

홍삼분말 입자크기에 따른 이화학적 특성 분석

최희정¹ · 이상윤¹ · 이중규¹ · 박동현¹ · 백정정¹ · 이병주² · 김운선² · 조영재^{1,3} · 최미정^{1*}

¹건국대학교 축산식품생명공학과, ²헬스밸런스(주), ³건국대학교 동물자원센터

Analysis of Physicochemical Properties of Red Ginseng Powder Based on Particle Size

Hee Jeong Choi¹, Sang Yoon Lee¹, Jung Gyu Lee¹, Dong Hyeon Park¹, Jing Jing Bai¹,
Byung-Joo Lee², Yoon-Sun Kim², Youngjae Cho^{1,3}, and Mi-Jung Choi^{1*}

¹Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University

²Health Balance Co., Ltd.

³Animal Resources Research Center, Konkuk University

Abstract

Most of the red ginseng (RG) products contain active substances derived from hot water or alcohol extraction. Since active substances of RG are divided into two types: water-soluble and liposoluble, water or alcohol is needed as an extraction solvent and this leads the different extraction yields and components of the active substances. To overcome the limit, whole red ginseng powder can be used and consumed by consumers. In this study, the physicochemical properties and extractable active substance contents of variable-sized RG powder (158.00 μm , 8.45 μm , and 6.33 μm) were analyzed, and dispersion stability was measured to investigate the suitable size of RG powder for industrial processing. In the results, no significant difference was found from the changes in color intensity and thiobarbitric acid tests at 4°C, 25°C, and 40°C for 4 weeks. There was no significant difference on the production of antioxidants and ginsenoside among the samples ($p>0.05$). In dispersion stability, RG-158.00 μm was precipitated immediately, and the dispersion stabilities between RG-8.45 μm and RG-6.33 μm showed no significant difference. It implies that fine RG is suitable for the production process. With further study, it seemed that the physicochemical effects of RG particle sizes can be clearly revealed.

Key words: red ginseng, antioxidant, particle size, ginsenoside

서 론

인삼(人蔘, *Panax ginseng* C.A. Meyer)은 오가피나무과 인삼속에 속하는 다년생 초본으로 한국, 중국, 시베리아 동부에 자생하는 식물로 암예방 효과, 항산화 효과, 혈압 강하 작용 등 다양한 생리적 기능성을 가지고 있어(Attele et al., 1990; Ha et al., 2005; Kong et al., 2009), 현재 우수한 건강식품 및 의약품으로 평가 및 유통되고 있다(Choi et al., 2010). 상업적으로 유통되는 인삼은 크게 백삼과 홍삼으로 구분되며, 백삼과 홍삼은 각각 수삼을 건조 가공한 것과 증숙 및 건조 가공한 것을 말한다(Park et al., 2006). 인삼 및 홍삼은 대표적인 약리성분인 ginsenoside는 암 예방,

암세포 성장억제 작용 및 항비만 등의 주요 효능을 가진 것으로 알려져 있으며, 인삼 및 홍삼은 각각 24종, 32종의 ginsenoside를 함유하고 있다(Kim et al., 2013). 홍삼의 특유 ginsenoside는 가공 과정 중 C-20 위치에서 glycosyl 잔기가 이탈된 후 수산기가 이성화되어 20(R)-ginsenoside-Rg₂, 20(R)-ginsenosideRg₃, 20(R)-ginsenoside-Rh₁, 20(R)-ginsenoside-Rh₂으로 전환되고, malonyl-ginsenoside-Rb₁, Rb₂, Rc, Rd의 malonyl기가 떨어져 ginsenoside-Rb₁, Rb₂, Rc, Rd 등이 생성된 것이다(Shiabta et al., 1973; Kitagawa et al., 1989; Kong et al., 2009; Kim et al., 2013). 일반적으로 홍삼가공 업체에서는 홍삼의 유효성분을 얻기 위하여 홍삼 원형 그대로 열수 또는 주정에 침지하여 추출하는 방법을 이용하고 있으며, 추출된 농축액은 소비자의 요구에 따라 농축액, 농축액 분말, 음료 등의 다양한 형태로 제조되고 있다(Cho et al., 2008). 하지만 홍삼 동체를 그대로 침지하여 추출하는 방법은 추출시간 증가 및 제한적인 유효성분 이용이라는 문제점을 가지고 있으며(Cho et al., 2008; Park et al., 2009), Kwak et al. (2008)와 Park et al. (2009)은 홍삼의

*Corresponding author: Mi-Jung Choi, Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University, 120 Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul 05029, Korea
Tel: +82-2-450-3048; Fax: +82-(0)2-450-1044
E-mail: choimj@konkuk.ac.kr
Received June 28, 2017; revised June 29, 2017; accepted August 1, 2017

유효성분은 수용성과 지용성으로 구분되어 있어 추출 용매의 종류, 추출 온도 및 추출시간에 따라 유효성분의 추출 수율 및 성분들이 다르다고 보고하였다. 따라서 현재 홍삼의 유효성분 이용률을 높이기 위한 새로운 가공공정 개발이 요구되어지고 있다.

