

알칼리 이온수로 제조한 녹차의 품질 특성

이정민 · 박순례 · 이승철[†]
경남대학교 식품생명학과

Quality Properties of Green Tea Prepared with Alkaline Ionized Water

Jung-Min Lee, Soon-Rye Park and Seung-Cheol Lee[†]

Dept. of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, Masan 631-701, Korea

Abstract

The physicochemical characteristics of green tea prepared by four kinds of alkaline ionized water (AIW; pH 8.57, 8.85, 9.23, and 10.06, respectively) were evaluated. Green tea was made by soaking commercial green tea leaves in AIW at 75°C for 10 min (1.0 g/100 mL). Total phenol contents, total flavonol contents, and ascorbic acid contents of green tea decreased with increasing pH of AIW. Increasing pH of AIW tended to decrease lightness (*L*) and redness (*a*) of green tea but increase yellowness (*b*) in Hunter color values. The amount of epicatechins and radical scavenging activity of green tea also decreased with increasing pH of AIW, while caffeine was not significantly affected. Tyrosinase inhibition activity was the highest in AIW of pH 8.85.

Key words: green tea, alkaline ionized water, chemical composition

서 론

녹차는 우리나라, 일본, 중국을 중심으로 아시아권에서 널리 음용되는 기호성 음료이다. 녹차에는 카테킨이라는 폴리페놀 화합물이 다량으로 함유되어 있다. 녹차의 주된 카테킨은 epicatechin으로 (-)-epicatechin(EC), (-)-epicatechin gallate(ECG), (-)-epigallocatechin(EGC) 및 (-)-epigallocatechin gallate(EGCG)가 있고, 그 epimer인 epicatechin epimer로 (+)-catechin(C), (-)-catechin gallate(CG), (-)-gallocatechin(GC) 및 (-)-gallocatechin gallate(GCG)으로 알려져 있다. 이외에도 alkaloid류인 카페인, theobromine, theophylline 등이 녹차에 함유되어 있다(1,2). 녹차는 항산화효과(3), 항암효과(4,5), 혈압강화효과(6), 항균효과(7) 등 이외에도 인체 생리적 기능 조절에 효과가 있다.

물은 인체 내에서 체온을 유지할 뿐만 아니라 영양소를 용해시키고, 이동 및 노폐물 배설과 물질 대사에 관여한다. 이렇듯 생명을 유지하는데 필수적인 역할을 한다. 현재 이온수는 식수로서의 적합성에 관하여 많은 보고가 되어있는데, 전해수는 물에 양극과 음극의 직류 전기를 통하여, 양극으로는 음이온이 모이게 되어 산성 이온수가 되고, 음극 쪽으로는 양이온이 모이게 되어 알칼리 이온수가 생기게 된다. 산성 이온수는 살균력이 강하고 폭넓은 항균 스펙트럼을 가지면서 인체에 무해하기 때문에 염소수를 대체할 수 있는 살균

수로서의 이용 가치가 높다(8). 우리가 먹고 있는 음식물은 산성영역이 많기 때문에 알칼리 이온수의 식수로서 적합성은 외국에서 많은 보고가 되어있고 적합성을 인정받고 있다(9). 알칼리 이온수는 높은 용존 수소 분자로 인해 환원수라고도 불리우며, 비타민 C나 카테킨, 탄닌산 등과 같이 superoxida radical을 효율적으로 제거하고, 4°C에서 한달간 SOD 유사 활성을 나타내며 산화적 손상에 의한 DNA를 보호하는 효과가 있다고 보고되었다(10). 또한 알칼리 이온수는 자연발증 당뇨병 G-K rat에 있어서 설탕 투여에 의해 상승되는 혈당의 수준을 억제하는 효과를 보이며(11), 당분해효소 중의 하나인 hexokinase의 활성을 유의하게 증가시킨다는 보고도 있었다(12). 본 연구에서는 식품에서의 다양한 활용 가능성을 갖는 알칼리 이온수로 녹차추출물을 제조하여 품질 및 화학성분을 분석하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에서 사용한 녹차잎은 (주)아모레퍼시픽(제주, 한국)의 실록차 중작을 다른 장소에서 세 가지를 구입하여 실험하기 전에 상온에서 보관하였다. 분석을 위한 카테킨 표준 물질들로서 (-)-epicatechin(EC), (-)-epicatechin gallate(ECG), (-)-epigallocatechin(EGC), (-)-epigallocatechin

