

녹차 추출물에 가압 침지한 오리알의 항산화 활성 변화

— 연구노트 —

최용민¹ · 이선미¹ · 황인국² · 정현상¹ · 이준수^{1*}

¹충북대학교 농업환경생명대학 식품공학과

²농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

Changes in Antioxidant Activity of Duck Egg after Pressurized Soaking in Green Tea Extract

Youngmin Choi¹, Seon-Mi Lee¹, In Guk Hwang², Heon-Sang Jeong¹, and Junsoo Lee^{1*}

¹Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

²Dept. of Agro-Food Resources, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Gyeonggi 441-857, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate changes in epigallocatechin gallate (EGCG) contents and antioxidant activity of duck egg after pressurized soaking in green tea extract. The duck eggs were soaked in different concentrations of green tea extract (10~30%) and subjected to pressures of 0.1~5.0 MPa for 30 min at ambient temperature in a lab model high-pressure rig. After pressured treatment at 5.0 MPa in 30% green tea extract, EGCG content of duck egg white (20 mg/100 g) markedly increased compared to that of untreated sample (0.17 mg/100 g). Moreover, the antioxidant, hepato-protective, and cellular antioxidant activities of duck egg white after pressured treatment at 5 MPa in 30% green tea extract were all higher than those of untreated sample. Our results could have a direct impact on duck egg consumption by increasing consumer awareness of the health benefits of duck eggs.

Key words: duck egg, pressurized treatment, antioxidant, green tea, EGCG

서 론

오리알 난황에는 각종 기능성 성분을 포함하는 것으로 보고되고 있는데 특히, 비타민류, 미네랄 및 타우린이 풍부하여 자양강장 및 체내 콜레스테롤 감소 효과가 있는 것으로 보고되며(1,2) linoleic acid(18.82%) linolenic acid(0.14%), arachidonic acid(7.3%) eicosapentaenoic acid(0.08%), docosahexaenoic acid(1.19%) 등 불포화지방산이 계란에 비해 이상적인 비율로 함유되어 있다(3).

녹차의 중요 성분인 카테킨은 폴리페놀계 성분으로서 flavan-3-ol을 기본으로 하는 구조를 가지는 epicatechin(EC), epigallocatechin(EGC), epicatechin gallate(EGCg), epigallocatechin gallate(EGCG) 등이 대표적인 카테킨류이다(4). 녹차에 관해 수행된 연구를 보면, 녹차의 기초 화학성분 분석뿐 아니라, 항균작용(5), 항산화작용 및 노화예방(6), 항암작용(7), 콜레스테롤 저하작용 및 동맥경화 억제작용(8) 등 다양하다.

국민 소득과 경제 수준 향상으로 건강에 대한 관심이 고조되면서 축산물의 양적 측면보다 질적 측면이 강조되고 있다.

Kim 등(9)은 인진쑥, 녹차, 오미자, 겨우살이의 혼합 비율을 달리한 약용식물 추출물의 산란계 사료 내 첨가 급여가 계란의 생산성을 향상시키고, 난황색 및 Haugh unit 등의 계란 내부 품질을 개선시켰을 뿐만 아니라, 저장 기간에 따른 계란의 품질 저하를 감소시키는 것으로 보고하였다. 또한 기존 보고에 의하면 산란계의 키토산, 칩 추출물 및 베타 사이클로덱스트린의 급여가 계란의 저장성을 높이고 난황의 콜레스테롤 함량을 낮추는 것으로 나타났다(10-12).

고압처리기술(high pressure processing)은 식품 중에 존재하는 미생물의 농도를 줄이면서 식품의 관능적 변화를 최소화할 수 있는 비가열 식품 처리 기술로 1980년 후반에 주목받기 시작했으며 현재 전 세계에서 상업적으로 생산된 다양한 식품에 적용되고 있다(13). 특히 계란에 고압처리를 하면 난백이 겔을 형성하면서 삶은 계란과 비교했을 때 훨씬 쫄깃한 조직감을 나타내는 것으로 보고되었다(14).