Raghavendra et al. (2006)은 분말 입자크기는 표면적과 연관되어, 입자크기가 작을수록 표면적이 증가되어 유효성분의 용해도, 흡수성 및 생체 이용률이 향상된다고 보고한 바 있으며, 이를 근거하여 최근 홍삼 유효성분의 추출시간 등 추출 조건의 최적화를 통해 최대추출효율을 위하여 홍삼분말 입자크기에 대한 관심이 높아지고 있다. 하지만 현재 홍삼분말과 관련된 연구는 홍삼분말 품질 향상을 위한 분쇄방법(Seo et al., 2002) 또는 홍삼분말을 첨가한 식품개발(Hyun et al., 2005; Shim et al., 2012) 등으로 국한되어 있으며, 50.00 µm 이하의 홍삼분말의 입자크기에 따른 유효성분 비교 연구는 전무한 상태이다(Cho et al., 2008). 따라서 본 실험에서는 홍삼 분말 입자크기 10.00 µm 이하와 100.00 µm 이상의 홍삼분말 간의 이화학적 특성 및 추출 유효성분 함량을 비교분석하였다. 또한 홍삼분말을 이용하여 홍삼음료, 홍삼젤리, 홍삼절편 등으로 상용화하였을 때, 가공에 적합한 홍삼분말 입자크기를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 홍삼분말 3종은 헬스벨런스(주)(Seoul, Korea)로부터 제공받았으며, 서로 다른 입도 분포를 가졌다(Table 1).

입도 분석

홍삼분말의 입도 분석은 입도분석기(Mastersizer 3000; Malvern, Worcestershire, UK) 장비와 Hydro EV 분산 장치(Malvern)를 이용하여 측정하였다.

홍삼분말의 색도

홍삼분말의 색도 측정은 표준 백색판($L^*=97.79$, $a^*=-0.38$, $b^*=2.05$)으로 보정된 색도계(CR-300; Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 L^* (명도, lightness), a^* (적색도, redness), b^* (황색도, yellowness)값으로 나타내었으며, 4회 반복하여 측정하였다.

홍삼 용액 제조

본 실험에서 홍삼 용액은 홍삼분말을 증류수에 2.6% (w/v) 농도로 분산시킨 후 sodium azide 99.0% (Samchun Pure Chemical, Pyeongtaek, Korea)를 홍삼분말의 0.1% (w/w) 농도로 첨가하여 제조하였다. 제조 후 홍삼 용액은 desicator, 냉장고(FRB-5640NT; Dongbu Daewoo Electronics, Seoul,

Korea), incubator (HB-103M; Hanbaeck, Bucheon, Korea)를 이용하여 4°C, 25°C, 40°C에 4주 동안 저장하였으며, 저장기간에 따른 갈색도, 지방산패도를 측정하였다. 또한 제조 직후 24시간 동안의 분산안정성을 확인하였다.

홍삼 분말 용액의 갈색도

저장온도 및 저장기간에 따른 홍삼 용액의 갈색도의 변화는 원심분리기(Micro-12; Hanil science industrial, Kimpo, Korea)를 이용하여 8000 rpm에 10분간 원심 분리한 후 spectrophotometer (Thermo Fisher Scientific, Bremen, Germany)를 이용하여 흡광도 294 nm에서 측정하였다. 해당 파장대는 전 스펙트럼 중 시료의 흡광값을 가장 잘 흡수하였다.

지방산패도

저장온도 및 저장기간에 따른 홍삼 용액의 지방산패도를 확인하기 위해 Turner et al. (1954)의 2-thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) 분석방법을 일부 수정하여 측정하였다. Thiobarbituric acid (TBA; Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)와 trichloroacetic acid (TCA; Samchun Pure Chemical)의 혼합 용액 4.5 mL과 홍삼 용액 0.5 mL을 15 mL conical tube에 옮긴 후 95°C 항온수조(BF-30SB; Biofree, Seoul, Korea)에서 15분간 가열 후 4°C 물에서 냉각하였다. 냉각한 시료는 원심분리기(1736R; LaboGene, Seoul, Korea)를 이용하여 4°C에서 10분간 3000 rpm으로 원심분리하였으며, 시료의 상등액을 취하여 spectrophotometer를 이용하여 535 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 지방산패도 값은 시료의 malonaldehyde (MA) 양을 mg/kg으로 나타내었으며, blank는 증류수를 이용하였다.

분산안정성

홍삼분말을 증류수에 2.6% (w/v) 농도로 분산시킨 후 Turbiscan (Turbiscan expert lab. Formulation, Toulouse, France)을 이용하여 25°C에서 1시간 간격으로 24시간 동안 분산안정성을 측정하였다. 시료의 분산안정성은 backscattering flux와 turbiscan stability index (TSI)값으로 표현하였다. Backscattering 값은 시료가 담긴 용기에 광선을 조사하였을 때 위치에 따라 반사되어 나오는 양을 정량적으로 나타낸 값으로 backscattering 값이 클수록 분산정도가 크다고 할 수 있다. TSI 값은 시간에 따른 분산안정성의 변화인 데이터간의 면적을 적분 및 누적한 값으로, TSI 값이 클수록 분산안정성이 좋지 않은 것을 의미한다. TSI의 공식은 다음과 같다.

$$TSI = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{BS})^2}{n-1}}$$

x_i : 평균 backscattering 값, x_{BS} : 평균 x_i , n : 측정 수

홍삼분말 열수추출물 제조

항산화 효능, 진세노사이드 함량 및 조성을 확인하기 위해 다양한 입도의 홍삼분말을 열수추출하였다. 90°C 항온 수조(BF-30SB; Biofree, Seoul, Korea)에서 홍삼분말 50 g에 증류수 250 mL을 넣고 3시간 가열추출 후, 증류수 250 mL을 추가로 첨가하여 총 6시간 동안 가열추출을 진행하였다. 홍삼 추출물 500 mL은 filter paper (Whatman No. 1)를 이용하여 여과한 후 동결건조기(FD8518; Iishinbiobase, Dongducheon, Korea)를 이용하여 동결건조하였다.