[†]Corresponding author. E-mail: sclee@kyungnam.ac.kr
Phone: 82-55-249-2684, Fax: 82-55-249-2995

gallate(EGCG), (+)-catechin(C), (-)-catechin gallate(CG), (-)-galocatechin(GC) 및 (-)-galocatechin gallate(GCG)는 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다. 또한, 카페인, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH), 메탄올(analytical grade), 85% orthophosphoric acid, tyrosinase, L-tyrosine, vanillin과 gallic acid도 Sigma Chemical Co.에서 구입하였다. Folin-Ciocalteu 시약은 Wako Pure Chemical Industries, Ltd.(Osaka, Japan)에서 구입하여 사용하였다. 그 외의 시약들도 모두 분석용 이상을 구입하여 이용하였다.

이온수 ORP측정 및 녹차 추출물 제조

녹차 제조 용매로 이용한 알칼리 이온수는 이온수제조기(KYK9040 Gold, 김영귀원원수, 서울)로부터 제조되는 4가지 알칼리 이온수를 사용하였으며, 대조구로 증류수 제조기(모델, 도시)를 이용하여 제조한 증류수를 이용하였다. 실험에 사용한 모든 물은 pH meter(주 istek pH-200L, Seoul, Korea)와 산화환원전위측정기(Thermo orion model 920A, Beverly, MA, USA)로 pH와 산화환원전위를 측정하였다. 녹차잎 시료 1 g을 100 mL의 알칼리 이온수로 항온 수조(75°C)에서 10분간 추출하여 녹차를 제조하였다. 각 녹차를 Whatman No. 1 여과지로 여과하여 각각의 여과액 분석에 사용하였으며, 한 시험구 당 9회 반복 실험을 실시하였다.

총 페놀 함량

총 페놀 함량은 Gutfinger(13)의 방법을 변형하여 측정하였다. 각 녹차 시료 1 mL를 취하여 2%(w/v) Na₂CO₃용액 1 mL를 가하고 3분간 방치한 후, 50% Folin-Ciocalteu 시약 0.2 mL를 가하여 반응시켜 30분간 상온에서 방치하였다. 이 혼합물을 10분간 13,400×g에서 원심분리한 후, 상정액 1 mL를 취하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀 함량은 gallic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로 mg/g 단위로 나타내었다.

총 플라바놀 함량

총 플라바놀 함량은 Price 등(14)의 방법을 변형하여 측정하였다. 각 녹차 시료 1 mL를 취하여 2.0% vanillin(8.0% methanolic HCl)용액 5.0 mL를 가하여 20분간 상온에서 반응시킨 후 500 nm에서 흡광도를 측정하였다. (+)-카테킨을 표준물질로 하여 검량곡선을 작성하여 총 플라바놀 함량을 계산하였다.

아스코르브산 함량

아스코르브산 함량은 Sikic 등(15)의 방법을 변형하여 측정하였다. 녹차 시료 1 mL를 10분간 10,000×g에서 원심분리한 후 상정액 0.5 mL를 취하여 trichloroacetic acid(5%)용액 2 mL와 혼합하고 10분간 15,000×g에서 원심분리하였다. 상정액 1 mL에 0.1 mL의 85% orthophosphoric acid, 0.1 mL의 8% a,a-dipyridyl chloride, 그리고 0.1 mL의 3%

aqueous ferric chloride 0.1 mL와 혼합하여 실온에서 1시간 반응시킨 후 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 아스코르브산 함량은 L-아스코르브산을 이용하여 작성한 표준곡선으로 L-아스코르브산으로 환산하여 mg/g 단위로 나타내었다.

색도 측정

이온수가 녹차의 색도 변화에 미치는 영향을 분석하기 위하여 색차계(Spectrometer CM-3500d, Minolta Co., Ltd. Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였다(16). Hunter color L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 3회 반복 측정하여 통계 처리하였다.

