79.22, p < .015$ )와 4일째( $t = -80.20, p < .01$ ) 모두 실험군과 비교군 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 즉, 실험군이 비교군에 비해 약 6.4배로 훨씬 더 많았다. 이러한 tannoid의 증가는 맥주 colloid가 불안정한 것을 나타내는 것이다.

### 3. Lager 맥주 발효의 특성

발효기간에 따라 나타난 lager 맥주의 발효 결과는 Table 2에 제시한 바와 같다.

발효 3일째에 비중에서만 비교군과 실험군 간에 통계적으로 유의한 차이( $t = -21.00, p < .05$ )가 나타났다. Lager 맥주 발효의 alcohol 농도는 5.93%(ABV)이었다. 특히 발효 3일째와 4일째 사이에 비중이 많이 감소하는 것은 이 기간 중에 발효가 활발하게 일어난다는 것을 의미한다(Lekkas et al., 2007). 이러한 결과를 그림으로 제시하면 Fig. 3과 같다.

Table 2에서 나타난바와 같이 발효 3일째와 4일째 사이의 비중 감소는 Fig. 3에서 나타난 비교군과 실험군 모두에서

〈Table 2〉 Lager fermentation profile

Day	0	1	2	3	4	5	6	
Control group	G <sup>a</sup>	51.00	47.00	45.05	41.35	27.90	15.80	6.55
	pH	4.73	5.07	4.62	4.35	3.92	3.75	3.55
	TP(mg/L) <sup>c</sup>						245.60	
	Tn(mg/L) <sup>d</sup>						40.00	
Experiment group	G <sup>a</sup>	51.00	46.30	45.20	42.20	26.60	14.90	6.20
	pH	4.73	5.02	4.64	4.35	3.91	3.73	3.57
	TP(mg/L) <sup>c</sup>						343.15	
	Tn(mg/L) <sup>d</sup>						131.90	
t value	G <sup>a</sup>	2.33	-3.00	-21.00*	6.50	2.25	.54	
	pH		3.67	-2.00	.33	3.00	1.00	-1.00
	TP <sup>c</sup>						-39.82*	
	Tn <sup>d</sup>						-34.04*	

Note. <sup>a</sup>gravity(expressed as (G-1) × 1,000), <sup>b</sup>viability, <sup>c</sup>total phenol, <sup>d</sup>tannoid.

\* $p < .05$ .

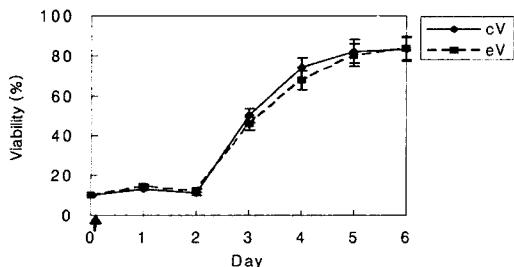


Fig. 3. Viability of larger yeast with green tea extract. cV, control group; eV, experiment group. The arrow indicates the addition of green tea extract.

세포의 생존율이 증가하는 기간과 일치한다. Fig. 3에서 알 수 있듯이 녹차를 첨가한 효과가 발효기간 동안 생존율에는 큰 영향을 미치지 않지만 peak를 지나 발효가 더 진행될 경우에는 Fig. 2에 제시된 바와 같이 생존율이 감소하는 것을 두화시키는 효과를 기대할 수 있을 것이다. Lager 맥주의 발효는 ale 맥주의 발효와는 달리 전체적으로 녹차 추출물의 첨가효과가 거의 없었다(Table 2 참조). 그러나 전체 polyphenol(TP)의 함량은 비교군이 245.60 mg/ml인 것과 비교하여 실험군은 343.15 mg/ml로 1.4배 더 많았고, tannoid는 실험군이 비교군에 비해 3.8배나 더 많았다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구는 기능성 맥주를 개발하기 위한 목적으로 녹차의 추출물을 시간에 따라 추출하여 맥주에 첨가함으로써 tannoid가 어떻게 형성되는지에 대해 조사하였고, 이를 기초로 녹차 추출물을 첨가함으로써 polyphenol이 강화된 ale 맥주와 lager 맥주를 제조하였다. 그리하여 발효공정 시 나타나는 특성을 살펴보기 위하여 발효 중 변화하는 비중, pH, 효모의 생존성, polyphenol의 함량과 tannoid 등에 대해 분석하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 녹차 추출물의 tannoid 형성은 일반 lager 맥주의 경우 PVP 70 ~ 80 mg에서 peak를 이루었으며, 녹차의 1차 추출물(E1)은 측정이 불가능하였고, 2차 추출물(E2)은 PVP 170 ~ 180 mg에서, 3차 추출물(E3)은 PVP 150 ~ 160 mg에서 peak를 이루었다. 녹차의 추출물은 PVP와 반응하는 속도가 느리고 malt와 hop에서 추출되는 일반 맥주의 polyphenol과는 다른 양상을 나타냈다.

둘째, ale 맥주 발효의 최종 alcohol 농도는 9.25%(ABV)였다. 녹차추출물을 첨가(eV)한 것은 발효가 peak를 이룬 2일째 이후의 yeast 생존율을 높였으며, 최종 4일째의 yeast 생존율은 비교군이 30.90%인데 비해 실험군은 52.30%으로

더 높았다. 실험군에서의 polyphenol 함량은 비교군보다 약 1.5배, tannoid는 약 6.4배 더 많았다.