DPPH free radical 소거 활성 측정

동결건조된 홍삼분말 추출물 시료의 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) free radical에 대한 소거활성은 Blois (1958)의 방법을 변형하여 측정하였다. HPLC 등급 methanol (Samchun Pure Chemical)을 이용하여 시료를 농도별로 희석한 희석액 160 µL과 0.4 mM DPPH 용액 40 µL를 가하여 25°C 압소에서 10분간 반응시켰으며, 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 시료 대신 methanol을 가하여 동일한 방법으로 측정하였으며, 시료 자체의 색에 대한 흡광도 값을 보정하기 위해 0.4 mM DPPH 대신 methanol을 넣어 같은 방법으로 흡광도를 측정하였다. 시료를 첨가하지 않은 대조구의 흡광도를 50% 이상 환원시키는데 필요한 시료의 농도인 IC₅₀ 값으로 표현하였다.

DPPH free radical 소거활성

$$= \left(1 - \frac{\text{시료첨가흡광도} - \text{시료자체색흡광도}}{\text{시료무첨가흡광도}}\right) \times 100 (\%)$$

ABTS free radical 소거 활성 측정

홍삼분말의 열수추출 및 동결 건조한 시료의 ABTS free radical을 이용한 항산화능 측정은 Re et al. (1999)의 방법을 변형하여 측정하였다. 14 mM 2,2-azinobis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)와 4.9 mM potassium persulfate (Sigma-Aldrich)를 최종 농도로 혼합하여 실온인 압소에서 12시간 동안 반응시켜 ABTS+ 양이온을 형성시킨 후 732 nm에서 흡광도 값이 0.70(±0.02)이 되게 pH 7.4 phosphate buffer saline 용액(Sigma-Aldrich)으로 희석하였다. 희석된 용액 180 µL와 증류수로 농도별로 희석한 시료 20 µL를 실온인 압소에서 10분간 반응시킨 후 732 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH free radical 소거활성과 같은 방법으로 ABTS free radical 소거활성을 계산하였으며, 시료를 첨가하지 않은 흡광도를 50%로 환원시키는 필요한 시료의 농도인 IC₅₀ 값을 구하였다.

ABTS free radical 소거활성

$$= \left(1 - \frac{\text{시료첨가흡광도}}{\text{시료무첨가흡광도}}\right) \times 100 (\%)$$

진세노사이드 함량 분석

홍삼분말의 ginsenoside 함량은 Ko et al. (2008)와 Kim et al. (2008)의 조건을 응용하여 측정하였으며, HPLC (1100 system; Agilent, Santa Clara, CA, USA)를 이용하였다. HPLC column은 YMC-Pack ODS AM (250×4.6 mm, 5 µm; YMC, Wilmington, NC, USA)을 사용하였고, 흡광 파장 203 nm, 유속 1.0 mL/min, 분석온도 40°C로 설정하였다. 이동상은 HPLC grade 증류수(solvent A)와 HPLC grade acetonitrile (solvent B; J.T. Baker, Center Valley, PA, USA)을 사용하였으며, gradient 조건으로 solvent B의 비율을 초기 6분간 17%로 흘려주고, 29% (3 min), 40% (5 min), 70% (3 min), 90% (1.5 min), 90% (3.5 min), 17% (30 sec), 17% (3.5 min)로 순차적으로 조절하였다.

통계분석

실험 결과는 SPSS 12.0 통계 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 일원배치분산분석 후 Duncan's multiple range test로 유의성 검증(p<0.05)을 실시하였으며, 진세노사이드 함량 유의성 평가는 one-way ANOVA를 사용하였으며, 사후 검증은 Bonferroni post-test를 실시하였으며, p<0.05 미만을 유의한 것으로 간주하였다.

결과 및 고찰

입도 분석

홍삼(non-puffed red ginseng, RG)분말 3가지의 D₅₀ (평균 입도크기)는 Table 1과 같다. 홍삼분말의 D₅₀은 158.00 µm, 8.45 µm, 6.33 µm으로 측정되었으며, 본 실험의 측정항목에서는 다양한 입도의 홍삼분말을 RG A (158.00 µm), RG B (8.45 µm), RG C (6.33 µm)으로 표현하였다.

Table 1. Average droplet diameter (D₅₀) of red ginseng powder

Red ginseng powder	Average droplet diameter (D ₅₀ , µm)
RG A ¹⁾	158.00±1.30
RG B ²⁾	8.45±0.02
RG C ³⁾	6.33±0.01

¹⁾RG A: 158.00 µm.

²⁾RG B: 8.45 µm.

³⁾RG C: 6.33 µm.

Table 2. Color of different particle sizes of red ginseng powders

Red ginseng powder	L*	a*	b*
RG A ¹⁾	72.27±0.57 ^b	3.32±0.22 ^a	20.30±0.58 ^a
RG B ²⁾	84.15±0.47 ^a	0.43±0.02 ^b	12.40±0.14 ^b
RG C ³⁾	84.95±0.38 ^a	0.24±0.01 ^b	11.45±0.09 ^c

^{a-c} Means with different superscripts within the whole column at significantly different (p<0.05).

¹⁾RG A: 158.00 µm.

²⁾RG B: 8.45 µm.

³⁾RG C: 6.33 µm.

분말의 색도

입자크기에 따른 홍삼분말의 L^* , a^* , b^* 값의 평균값은 Table 2와 같다. RG A, RG B, RG C의 L^* 값은 72.27 ± 0.57 , 84.15 ± 0.47 , 84.95 ± 0.38 으로 RG B와 RG C는 서로 유의적인 차이를 보이지 않았으며($p > 0.05$), RG A보다 높은 L^* 값을 나타내었다. 이는 홍삼분말 입자크기와 색도가 밀접한 관계가 있음으로 생각되어지며, 홍삼분말 입자크기가 작을수록 L^* 값이 증가하는 것으로 생각된다. Seo et al. (2002)은 분쇄방법에 따른 홍삼분말의 색도를 조사한 결과, 120 mesh 통과분 90% 이상인 홍삼분말이 120 mesh 통과분 88% 이상인 홍삼분말보다 L^* 값이 높다는 것을 확인하

였다. 홍삼분말의 RG A, RG B, RG C의 a^* 값은 3.32, 0.43, 0.24이었으며, b^* 값은 20.30, 12.40, 11.45를 나타내었으며, 모든 값이 유의적인 차이를 나타내었다($p < 0.05$). Kum et al. (1993)과 Kum et al. (1999)은 쌀가루의 입자가 작을수록 a^* , b^* 값이 감소한다고 보고한 바 있으며, 이는 본 실험 결과와 유사하다.