HPLC 분석

카테킨류의 분석에는 HPLC(Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하였으며(17,18), 이는 CTO 10AVP column oven, LC-6AD pump, SIL-10ADVP auto sample injector 그리고 SPD-10AVP UV/VIS detector로 구성되었으며, 210 nm에서 흡광도를 측정하였다. 칼럼은 Shim-pack CLC guard column(10×4 mm)이 결합된 Shimadzu Shim-VP ODS column 5 μm(250×4.6 mm)을 사용하였으며, 칼럼 온도는 40°C로 고정하였다. 이동상의 용매는 A는 0.1% orthophosphoric acid(v/v, in H₂O)이며, B는 0.1% orthophosphoric acid(v/v, in methanol)를 사용하였다. 이동상의 유속은 1.0 mL/min이었고, 용매 구배는 0~5분 B용매 40%, 5~12분 B용매 40~50%, 12~27분 B용매 50%로 유지, 27~30분 B용매 50~20%, 그리고 30~35분 B용매 20~0%로 하였다.

라디칼 소거능 측정

녹차 시료 0.1 mL에 0.041 mM DPPH시약을 0.9 mL 첨가한 뒤 10분 동안 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하고, 다음의 식에 의해 라디칼 소거능을 구하였다(19).

$$\% \text{ DPPH radical scavenging activity} = \frac{A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}}{A_{\text{control}}} \times 100$$

Tyrosinase 억제 반응

녹차 시료 75 μL에 0.05 M sodium phosphate buffer 105 μL, tyrosinase 15 μL(1500 U/mL), 1.5 mM L-tyrosine 30 μL을 첨가한 후 37°C에서 15분간 반응시킨 후 490 nm에서 측정하였다(20). 실험군 보정값은 tyrosinase 대신 buffer를 첨가하였다.

$$\text{activity}(\%) = \frac{[\text{대조군 흡광도} - (\text{실험군 흡광도값} - \text{실험군 보정값})]}{\text{대조군 흡광도}}$$

통계처리

데이터의 통계처리는 각 시료를 9회 반복으로 행해졌으며, SAS(Statistical Analysis System)를 이용하여 평균과 표준오차, Newman-Keul's multiple range tests로 평균값들에 대해 유의성을 검정하였다(21).

Table 1. pH and oxidation reduction potential (ORP) of alkaline ionized water and distilled water used for preparation of green tea

	pH		ORP (mV)
	Expected	Practical	
Distilled water	7.0	7.50	264.5
Alkaline stage 1	8.5	8.57	-205.7
Alkaline stage 2	9.0	8.85	-243.7
Alkaline stage 3	9.5	9.23	-324.6
Alkaline stage 4	10.0	10.06	-340.2

All values are mean of three repetition measurements.

결과 및 고찰

알칼리 이온수의 pH 및 산화환원전위

본 연구에 이용된 알칼리 이온수의 pH와 산화환원전위(oxidation reduction potential, ORP)를 측정하여 Table 1에 나타내었다. 이온수 제조기의 알칼리수 1단계, 2단계, 3단계, 4단계의 pH는 각각 8.5, 9.0, 9.5 그리고 10.0으로 설정되어 있었으나 실제로 측정한 결과는 각각 8.57, 8.85, 9.23 그리고 10.06이었다. 또한, 본 연구에서 대조구로 이용한 증류수도 실제 pH는 7.50로 측정되었다. 한편, 산화환원전위는 어떤 물질이 전자를 잃고 산화되거나 또는 전자를 받고 환원되려는 경향의 강도를 나타내는 것으로, 그 값이 낮을수록 환원력이 높다(22). 본 연구에 이용된 이온수는 pH가 낮을수록 ORP값이 증대되며, pH가 높을수록 ORP가 감소하는 경향을 보여 알칼리수의 환원력이 우수함을 확인할 수 있었다.

총 페놀 함량, 총 플라바놀 함량과 아스코르브산 함량

식물은 페놀성 물질을 가지는데 이는 2차대사 산물의 하나로 다양한 구조를 가지는데, 이 중에 phenolic hydroxyl기가 단백질 및 기타 거대분자들과 결합하는 성질이 강하고, 수산기를 통한 수소 공여와 페놀 고리 구조의 공명 안정화에 의해 항산화 등의 생리활성을 나타낸다. 녹차에는 플라바놀, 플라바노이드, 페놀산 등의 여러 종류의 폴리페놀 화합물이 함유되어 있고, 이러한 폴리페놀 화합물들은 녹차 중에서 생물학적으로 가장 활성이 있는 성분이며, 플라바놀은 녹차의 주된 폴리페놀 화합물이다(23). 알칼리 이온수를 이용하여 녹차를 제조하였을 때 페놀 함량, 플라바놀 함량, 아스코르브산의 함량을 측정하여 Table 2에 나타내었다.