셋째, lager 맥주 발효의 alcohol 농도는 5.93%(ABV)이었고, 녹차 추출물을의 첨가효과는 거의 없었다. 그러나 전체 polyphenol(TP)의 함량은 실험군이 비교군에 비해 1.4배, tannoid는 3.3배 더 많았다.

본 연구결과, lager 맥주에 비해 ale 맥주가 발효온도가 높고 발효기간이 비교적 짧기 때문에 polyphenol의 용해도를 높일 수 있으며 yeast가 주는 풍부한 향과 맛에 의해 다양한 polyphenol과 조화를 이룰 수 있을 것으로 생각된다. 이에 대해서는 추후 다양한 첨가물과 조건을 투입하여 심도 있는 연구를 실시해야 할 것이다.

#### ■ 참고문헌

- Bamforth, C. (2002). Nutritional aspects of beer-a review. *Nutr. Res.*, 22, 227-237.
- Brey, S. E., Bryce, J. H., & Stewart, G. G. (2002). The Loss of hydrophobic polypeptides during fermentation and conditioning of high gravity and low gravity brewed beer. *J. Inst. Brew.*, 108(4), 424-433.
- Buhler, D. R., & Miranda, C. L. (2007. 1. 10). Antioxidant activities of falvonoids. <http://lpi.oregonstate.edu/f-w00/flavonoid.html>.
- Chapon, L. (1994). The mechanics of beer stabilization. *Brewer's guardian*, 123, 46-50.
- Denke, M. A. (2000). Nutritional and health benefits of beer. *Am. J. Med. Sci.*, 320(5), 320-326.
- Duncan, A. (2007. 12. 14). Experiments suggest hop compounds fight cancer. <http://oregonstate.edu/dept/ncs/newsarch/1998/Mar98/hops.html>.
- Frankel, E. N., Kanner, J., German, J. B., Parks, E., & Kinsella, J. E. (1993). Inhibition of oxidation of human low-density lipoprotein by phenolic substances in red wine. *Lancet*, 341(8843), 454-457.
- Fujiki, H. (2005). Green tea: Health benefits as cancer preventive for humans. *Chem. Rec.*, 5(3), 119-132.
- Fujiki, H., Suganuma, M., Okabe, S., Sueoka, N., Komori, A., Sueoka, E., et al. (1998). Cancer inhibition by green tea. *Mutat. Res.*, 402(1-2),

- 307-310.
- Fujiki, H., Yoshizawa, S., Horiuchi, T., Suganuma, M., Yatsunami, J., Nishiwaki, S., et al. (1992). Anticarcinogenic effects of (-)-epigallocatechin gallate. *Prev. Med.*, 21(4), 503-509.
- Fujita, Y., Yamane, T., Tanaka, M., Kuwata, K., Okuzumi, J., Takahashi, T., et al. (1989). Inhibitory effect of (-)-epigallocatechin gallate on carcinogenesis with N-ethyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine in mouse duodenum. *Jpn. J. Cancer Res.*, 80(6), 503-505.
- Gress, H. S. (1977). Polyphenols in beer. *J. Am. Soc. Brew. Chem.*, 36, 129-131.
- Gromes, R., Zeuch, M., & Piendl, M. (2000). A further investigation into the dietary fibre contents of beer. *Brau. Int.*, 18, 24-28.
- Leiper, K. A., Stewart, G. G., McKeown, I. P., Nock, T., & Thompson, M. J. (2005). Optimising beer stabilization by the selective removal of tannoids and sensitive proteins. *J. Inst. Brew.*, 111(2), 118-127.
- Lekkas, C., Stewart, G. G., Hill1, A. E., Taidi, B., & Hodgson, J. (2007). Elucidation of the role of nitrogenous wort components in yeast fermentation. *J. Inst. Brew.*, 113(1), 3-8,
- Mayer, O. Jr., Simon, J., & Rosolova, H. (2001). A population study of beer consumption on folate, and homocysteine concentrations. *Eur. J. Clin. Nu.*, 55, 605-609.
- Miranda, C. L., Stevens, J. F., Ivanov, V., McCall, M., Frei, B., Deinzer, M. L., et al. (2000). Antioxidant and prooxidant actions of prenylated and nonprenylated chalcones and flavanones in vitro. *J. Agric. Food Chem.*, 48(9), 3876-3884.
- Nutrition News(2003) Nutraceutical beer? German Cancer Research Institute / Technical University Munchen.
- Renaud, S., & de Lorgeril, M. (1992). Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. *Lancet*, 339(8808), 1523-1526.
- Sierksma, A., van der Gaag, M. S., van Tol, A., James, R. W., & Hendriks, H. F. (2002). Kinetics of HDL cholesterol and paraoxonase activity in moderate alcohol consumers. *Alcohol Clin. Exp. Res.*, 26(9), 1430-1435.
- van der Gaag, M. S., van den Berg, R., van den Berg, H., Schaafsma, G., & Hendriks, H. F. (2000). Moderate consumption of beer, red wine and spirits has counteracting effects on plasma antioxidants in middle-aged men. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 54(7), 586-591.

---

(2008년 2월 1일 접수, 2008년 3월 1일 채택)