홍삼 분말 용액의 갈색도

입자크기에 따른 2.6% (w/v) 홍삼분말이 증류수에 분산되었을 때 저장온도(4°C, 25°C, 40°C) 및 기간에 따른 색상 변화를 확인하기 위해 294 nm에서 흡광도를 조사하였

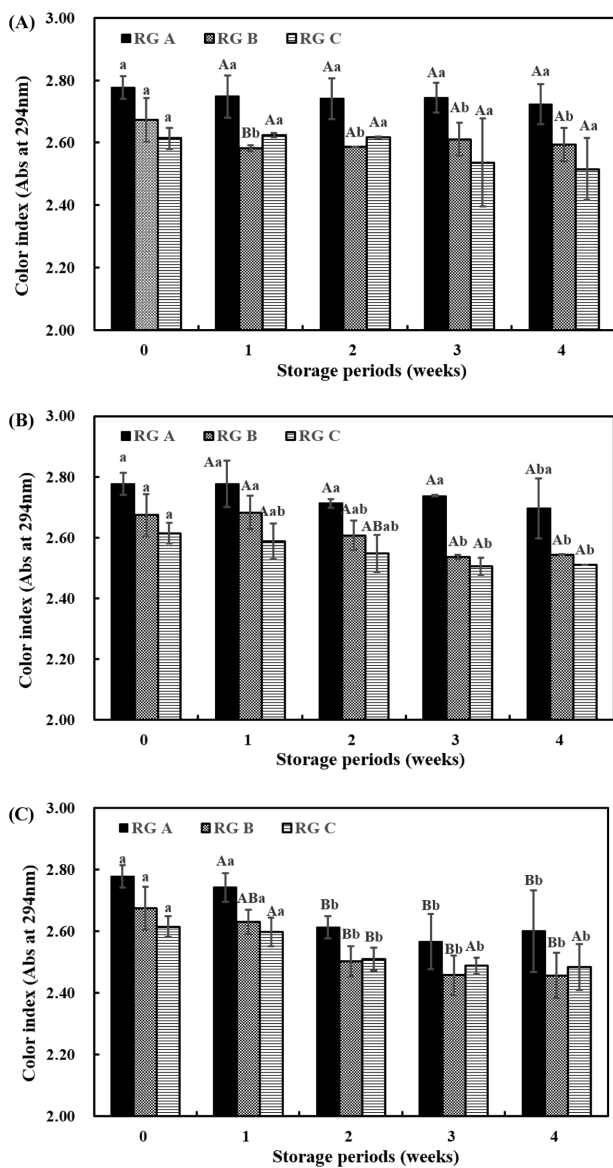


Fig. 1. Changes in absorbance values of RG solution (2.6%w/v) during 4 week storage at 4°C (A), 25°C (B), and 40°C (C). Different letters mean between means of different temperatures (A through B) and means of different storage times (a through b) are significantly different at $p < 0.05$.

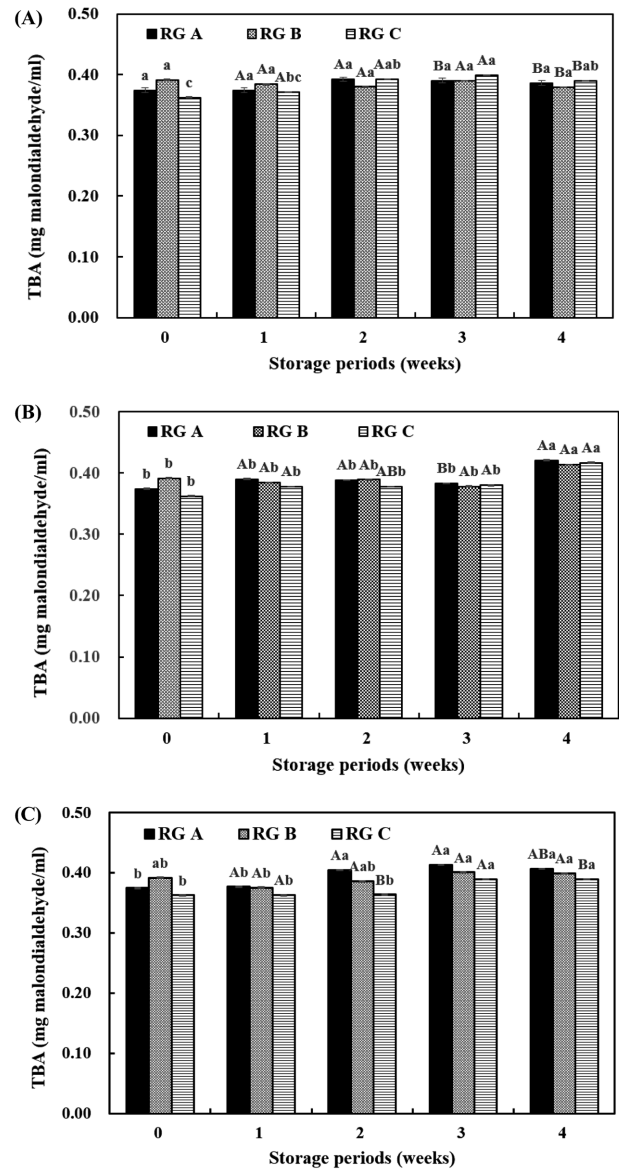


Fig. 2. Changes in TBA values of RG solution (2.6 %w/v) during 4 week storage at 4°C (A), 25°C (B), and 40°C (C). Different letters mean between means of different temperatures (A through B) and means of different storage times (a through b) are significantly different at $p < 0.05$.