총 페놀 함량과 총 플라바놀 함량, 그리고 아스코르브산 함량은 pH 7.50의 물로 제조한 녹차에서 각각 204.12, 26.97, 24.92 mg/g으로 가장 높았으며, pH가 증가할수록 감소하는 경향을 보여 pH 10.06의 알칼리 이온수로 제조한 녹차에서는 가장 낮아 각각 175.99, 23.09, 11.99 mg/g의 함량을 보였다. 이상의 결과로 녹차 제조시에 이용되는 물의 pH는 녹차 안에 존재하는 유용 성분의 추출에 크게 기여하며, pH가 증가할수록 추출 정도가 낮음을 알 수 있었다.

색도측정

녹차의 색도는 녹차 평가의 중요한 한 부문으로써 기호성

Table 2. Total phenolic contents (TPC), total flavonol contents (TFC), and ascorbic acid contents (AAC) of green tea prepared by alkaline ionized water¹⁾ (mg/g)

	pH				
	7.50	8.57	8.85	9.23	10.06
TPC	204.12 ^{a2)}	196.16 ^{ab}	182.36 ^{ab}	180.47 ^{bc}	175.99 ^c
TFC	26.97 ^a	26.04 ^a	25.66 ^a	23.95 ^a	23.09 ^a
AAC	24.92 ^a	24.12 ^{ab}	23.26 ^{ab}	16.69 ^c	11.99 ^d

¹⁾Green tea was made by soaking the leaves in water at 75°C for 10 min (1.0 g/100 mL). ²⁾Different letters within a row indicate significant difference ($p < 0.05$), $n = 9$. TPC, total phenolic contents; TFC, total flavanol contents; and AAC, ascorbic acid contents. All values are on a dry green tea leaf basis (mg/g).

Table 3. Hunter color *L*, *a*, and *b* values of green tea prepared by alkaline ionized water¹⁾

	pH				
	7.50	8.57	8.85	9.23	10.06
<i>L</i>	94.78 ^{a2)}	94.03 ^b	94.12 ^b	94.88 ^a	93.45 ^c
<i>a</i>	-2.83 ^a	-5.17 ^b	-5.49 ^c	-5.32 ^d	-5.29 ^d
<i>b</i>	12.92 ^e	19.84 ^d	21.05 ^b	20.59 ^c	23.06 ^a
ΔE	0	7.34	8.58	8.06	10.52

¹⁾Green tea was made by soaking the leaves in water at 75°C for 10 min (1.0 g/100 mL). ²⁾Different letters within a row indicate significant difference ($p < 0.05$), $n = 9$. *L*, degree of lightness; *a*, degree of redness; *b*, degree of yellowness; and ΔE , overall color difference. $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$.

에 크게 관계한다. 본 실험에서 제조한 이온수 녹차의 Hunter 색도 변화를 Table 3에 나타내었다. 명도를 나타내는 *L*값은 pH가 높아질수록 약간 감소하는 경향을 보였는데, pH 7.50의 물로 제조한 녹차는 94.78이었고 pH 10.06의 알칼리 이온수로 제조한 경우에는 93.45로 측정되었다. 적색도 *a*값도 감소하는 경향을 보여 pH 7.50에서는 -2.83이었고 pH 10.06에서는 -5.29이었으나, 황색도 *b*값은 pH가 증가함에 따라 증가하여 pH 7.50에서는 12.92이었고 pH 10.06에서는 23.06의 값을 보였다. National Bureau of Standards(NBS)의 정의에 따라 전체적인 색차(total color difference, ΔE)로 비교해 보면, ΔE 값의 변화를 NBS의 기준으로 볼 때 pH 7.50의 물로 제조한 녹차의 색을 기준으로 할 때 모든 알칼리 이온수로 제조한 녹차에서는 대조구 녹차에 비해 극히 현저한 차이(6.0~12.0)를 보였다(24).