이처럼 계란의 기능성을 증진시키기 위한 연구가 다양하게 진행되어져 왔으나 오리알에 대한 연구는 미흡하다. 따라서 본 연구에서는 오리알에 녹차 추출물을 이용하여 가압침지처리를 함으로써 녹차의 기능성 성분을 침투시키고자 하

*Corresponding author. E-mail: junsoo@chungbuk.ac.kr
Phone: 82-43-261-2566, Fax: 82-43-271-4412

였으며 가압침지 후 오리알의 활성 성분변화와 항산화 활성의 변화를 연구하였다.

재료 및 방법

녹차 추출물과 EGCG가 함유된 녹차 오리알 제조

연구에 이용된 가루 녹차는 국내 대형 할인매장에서 구입하여 사용하였다. 약 100 g 녹차 시료에 70% 에탄올을 가한 뒤 24시간 동안 상온에서 유효성분을 추출하였다. 추출 후 고형분은 원심분리 하여 제거하였으며 상정액은 감압농축장치를 이용하여 에탄올을 모두 휘발하고 추출물의 최종 농도가 10~30%가 되도록 증류수로 재용해 하였다. 녹차 10, 20, 30% 추출액에 오리알을 침지시켜 각각 1 MPa과 5 MPa 조건에서 30분 동안 상온에서 가압하여(high pressure reactor system, ILSHIN AUTOCLAVE, Daejeon, Korea) 녹차의 catechin 성분이 침투되도록 하였다. 가압처리 후 바로 각각의 오리알 무게를 측정하고 난백을 분리한 뒤 메탄올을 가하여 상온에서 3시간 동안 교반하면서 유효성분을 추출하였다. 이때 난황까지 녹차 성분이 침투되지 않아 성분 분석과 활성 변화 측정에는 난백만 사용하였다. 각 추출물은 일정 부피로 재 용해하여 지표물질 분석 및 항산화 활성 그리고 세포 보호 효과 및 reactive oxygen species(ROS) 제거 효과 측정에 사용하였다.

Catechin 함량 측정

녹차 추출물의 지표물질인 catechin의 침투여부를 조사하기 위해 가압 후 오리알 난백을 분리하여 그 catechin 조성을 역상 HPLC(MD-2010, JASCO Corporation, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며 HPLC 분석조건은 Table 1에 나타내었다.

ABTS 라디칼을 이용한 총 항산화력의 측정

총 항산화력의 측정은 ABTS cation decolorization assay 법에 의해 시행하였다(15). ABTS 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS 라디칼을 형성시킨 후 이 용액을 734 nm에서 흡광도 값이 1.0이 되도록 몰 흡광계수($\epsilon=3.6 \times 10^4 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$)를 이용하여 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS 라디칼 용액 1 mL에 오리알 추출액 50 μL 를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 90분 후에 측정하였다 표준물질로서 1.5 mM Trolox[®]를 이용

하여 표준곡선을 작성한 후 시료의 ABTS 라디칼 제거능을 TEAC 값으로 환산하였다. TEAC(mg Trolox[®]/100 g egg white)는 Trolox[®] equivalents antioxidant capacity의 약어로써 오리알의 항산화력을 표준물질인 Trolox[®]와 비교하여 산출한 값이다.

환원력의 측정

오리알 추출물의 환원력은 희석된 추출물 250 μL 에 200 mM sodium phosphate buffer(pH 6.6) 250 μL , 1% potassium ferricyanide[$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$] 250 μL 를 각각 혼합하여 50 $^\circ\text{C}$ 에서 20분 동안 반응시킨 후 10% trichloroacetic acid (CCl_3COOH , w/v)를 가하였다. 위 혼합액 500 μL 에 증류수 500 μL , 0.1% ferric chloride($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 100 μL 를 각각 가한 후 반응액을 3배 희석하여 흡광도 값을 700 nm에서 측정하였다(16).