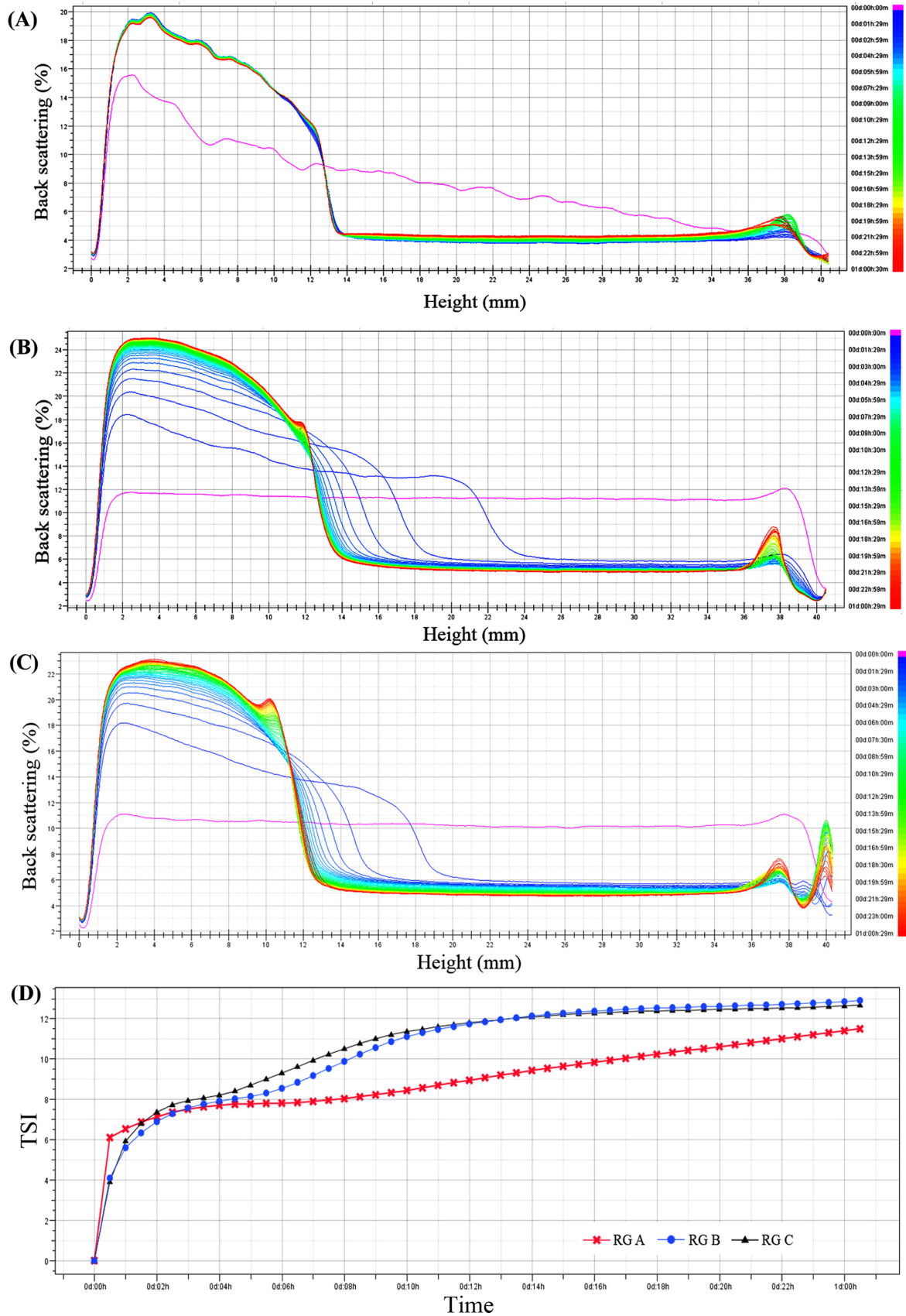


Fig. 3. Dispersion stability profile of different particle size RG solution (2.6%w/v) during 24 hours observation. Backscattering values of RG A (A), RG B (B), and RG C (C) are shown, and TSI value (D) are shown, respectively.

으며, 결과는 Fig. 1과 같다. Fig. 1에서 볼 수 있듯이, 4°C에 저장한 RG C는 다른 시료와 다르게 저장 2주를 제외한 저장기간에 따른 유의적인 보이지 않았다($p>0.05$). 또한 4°C에서 저장한 RG A 및 C를 제외한 모든 시료는 저장 온도와 관계없이 저장 기간에 따라 흡광도 값이 감소하였으며, 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 이와 반대로 Seo et al. (2002)은 홍삼분말의 물 추출물을, Han et al. (2008)은 홍삼의 주정추출물을 420 nm 흡광도에서 조사하였을 때, 시간에 따라 흡광도 값이 모두 증가하였다고 보고하였으며, 이와 같이 흡광도 값이 반대로 나온 것은 시료의 추출 유무와 관련이 있다고 생각되어진다.

지방산패도

입자크기에 따른 홍삼 용액(2.6%, w/v)의 저장온도(4°C, 25°C, 40°C) 및 기간에 따른 TBARS 분석 결과는 Fig. 2와 같다. RG A, RG B, RG C 용액의 저장온도(4°C, 25°C, 40°C) 및 기간에 따른 TBA는 저장온도(4°C, 25°C, 40°C)와 상관없이 저장기간에 따라 각각 0.075-0.084, 0.078-0.083, 0.072-0.083으로 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), 특히 25°C 및 40°C에 저장한 홍삼 용액이 4°C에 저장한 홍삼 용액보다 유의적으로 높은 TBA를 가졌다($p<0.05$). 본 실험의 TBA는 0.1 미만의 낮은 값을 보였으며, 이는 홍삼분말에 함유된 지방 함량이 1% 정도의 미량이기 때문인 것으로 사료된다(Kwon et al., 1989; Kwon et al., 1990).