이온수 녹차의 카테킨류 및 카페인

녹차의 카테킨류는 강력한 항산화제로 녹차의 항산화효과, 심장병 예방효과, 항균효과 등 다양한 기능을 담당하는 주된 성분이며, 카페인도 중추신경 흥분, 호흡 흥분, 이뇨, 피로회복의 효력이 있다. 이온수 녹차의 카테킨류와 카페인을 분석하여 Table 4에 나타내었다. pH 7.50의 물로 제조하였을 때 epicatechin류에서는 EC 6.47, ECG 2.70, EGC 24.40, EGCG 19.00 mg/g이고, epicatechin epimer류에서는 GC 0.92, GCG 1.33 mg/g이었고, GA는 0.45 mg/g으로 측정되었다. 녹차 제조에 이용된 알칼리 이온수의 pH가 증가할수록

Table 4. Catechin components and caffeine of green tea prepared by alkaline ionized water¹⁾ (mg/g)

	pH				
	7.50	8.57	8.85	9.23	10.06
EC	6.47 ²⁾	6.69 ^a	5.79 ^a	5.80 ^a	5.40 ^a
ECG	2.70 ^a	2.80 ^a	1.34 ^b	1.91 ^{ab}	1.76 ^{ab}
EGC	24.40 ^a	19.66 ^b	14.79 ^{cd}	11.48 ^{de}	8.31 ^e
EGCG	19.00 ^a	16.06 ^a	8.00 ^b	8.16 ^b	7.94 ^b
C	-	-	0.40 ^c	0.64 ^b	0.81 ^a
CG	-	-	-	-	-
GC	0.92 ^{ab}	1.17 ^a	0.93 ^{ab}	1.04 ^{ab}	0.94 ^{ab}
GCG	1.33 ^a	0.94 ^b	0.71 ^{bc}	0.56 ^c	0.53 ^c
GA	0.45 ^b	0.57 ^{ab}	0.56 ^{ab}	0.60 ^{ab}	0.73 ^a
Caffeine	15.90 ^a	15.92 ^a	15.50 ^a	14.97 ^a	14.87 ^a
Total	71.17	63.81	48.02	45.16	41.29

¹⁾Green tea was made by soaking the leaves in water at 75°C for 10 min (1.0 g/100 mL). ²⁾Different letters within a row indicate significant difference ($p < 0.05$), $n=9$. EC, (-)-epicatechin; ECG, (-)-epicatechin gallate; EGC, (-)-epigallocatechin; EGCG, (-)-epigallocatechin gallate; C, (+)-catechin; CG, (-)-catechin gallate; GC, (-)-gallocatechin; and GCG, (-)-gallocatechin gallate. All values are on a dry green tea leaf basis (mg/g).

epicatechin류는 감소하는 경향을 보여 pH 10.06의 알칼리 이온수 녹차에서는 EC 5.40, ECG 1.76, EGC 8.31, EGCG 7.94 mg/g이었다. 그러나, epicatechin epimer류에서는 미량이라 큰 변화를 볼 수 없었고, 다만 C가 pH 8.85 이상에서는 검출되며 pH가 증가할수록 증가하는 경향을 보였다. 한편, 카페인도 pH가 증가할수록 평균값은 감소하는 경향을 보였으나 유의차는 보이지 않았다. 한편, 조사된 녹차 성분 총 함량을 보면 pH 7.50의 71.29 mg/g을 기준으로 알칼리 이온수의 pH가 8.57, 8.85, 9.23 및 10.06으로 증가할수록 63.81, 48.01, 45.16 및 41.29 mg/g으로 감소하였다.

라디칼 소거능과 tyrosinase 억제 반응

라디칼 소거능 실험은 안정한 유리 라디칼인 DPPH를 이용하여 녹차와의 반응에 의하여 DPPH 라디칼이 감소하는 정도를 측정하였다(25). Table 5에 나타낸 것처럼, 이온수 녹차의 DPPH 라디칼 소거능은 pH 7.50에서 75.93%로 가장 높았으며 pH가 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 녹차 카테킨의 페놀기 수산기의 해리상수 pKa는 EC, EGC, ECG, EGCG에서 각각 8.68, 7.87, 7.74, 7.59의 값을 지니며, 낮은

Table 5. DPPH radical scavenging (RSA) and tyrosinase inhibition activities (TIA) of green tea prepared by alkaline ionized water¹⁾ (%)

	pH				
	7.50	8.57	8.85	9.23	10.06
DPPH RSA	75.93 ²⁾	63.32 ^{bc}	63.23 ^{bc}	61.58 ^{bc}	57.20 ^c
TIA	20.77 ^d	29.04 ^b	33.85 ^a	23.51 ^{cd}	21.69 ^{cd}

¹⁾Green tea was made by soaking the leaves in water at 75°C for 10 min (1.0 g/100 mL). ²⁾Different letters within a row indicate significant difference ($p < 0.05$), $n=9$. DPPH RSA, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging activity; TIA, tyrosinase inhibition activities.