녹차 오리알 추출물의 세포독성

연구에 사용한 세포주는 human hepatoma로부터 유래된 HepG2 세포로 한국생명공학연구원 생물자원센터(KCTC)로부터 분양 받아 사용하였다. FBS(10%)와 항생제(penicillin 100 units/mL, streptomycin 50 $\mu\text{g}/\text{mL}$)를 포함하는 DMEM배지를 배양액으로 하여 37 $^\circ\text{C}$, 5% CO_2 조건에서 T-flask를 이용하여 배양하였으며 약 80% confluent 되었을 때 trypsin-EDTA 용액을 처리하여 T-flask로부터 세포를 분리하여 사용하였다. 분리한 HepG2 hepatoma cell을 2×10^4 cells/well의 농도로 96-well plate에 분주한 뒤 배양기에서 24시간 안정화시키고 침지 오리알 추출물을 각각 12시간 처리하여 MTT 방법에 의해 시료의 독성을 평가하였다(17).

추출물의 세포 보호 효과 측정

HepG2 세포를 2×10^4 cells/well의 농도로 96-well plate에 분주한 뒤 배양기에서 24시간 안정화시켰다. 추출물은 산화적 스트레스(*tert*-butyl hydroperoxide, TBHP, 1 mM) 유발하기 12시간 전에 농도별로 각 well에 가하여 세포에 활성 성분이 흡수되도록 하였다. 시료를 녹인 용매 역시 동일 양을 첨가하여 대조군으로 사용하였으며 MTT assay를 이용하여 산화적 스트레스에 대한 시료의 세포 보호 효과를 측정하였다(17).

추출물의 세포내 활성산소종 생성 저해 효과

세포 내 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)의 생성은 2',7'-dichlorofluorescein-diacetate(DCFH-DA) 형광 probe를 사용하여 측정하였다(18). HepG2 cell을 5×10^4 cells/well의 농도로 96-well plate에 분주한 뒤 배양기에서 24시간 안정화시킨다. 각각의 시료를 농도별로 각 well에 가하여 12시간 배양시킨 뒤 형광 probe와 TBHP 1 mM을 가하여 세포내 ROS를 생성시키면서 형광광도를 1시간 이후에 측정하였다($\text{Ex}=485 \text{ nm}$, $\text{Em}=530 \text{ nm}$).

Table 1. Analytical condition of HPLC for the determination of catechins in green tea extracts and duck egg white

Pump	PU-2089, JASCO Corporation, Tokyo, Japan
Detector	UV-Vis wavelength detector (MD-2010, JASCO Corporation), 280 nm
Column	Eclipse XDB-C18 (4.6 \times 150 mm)
Mobile phase	0.1% phosphoric acid and 100% methanol (gradient system)
Flow rate	1.0 mL/min

통계분석

모든 실험은 3회 이상 반복 측정하였으며, 그 결과는 SAS 9.1(SAS Institute, Cary, NC, USA) software를 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였다. 유의적 차이가 있는 항목에 대해서는 Duncan's multiple range test로 $p < 0.05$ 수준에서 유의차 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

녹차 오리알 제조

녹차 추출물의 catechin 조성의 함량은 epigallocatechin gallate(EGCG) > catechin > epicatechin 순으로 나타났다(데이터 미제시). 또한 가압침지(5 MPa, 30% 녹차 추출물) 처리된 오리알에는 녹차 추출물에 가장 많이 존재하였던 EGCG만 검출되었다(Fig. 1(A)). 따라서 본 연구에서는 녹