분산안정성

입자크기에 따른 홍삼 용액(2.6%, w/v)의 backscattering flux는 Fig. 3과 같으며, 분산 안정성 측정 직후를 나타내는 것은 분홍색으로 표시하였다. RG B와 C의 경우, 분산 직후 backscattering 값이 시료 전반적으로 분포되어 있지만(Fig. 3B, 3C), RG A의 경우, 분산 직후 시료가 바로 침전되어 용기의 바닥부분으로 갈수록 backscattering 값이 증가한 것을 볼 수 있다(Fig. 3A). 이를 통해 입자크기가 분산안정성에 영향을 준다는 것을 확인할 수 있었다(Park et al., 2009; Cho et al., 2012). Fig. 3D는 시료 RG A, B, C의 분산안정성을 비교한 TSI 값으로 10시간 기준으로 RG B가 RG C보다 입자크기가 크에도 불구하고 분산안정성이 좋았으며, 10시간 이후에는 TSI 값 차이를 보이지 않았다. 이는 분산 직후 RG C의 입자간 뭉침현상이 일어난 것으로 추측되어지며, 10시간 이후에는 RG B와 RG C 입자 대부분이 침전이 이뤄져 TSI 값 차이를 보이지 않은 것으로 사료된다. RG A의 경우, 분산 직후 바로 침전됨에도 불구하고 RG B, C 보다 TSI 값이 낮게 나와 분산안정성이 높게 나왔으며(Fig. 3D), 이러한 상반된 결과는 RG A의 침전이 빠르게 일어나 상층액에 남은 일부 입자의 분산도가 측정되어 낮은 TSI 값을 보인 것으로 사료된다. 홍삼분말의 분산안정성은 홍삼분말을 이용한 홍삼제품 가공공정에 중요

한 요인이 되며, RG A보다 입자가 작은 RG B 및 C가 홍삼제품 가공 공정에 적합한 것으로 고려되어진다.

DPPH 및 ABTS free radical 소거 활성 측정

홍삼분말 입자크기에 따른 DPPH free radical 소거정도에 의한 항산화 활성은 Table 3과 같다. 홍삼분말 열수추출물 농도가 2.74-3.34 mg/mL와 2.77-2.95 mg/mL일 때 각각 50%의 DPPH radical 소거능과 50%의 ABTS radical 소거능을 보였으며, 유의적인 차이는 보이지 않았다($p>0.05$). 6년근 홍삼분말의 에탄올 추출물은 6.25 mg/mL에서 약 16%로 낮은 DPPH radical 소거능을 보였으며, 3.13 mg/mL 일 때 20.74%의 ABTS free radical 소거능이 있는 것으로 보고된 바가 있다(Hwang & Ahn, 2011). 또한 60 mesh 이하의 백삼분말의 DPPH radical 소거능은 농도 1 mg/mL일 때 12.07%로 낮은 활성을 보였다고 보고된 바 있다(Kim et al., 2016). 따라서 본 실험에서의 DPPH 및 ABTS free radical 소거능은 높은 값을 가지고 있다고 사료되며, 이는 홍삼분말화에 따른 표면적 증가로 활성성분이 보다 많이 추출된 것으로 사료된다(Ryu et al., 1979; Cho et al., 2008). 하지만 홍삼분말 입자크기에 따른 유의적 차이가 없는 것($p>0.05$)은 RG B와 RG C의 뭉침 현상이 기인한 것으로 고려된다. Cho et al. (2008)은 분말 입자크기는 표면력 및 추출용매에 대한 보수력과 관계 있으며, 이에 따라 분말 입자가 작을수록 분말 뭉침 현상을 유발되어 추출용매로의 성분확산이 줄어들었다고 보고한 바 있다.

진세노사이드 함량 분석

홍삼분말 입자크기에 따른 RG A와 RG C의 ginsenoside Rg_1 , Re , Rf , Rh_1 , $Rg_2(s)$, $Rg_2(r)$, Rb_1 , Rc , Rb_2 , Rb_3 , Rd , $Rg_3(s)$, $Rg_3(r)$, $Rh_2(s)$ 등 14종의 함량은 Table 4와 같으며, ginsenoside의 S형과 R형은 화학구조상 이성체를 의미한다. Table 4와 같이, RG A 및 RG C의 총 ginsenoside 함량은 24.28 mg/g 및 24.53 mg/g으로 유의적인 차이를 보이지 않았으나, RG C의 ginsenoside Rg_1 , Re , Rh_2 는 RG A보다 유의적으로 높은 함량 값을 보였으며(Rg_1 , Re , Rh_2 ; $p<0.001$), Rb_2 , Rc 는 유의적으로 낮은 함량 값을 보였다(Rb_2 ; $p<0.001$).

Table 3. DPPH and ABTS free radical-scavenging activity (IC₅₀) of freeze-dried red ginseng powder extracts

Red ginseng powder	DPPH	ABTS
	IC ₅₀ (mg/mL)	IC ₅₀ (mg/mL)
RG A ¹⁾	2.74±0.44 ^a	2.77±0.03 ^a
RG B ²⁾	3.34±0.20 ^a	2.86±0.03 ^a
RG C ³⁾	3.34±0.20 ^a	2.95±0.02 ^a

The values with the same letter in each line are not significantly different ($p>0.05$).

¹⁾RG A: 158.00 µm.

²⁾RG B: 8.45 µm.

³⁾RG C: 6.33 µm.