해리상수값을 가질수록 높은 항산화력을 보인다고 보고되었다(26). 카테킨의 항산화력을 좌우하는 또 다른 인자는 안정한 phenoxyl 라디칼과 semiquinoid 라디칼의 생성이다. 이러한 라디칼은 쉽게 다른 라디칼과 반응할 수 있는데, phenoxyl 라디칼의 EC, EGC, ECG, EGCG의 해리상수는 각각 4.6, 5.5, 4.3, 4.4이다(27). 따라서, 이들 카테킨은 pH 5보다 높은 영역에서 주된 항산화력을 보인다. 알칼리 이온수의 SOD 유사 활성은 끓는 물에서도 안정하며, 121°C의 멸균 온도에서는 활성을 잃는다고 보고되었다(10). 본 연구에서의 알칼리 이온수를 이용한 녹차의 제조는 75°C에서 10 분간 추출하여 제조하였는데, 이는 알칼리 이온수 자체의 SOD 유사 활성에는 영향을 미치지 않는 조건이지만, 본 연구에 이용된 알칼리 이온수는 모두 pH 5 이상의 조건에서 라디칼 소거능으로 항산화력을 측정하였으므로 그 차이는 주로 추출된 카테킨의 양에 주로 의존한 것으로 생각된다.

멜라닌 색소는 생합성 경로인 tyrosine을 시작으로 tyrosinase의 효소작용에 의하여 생성되는 dopaquinone 유도체를 경유하여 아미노산 및 단백질과의 중합반응으로 생성되는데 녹차의 gallocatechin류와 epicatechin류가 tyrosinase에 대한 저해능이 높다고 보고되었다(28). 본 실험의 알칼리 이온수는 pH 7.50에서의 20.77%의 저해능에 비해 pH 8.85에서 33.85%로 가장 높았다. 일반적으로 녹차의 카테킨 중 EGC와 EGCG가 가장 높은 tyrosinase 저해능을 보이지만(28), Table 4에서처럼 pH 7.50에서의 EGC, EGCG 함량이 가장 높은 것으로 보아 pH의 영향 또는 다른 인자들의 영향이 있음을 알 수 있다.

요 약

시판되고 있는 녹차잎을 75°C에서 알칼리 이온수로 10분간 추출하여 녹차를 제조한 뒤, 물리화학적 특성을 분석하였다. 알칼리 이온수로 제조한 녹차의 총 페놀 함량, 총 플라보놀 함량과 아스코르브산 함량은 pH가 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. Hunter 색도 L, a, b값은 pH 증가에 따라 각각 감소, 감소, 증가하는 경향을 나타내었다. 녹차의 주된 성분인 epicatechin류의 함량은 pH가 증가할수록 감소하였고, 카페인은 유의차를 나타내지 않았다. DPPH 라디칼 소거능도 pH가 증가할수록 감소하였으며, tyrosinase 억제능은 pH 8.85의 알칼리 이온수 녹차에서 가장 높게 측정되었다.

감사의 글

본 논문은 2007학년도 경남대학교 학술논문게재연구비 지원으로 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

문 헌

- Sato T, Miyata G. 2000. The nutraceutical benefit. part I;