차 catechin 성분 중 EGCG를 가압침지 처리한 오리알의 지표성분으로 결정하였다. EGCG의 함량이 증가된 녹차 오리알을 제조하기 위해 녹차 10, 20, 30% 추출액에 오리알을 침지시킨 뒤 각각 1과 5 MPa 조건에서 30분 동안 상온에서 가압하여 녹차의 EGCG가 침투되도록 하였다. 표준물질과 녹차 오리알(5 MPa, 30% 녹차 추출물)의 catechin 성분의 크로마토그램은 Fig. 1(A)과 같다. 오리알에 녹차 추출물을 침지하여 가압처리 할 경우 대조구(0.1 MPa, 대기압)에 비해 EGCG 함량이 증가하였다. 침지 시료 농도와 압력조건에 따른 녹차 오리알의 EGCG 함량 변화는 Fig. 1(B)과 같다. 녹차 오리알의 EGCG 함량은 침지시료의 농도 및 압력에 따라 증가하는 것으로 나타났다. 특히 30% 침지 시료를 5 MPa에서 가압처리 할 경우 오리알의 EGCG 함량(20 mg/100 g duck egg white)이 대조구(0.1 MPa, 대기압, 0.17 mg/100 g duck egg white)에 비해 약 100배 이상 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.05$).

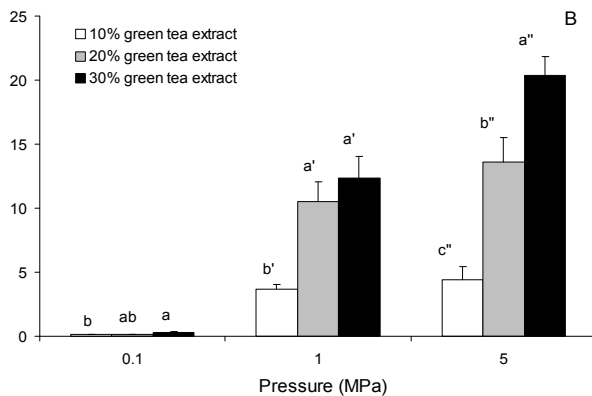
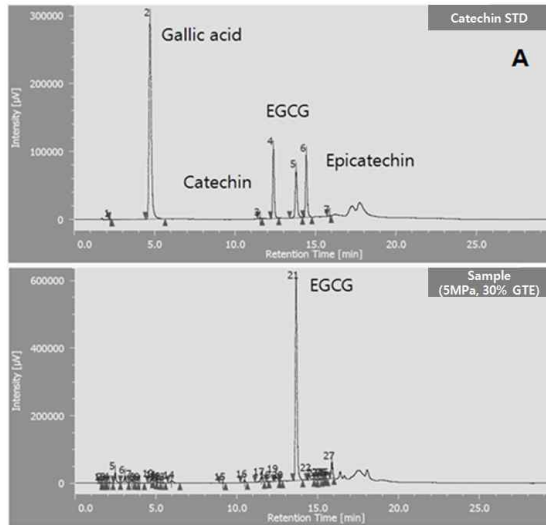


Fig. 1. Chromatogram of catechin standards and the extract of duck egg white (A) and changes in epigallocatechin gallate (EGCG) contents of duck egg after pressurized soaking in green tea extract (B). Duck eggs were soaked in a different concentration of green tea extracts (10~30%) and subjected to pressures of 0.1~5 MPa for 30 min at ambient temperature in a lab model high-pressure reactor. Data expressed as means \pm SD. Means within the same pressure sharing the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