Table 4. The ginsenoside contents of red ginseng powder made by freeze drying after hot-water extraction

Red ginseng powder	Ginsenoside (mg/g)							
	Rg ₁	Re	Rf	Rh ₁	Rg ₂ (s)	Rg ₂ (r)	Rb ₁	Rc
RG A ¹⁾	2.82±0.04	4.00±0.06	0.96±0.06	0.10±0.01	0.32±0.02	0.30±0.02	8.84±0.15	2.99±0.10
RG C ²⁾	3.18±0.07***	4.30±0.07***	1.06±0.05	0.10±0.02	0.30±0.02	0.25±0.03	8.87±0.17	2.53±0.06***

Red ginseng powder	Ginsenoside (mg/g)						
	Rb ₂	Rb ₃	Rd	Rg ₃ (s)	Rg ₃ (r)	Rh ₂ (s)	Sum
RG A ¹⁾	2.53±0.09	0.49±0.09	0.53±0.28	0.10±0.02	0.06±0.02	0.24±0.03	24.28±0.75
RG C ²⁾	2.29±0.18**	0.33±0.01	0.43±0.03	0.07±0.01	0.05±0.01	0.77±0.17***	24.53±0.60

Table with *** is significantly different at $p < 0.01$ when compared to the RG A and RG C.
 Table with **** is significantly different at $p < 0.001$ when compared to the RG A and RG C.
¹⁾RG A: 158.00 μm .
²⁾RG C: 6.33 μm .

RC; $p < 0.01$). 이를 통해 홍삼분말 입자크기에 따라 ginsenoside 함량이 변화한다는 것을 알 수 있었으며, Cho et al. (2008) 은 500.00 μm , 170.54 μm , 60.00 μm 의 ginsenoside Rg₁, Re, Rh₂, Rc, Rb₂의 전체 함량에 대한 비율은 각각 11.30-14.08%, 10.81-11.34%, 0.91-1.67%, 12.70-13.30%, 10.88-11.38%이며, 입자크기에 따른 함량 변화가 존재한다고 보고한 바 있다.

요 약

본 연구에서는 홍삼분말 입자크기 10.00 μm 이하의 홍삼분말과 100.00 μm 이상의 홍삼분말 간의 이화학적 특성 및 추출 효율성분 함량을 비교분석하였으며, 분산안정성을 기반으로 가공공정에서 적합한 홍삼분말 입자크기를 조사하였다. 본 연구에 사용된 홍삼분말은 158.00 μm , 8.45 μm , 6.33 μm 의 입도크기를 가졌으며, 각각 RG A, RG B, RG C로 표현하였다. 본 연구에서는 홍삼분말(2.6%, w/v)을 증류수에 분산시킨 홍삼용액을 4주 동안 저장 온도 4°C, 25°C, 40°C에 각각 보관하였으며, 이에 따른 갈색도 및 지방산패도 변화를 확인하였다. 갈색도는 홍삼분말 입자크기와 관계없이 저장온도 및 시간에 따라 갈색도 값이 감소하였으며, 지방산패도(TBA)의 값은 저장온도에 상관없이 4주 동안 유의적으로 증가하였으나 홍삼분말의 지방함량이 낮아 지방산패도 값은 0.1 미만의 낮은 값을 보였다. 분산안정성을 나타내는 backscattering 값은 홍삼분말을 이용한 제품 가공시 적합한 입자크기를 알아보기 위하여 측정하였으며, RG A는 RG B 및 RG C와 다르게 분산 직후 바로 침전이 되어 용기의 바닥부분에서 높은 backscattering 값을 보였다. RG B는 분산 10시간 이전까지 RG C보다 낮은 TSI 값을 보였으며, 10시간 이후 RG C와 같은 분산안정성을 보였다. RG A, RG B, RG C의 DPPH 및 ABTS 자유라디칼 소거능의 IC₅₀ 값들은 각각 2.74-3.34 mg/mL, 2.77-2.95 mg/mL으로 홍삼분말 입자크기에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 일반적으로 홍삼분말의 입자크기 감소는 표면적 증가로 이어져 유효성분 추출 효율성이 증가하

지만, 본 실험에서 RG A, RG B, RG C 간의 유효성분 추출에 큰 차이를 보이지 않은 것은 미세한 입자가 열수출 과정 중 입자간 뭉침현상이 발생하여 표면적 증가와 관련있는 것으로 고려된다. 홍삼분말의 ginsenoside 총 함량은 24.28 mg/g 및 24.53 mg/g로 입자크기에 따른 유의적 차이를 보이지 않았으나, ginsenoside Rg₁, Re, Rh₂ 함량은 RG C가 RG A보다 유의적으로 높은 값을 가졌다. 따라서 홍삼분말 입자크기는 갈색도, 지방산패도, 항산화 효과에 큰 영향을 미치지 않지만 미세한 입자크기를 가진 홍삼분말이 분산안정성이 좋아 홍삼분말을 이용한 홍삼제품 가공공정에 보다 적합할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 수출전략기술개발사업(세부과제명: 수출전략형 할랄 전통스넥 제품 개발, 세부과제번호: 115071-2)에 의해 이루어진 것임.