- Green tea. *Nutr* 16: 315-317.
2. Graham HN. 1992. Green tea composition, consumption, and polyphenol chemistry. *Prev Med* 21: 334-350.
 3. Bu YC, Teon CO. 1993. Antioxidants of theas folium and moutan cortex. *J Korean Agric Chem Soc* 36: 326-331.
 4. Hibasami H, Komiya T, Achiwa Y, Ohnishi K, Kojima T, Nakanishi K, Hara Y. 1998. Induction of apoptosis in human stomach cancer cells by green tea catechins. *Oncol Rep* 5: 527-529.
 5. Chen ZP, Schell JB, Ho CT, Chen KY. 1998. Green tea epigallocatechin gallate shows a pronounced growth inhibitory effect on cancerous cells but not on their normal counterparts. *Cancer Lett* 129: 173-179.
 6. Sagesaka M, Tane Y, Sugiura T, Miwa Y, Yamaguchi K. 1996. Effect of tea leaf saponin on blood pressure of spontaneously hypertensive rats. *Yakugaku Zasshi* 116: 388-395.
 7. Liao S, Umekita Y, Guo J, Kokontis JM, Hiipakka RA. 1995. Growth inhibition and regression of human prostate and breast tumors in athymic mice by tea epigallocatechin gallate. *Cancer Lett* 96: 239-243.
 8. Lee SH, Jang MS. 2004. Effects of electrolyzed water and chlorinated water on sensory and microbiological characteristics of lettuce. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 6: 45-53.
 9. Oh SH, Ha TI, Chang MH. 1993. Availability of alkaline ionic water as a cooking water. *Korean J Food Nutr* 6: 8-15.
 10. Sanetaka S, Shigeru K, Mariko N, Takumi M, Kenichi K, Miho G, Hidemitsu H, Kazumicho O, Shinkatsu M, Yoshinori K. 1997. Electrolyzed-reduced water scavenges active oxygen species and protects DNA from oxidative damage. *Biochem Biophys Res Commun* 234: 269-274.
 11. Kim JM, Yokoyama K. 1997. Effects of alkaline ionized water on spontaneously diabetic GK-rats fed sucrose. *Korean J Lab Anim Sic* 13: 187-190.
 12. Watanabe T, Kishika Y, Shirai W. 1997. Influence of alkaline ionized water rat erythrocyte hexokinase activity and myocardium. *J Toxicol Sci* 22: 141-152.
 13. Gutfinger T. 1981. Polyphenols in olive oils. *J Am Oil Chem Soc* 58: 966-968.
 14. Price ML, Scoyoc SV, Butler LG. 1978. A critical evaluation of the vanillin reaction as assay for tannin in sorghum grain. *J Agric Food Chem* 26: 252-259.
 15. Sikic BI, Mimnaugh EG, Litterst CL, Gram TE. 1977. The effects of ascorbic of ascorbic acid deficiency and repletion on pulmonary, renal and hepatic drug metabolism in the guinea pig. *Arch Biochem Biophys* 179: 663-671.
 16. Son JH, Jo C, Kim MR, Kim JO, Byun MW. 2001. Effect of gamma irradiation on removal of undesirable color from green tea extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 1305-1308.
 17. Wang H, Provan GJ, Helliwell K. 2003. HPLC determination of catechins in tea leaves and tea extracts using relative response factors. *Food Chem* 81: 307-312.
 18. Lee SC, Kim SY, Jeong SM, Park JH. 2006. Effect of far-infrared irradiation on catechins and nitrite scavenging activity of green tea. *J Agric Food Chem* 54: 399-403.
 19. Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
 20. Mason HS. 1947. The chemistry of melanin. *J Biol Chem* 172: 83
 21. SAS Institute. 1995. *SAS/STAT User's Guide*. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
 22. Okouchi SM, Suzuki KS, Ikeda S. 2002. Water desirable for the human body in terms of oxidation reduction potential (ORP) to pH relationship. *J Food Sci* 67: 1594-1598.
 23. Crespy V, Williamson G. 1994. A review of the health effects of green tea catechins in *in vivo* animal models. *J Nutr* 134: 3431S-3440S.
 24. Judd DG, Wyszecski G. 1964. *Applied colorific science for industry and business*. Diamond Co., Tokyo, Japan. p 333.
 25. Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
 26. Kumamoto M, Sonda T, Nagayama K, Tabata M. 2001. Effect of pH and metal ions on antioxidative activities of catechins. *Biosci Biotechnol Biochem* 65: 126-132.
 27. Jovanovic SV, Steenken S, Tosic M, Marjanovic B, Simic MG. 1994. Flavonoids as antioxidants. *J Am Chem Soc* 116: 4846-4851.
 28. Kim JK, Cha WS, Park JH, Oh SL, Cho YJ, Chun SS, Choi C. 1997. Inhibition effect against tyrosinase of condensed tannins from Korean green tea. *Korean J Food Sci Technol* 29: 173-177.

(2007년 5월 16일 접수; 2007년 7월 5일 채택)