오리알의 항산화 활성

오리알의 ABTS 라디칼 소거능과 환원력은 Fig. 2와 같다. 녹차 오리알의 ABTS 라디칼 소거능은 압력과 녹차 추

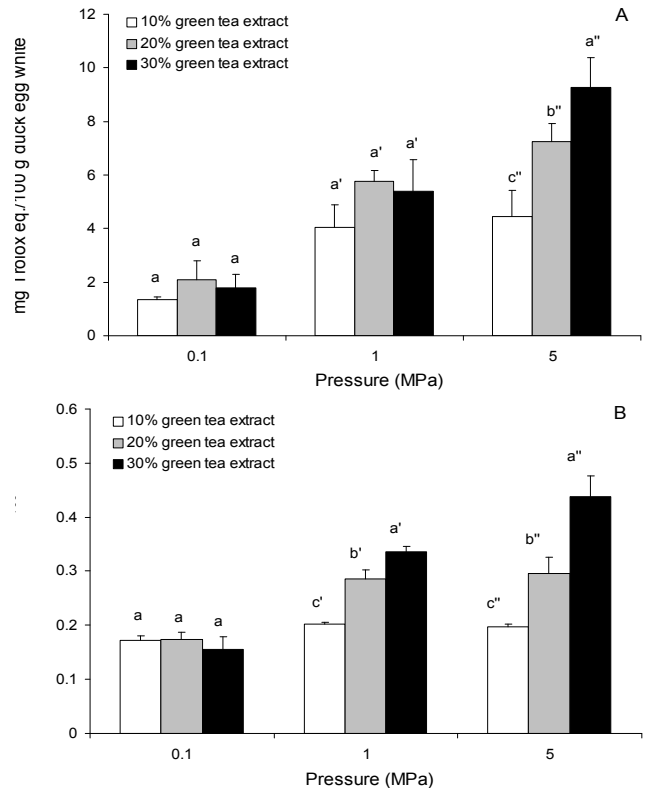


Fig. 2. Changes in ABTS radical scavenging activity (A) and reducing power (B) of duck egg after pressurized soaking in green tea extract. Duck eggs were soaked in a different concentration of green tea extracts (10~30%) and subjected to pressures of 0.1~5 MPa for 30 min at ambient temperature in a lab model high-pressure reactor. Data expressed as means \pm SD. Means within the same pressure sharing the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

출물의 농도가 증가할수록 증가하는 것으로 나타났다(Fig. 2(A)). 30% 녹차 추출물과 5 MPa 압력 조건을 사용할 경우 오리알의 ABTS 라디칼 소거능이 1.8 mg TEAC/100 g duck egg white(0.1 MPa, 대기압)에서 9.3 mg TEAC/100 g duck egg white(5 MPa)로 약 5.2배 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 또한 녹차 오리알의 환원력은 대조구 0.16에서 30% 녹차 추출물, 5 MPa 조건이 0.44로 약 2.8배 증가하였다($p < 0.05$, Fig. 2(B)). 이러한 녹차 오리알 항산화력의 증가는 녹차 추출물로부터 오리알 난백으로의 EGCG 침투 증가에 의한 것으로 생각된다. 기존 연구에 의하면 녹차의 catechin 성분들은 우수한 유리 라디칼 제거능을 나타내는 것으로 보고되었다(19). 뿐만 아니라 녹차 추출물을 처리하지 않은 대조구 오리알 난백 추출물이 일정 수준의 항산화력 나타내었으며 이는 오리알 난백에 함유된 항산화 성분에 의한 것으로 생각된다. 계란 난백의 경우 아미노산 9개로 이루어진 peptide가 활성산소 라디칼을 효과적으로 제거하고 lipoprotein의 지질과산화를 억제하는 것으로 보고된 바 있다(20). 또한 최근 연구 결과에 의하면 오리알 난백 가수분해물이 linoleic acid의 과산화 방지 및 superoxide anion을 제거하며 산화의 촉매제가 되는 금속이온을 제거함으로써 항산화 효과를 나타내는 것으로 보고된 바 있다(21).

녹차 오리알의 세포 보호 효과와 ROS 제거 효과

녹차 오리알의 간세포 보호 효과와 세포내에서의 활성산소 생성 억제 효과는 Fig. 3과 같다. EGCG 함량이 증가된 녹차 오리알 추출물은 간세포 독성을 나타내지 않았으며