References

Attele AS, Wu JA, Yuan CS. 1999. Ginseng pharmacology, multiple constituents and multiple actions. *Biochem. Pharmacol.* 58: 1685-1693.
 Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
 Cho CW, Kim SW, Rho JH, Rhee YK, Kim KT. 2008. Extraction characteristics of saponin and acidic polysaccharide based on the red ginseng particle size. *J. Ginseng Res.* 32: 179-186.
 Cho D, Baik JH, Park JH, Lee CS. 2012. Investigation of dispersion stability of conductive nano ink using 1-octanethiol coated copper nano powders. *J. Korean Ceram. Soc.* 49: 417-422.
 Ha DC, Ryu GH. 2005. Chemical components of red, white and extruded root ginseng. *J. Korea Soc. Food Sci. Nutr.* 34: 247-254.
 Han JY, Chung KH, Ryu GH. 2008. Comparison of physicochemical properties and release characteristics of extruded tissue cultured mountain ginseng. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 37:

- 1018-1024.
- Hwang SY, Ahn SH. 2011. Biological activities and cell proliferation effects of red ginseng ethanol extracts. *J. Pharmacopuncture*. 14: 55-61.
- Hyun JS, Kim M. 2005. The effect of addition of level of red ginseng powder on Yackwa quality and during storage. *J. Korean Soc. Food Cult.* 20: 352-359.
- Kim EY, Jin Y, Kim KT, Lim TG, Jang M, Cho CW, Rhee YK, Hong HD. 2016. Effect of high temperature and high pressure on physicochemical properties and antioxidant activity of Korean red ginseng. *Korean J. Food Nutr.* 29: 438-447.
- Kim GS, Hyun DY, Kim YO, Lee SW, Kim YC, Lee SE, Son YD, Lee MJ, Park CB, Park HK, Cha SW, Song KS. 2008. Extraction and preprocessing methods for ginsenosides analysis of panax ginseng C.A. Mayer. *Korean J. Medi. Crop Sci.* 16: 446-454.
- Kim HJ, Kwak I, Kim HJ, Ahn JS, Son YB. 2013. A study on the amendment scheme of ginsenoside content standard regulation for red ginseng products in Korea. *J. Food Hygi. Saf.* 28: 24-30.
- Kitagawa I, Taniyama T, Yoshikawa M, Ikenishi Y, Nakagawa Y. 1989. Chemical studies on crude drug processing VI.: chemical structures of malonyl ginsenosides Rb1, Rb2, Rc and Rd isolated from the root of Panax ginseng C. A. Meyer. *Chem. Pharm. Bull.* 37: 2961-2970.
- Ko SK, Bae HM, Cho OS, Im BO, Chung SH, Lee BY. 2008. Analysis of ginsenoside composition of ginseng berry and seed. *Food Sci. Biotechnol.* 17: 1379-1382.
- Kong YH, Rho JH, Cho CW, Kim MH, Lee YC, Kim SS, Lee YC, Choi SY. 2009. Variation of phenolic ingredient and ginsenoside content in red ginseng extract by acid treatment. *J. Ginseng Res.* 33: 194-198.
- Kum JS, Lee SH, Lee HY, Kim KH, Kim YI. 1993. Effects of different milling methods on physico-chemical properties and products. *Korean J. Food Sci. Technol.* 25: 546-551.
- Kum JS, Lee HY. 1999. The effect of the varieties and particle size on the properties of rice flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 1542-1548.
- Kwak YS, Choi KH, Kyung JS, Won JY, Rhee MH, Lee JG, Hwang MS, Kim SC, Park CK, Song KB, Han GH. 2008. Effects of high temperature heating on the some physicochemical properties of Korean red ginseng (Panax ginseng CA Meyer) water extract. *J. Ginseng Res.* 32: 120-126.
- Kwon JH, Bélanger JM, Paré JJ. 1989. Effects of ionizing energy treatment on the quality of ginseng products. *Int. J. Radiat. Appl. Instrum. C. Radiat. Phys. Chem.* 34: 963-967.
- Kwon JH, Bélanger JM, Sigouin M, Lanthier J, Willemot C, Paré JJ. 1990. Chemical constituents of Panax ginseng exposed to gamma irradiation. *J. Agr. Food Chem.* 38: 830-834.
- Park EJ, Bac LH, Kim JS, Kwon YS, Kim JC, Choi HS, Chung YH. 2009. Production and properties of Ag metallic nanoparticle fluid by electrical explosion of wire in liquid. *J. Korean Powder Metall. Inst.* 16: 217-222.
- Park JC, Cha JY, Lee CH, Doh ES, Kang IH, Cho YS. 2009. Biological activities and chemical characteristics of Monascus-fermented Korean red ginseng. *J. Life Sci.* 19: 1553-1561.
- Park SJ, Cho YJ, Pyee JH, Hong HD. 2006. Meta-analysis of studies and patents on Korean ginseng in recent 5 years in Korea and prospective needs. *J. Ginseng Res.* 30: 212-219.
- Raghavendra SN, Ramachandra Swamy SR, Rastogi NK, Raghavarao KSMS, Kumar S, Tharanathan RN. 2006. Grinding characteristics and hydration properties of coconut residue: a source of dietary fiber. *J. Food Eng.* 72: 281-286.
- 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.
- Ryu SK, Kim WS, Yu JH. 1979. Studies on the extraction of Korean ginseng component part 3. extraction mechanism of ginseng components by measuring the diffusivity. *Korean J. Food Sci. Technol.* 11: 118-121.
- Seo CH, Lee JW, Do JH, Chang KS. 2002. Quality characteristics of Korean red ginseng powder on pulverizing methods. *J. Ginseng Res.* 26: 79-84.
- Shiabta S. 1973. Studies on constituents of Japanese and Chinese crude drugs XI. Panaxadol, a sapogenin of ginseng roots. *Chem. Pharm. Bull.* 11: 59-76.
- Shim DW, Jiang J, Kim JH, Kim WW, Kang WS, Choi WS, Hur SJ, Kim DY, Kim KC, Lee KH. 2012. Effects of size adjusted with red ginseng powders on quality of fish pastes. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 41: 1448-1453.
- Turner EW, Paynter WD, Montie EJ, Bessert MW, Struck GM, Olson FC. 1954. Use of 2-thiobarbituric acid reagent to measure rancidity in frozen pork. *J. Agr. Food Chem.* 8: 326-330.