($p > 0.05$, Fig. 3(A)), 간세포 보호 효과 및 간세포 내 활성산소 생성 억제 활성의 측정시료로 사용하였다. 1 mM TBHP에 의해 유도된 산화적 스트레스로 인해 간세포의 생존률은 약 36%까지 감소하였다($p < 0.05$, Fig. 3(B)). 그러나 녹차 오리알 추출물을 처리하면 산화적 스트레스에 대해 보호 효과를 나타내어 가압 조건에 따라 생존률이 55%(30% 녹차 추출물 침지, 0.1 MPa)에서 73%(30% 녹차 추출물 침지, 5 MPa)까지 증가하였다($p < 0.05$). 간세포에 TBHP를 이용하여 산화적 스트레스를 가하면 세포내 ROS의 농도가 대조구에 비해 약 15배 증가되는 반면 녹차 오리알 추출물을 전처리할 경우 ROS의 생성이 억제되는 것으로 나타났다(Fig. 3(A)). 특히 10%와 20% 침지시료를 사용하는 것보다는 30% 녹차 추출물을 사용하여 침지하고 5 MPa에서 가압할 경우 ROS 제거효과가 높아지는 것으로 나타났다($p < 0.05$). Augustyniak 등(22)은 녹차를 섭취 시 세포내 항산화효소의 활성도를 증가시키고 비타민 E, C 등의 감소를 억제하여 간세포를 보호하며 Kye 등(23)은 녹차의 catechin 성분 중 EGCG는 신장조직과 간세포 조직에서 각각 76.8%와 66.9%의 높은 활성산소 제거율을 나타내는 것으로 보고된 바 있다.

본 연구 결과는 비교적 간단한 공정과 경제적인 방법으로 녹차의 EGCG 함량이 증가된 오리알을 제조하는 방법을 연구하고 그 활성을 증명함으로써 국내 오리알을 이용한 고부가가치 가공식품 개발과 오리알의 소비촉진에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

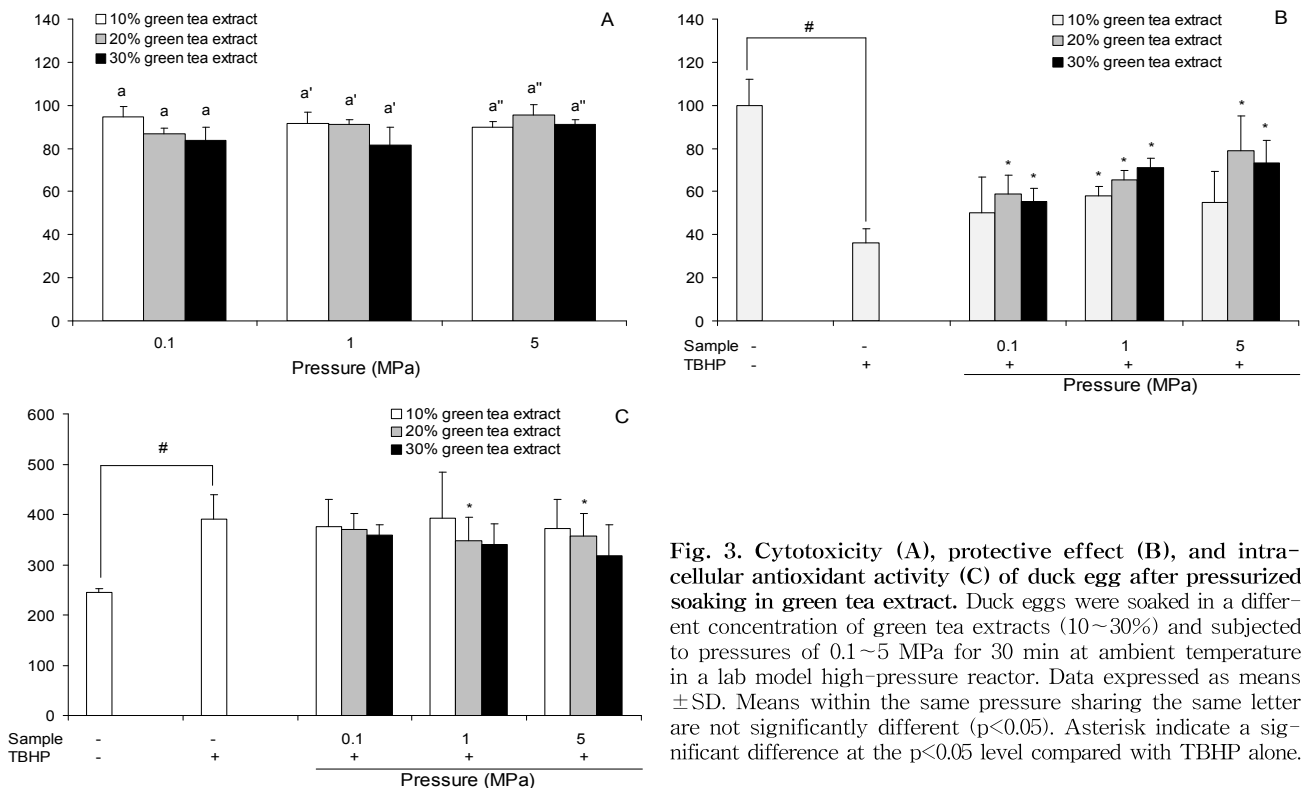


Fig. 3. Cytotoxicity (A), protective effect (B), and intracellular antioxidant activity (C) of duck egg after pressurized soaking in green tea extract. Duck eggs were soaked in a different concentration of green tea extracts (10~30%) and subjected to pressures of 0.1~5 MPa for 30 min at ambient temperature in a lab model high-pressure reactor. Data expressed as means \pm SD. Means within the same pressure sharing the same letter are not significantly different ($p < 0.05$). Asterisk indicate a significant difference at the $p < 0.05$ level compared with TBHP alone.

요 약

본 연구에서는 오리알에 녹차 추출물을 이용하여 가압침지처리를 함으로써 녹차의 기능성 성분을 침투시키고자 하였으며 가압침지 후 오리알의 성분변화와 항산화 활성의 변화를 연구하였다. 녹차의 활성성분을 함유하는 오리알을 제조하기 위해 녹차 10, 20, 30% 추출액에 오리알을 침지시켜 각각 1과 5 MPa 조건에서 30분 동안 상온에서 가압하여 녹차의 catechin 성분들이 침투되도록 하였다. 대조구(0.17 mg/100 g)와 비교하여 오리알 난백의 EGCG 함량은 20 mg/100 g(30% 녹차 추출물, 5 MPa)으로 약 100배 이상 증가하였으며 침지시료의 농도와 압력이 증가할수록 EGCG 함량이 증가함을 알 수 있었다. 항산화 활성과 세포 보호 효과 및 ROS 제거 효과 모두 대조구보다 5 MPa 조건에서 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구 결과는 비교적 간단한 공정과 경제적인 방법으로 녹차의 EGCG 함량이 증가된 오리알을 제조하는 방법을 연구하고 그 활성을 증명함으로써 국내 오리알을 이용한 고부가가치 가공식품 개발과 오리알의 소비촉진에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

문 헌

- Lee MH, Park SJ. 1997. Distribution of the trace minerals in the wild duck egg. *Korean J Sanit* 12: 9-13.
- Ryu IH, Jung IT, Lee KS. 2004. Effect of drying condition of steamed egg yolk on acid value of duck egg yolk oil. *Korean J Food Nutr* 17: 206-211.
- Hong IJ, Yoon HK, Koo SJ. 1999. Analysis of lipid composition and fatty acids in poultry eggs-cage system, open barn system's hen egg, moscovy duck's egg, mallard's egg. *Korean J Soc Food Sci* 15: 645-651.
- Kim SH, Han D, Park JD. 2004. Changes of some chemical compounds of Korean green tea according to harvest periods. *Korean J Food Sci Technol* 36: 542-546.
- Hara Y, Watanabe M. 1989. Antibacterial activities of tea polyphenols against *Clostridium botulinum*. *J Food Sci Technol* 36: 951-955.
- Ryu BH, Park CO. 1997. Antioxidant effect of green tea extracts on enzymatic activities of hairless mice skin induced by ultraviolet B light. *Korean J Food Sci Technol* 29: 355-361.
- Landis-Piwowar KR, Huo C, Chen D, Milacic V, Shi G, Chan TH, Dou QP. 2007. A novel prodrug of the green tea polyphenol (-)-epigallocatechin-3-gallate as a potential anticancer agent. *Cancer Res* 67: 4303-4310.
- Sin MK, Han SH, Han GJ. 1997. The effects of green tea on the serum lipid and liver tissue of cholesterol fed rats. *Korean J Food Sci Technol* 29: 1255-1263.
- Kim DW, Kim JH, Kang GH, Kang HK, Choi JY, Kim SH, Kang CW. 2010. Effects of water extract mixtures from *Artemisia capillaris*, *Camellia sinensis*, *Schizandra chinensis*, and *Viscum album* var. *coloratum* on laying performance, egg quality, blood characteristics, and egg storage stability in laying hens. *Korean J Food Sci Anim Resour* 30: 449-457.
- Sung HC, Suk YO, Han SM, Yu KH, Sung YK. 2002. Effect of feeding with chitosan on egg production rate and yolk cholesterol level. *J Chitin Chitosan* 7: 29-32.
- Lee CH, Nam KT, Kim JB, Han SH. 1996. The effects of extracts from *Puerariae radix* roots on the storage stability of egg and serum cholesterol level in the laying hens. *Korean J Food Sci Anim Resour* 16: 102-105.
- Park BS. 2004. Effect of dietary β -cyclodextrin on egg quality and cholesterol content of egg yolks. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 614-620.
- Messens W, Camp JV, Huyghebaert AL. 1997. The use of high pressure to modify the functionality of food proteins. *Trends Food Sci Technol* 8: 107-112.
- Okamoto M, Kawamura Y, Hayashir R. 1990. Application of high pressure to food processing: textural comparison of pressure and heat-induced gels of food proteins. *Agric Biol Chem* 54: 183-189.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26: 1231-1237.
- Mau JL, Lin HC, Song SF. 2002. Antioxidant properties of several specialty mushrooms. *Food Res Int* 35: 519-526.
- Denizot F, Lang R. 1986. Rapid colorimetric assay for cell growth and survival. Modifications to the tetrazolium dye procedure giving improved sensitivity and reliability. *J Immunol Methods* 89: 271-277.
- Wang H, Joseph JA. 1999. Quantifying cellular oxidative stress by dichlorofluorescein assay using microplate reader. *Free Radic Biol Med* 27: 612-616.
- Nanjo F, Goto K, Seto R, Suzuki M, Sakai M, Hara Y. 1996. Scavenging effects of tea catechins and their derivatives on 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical. *Free Radic Biol Med* 21: 895-902.
- Dávalos A, Miguel M, Bartolomé B, López-Fandiño R. 2004. Antioxidant activity of peptides derived from egg white proteins by enzymatic hydrolysis. *J Food Prot* 67: 1939-1944.
- Chen Y, Chang H, Wang C, Cheng F. 2009. Antioxidative activities of hydrolysates from duck egg white using enzymatic hydrolysis. *Asian-Australasian J Anim Sci* 22: 1587-1593.
- Augustyniak A, Waszkiewicz E, Skrzydlewska E. 2005. Preventive action of green tea from changes in the liver antioxidant abilities of different aged rats intoxicated with ethanol. *Nutrition* 21: 925-932.
- Kye IS, Jeon YS, No JK, Kim YJ, Lee KH, Shim KH, Kim J, Yokozawa T, Chung H. 1999. Reactive oxygen scavenging activity of green tea polyphenols. *Korean J Gerontol* 9: 10-17.

(2011년 6월 20일 접수; 2011년 8월 4일 채택)