

Physicochemical Properties and Antioxidant Activities from Hot-air and Freeze Dried Aged Black Ginger (*Zingiber officinale*)

Hun-Hwan Kim^{1†}, Soo-Jung Lee^{2†}, Yoon-Ho Chung³, Sung-Hee Kim^{1,2} and Nak-Ju Sung^{1,4*}

¹Department of Food Science and Nutrition, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

²Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

³Namhaegun Blackgarlic Co., Ltd., Namhae-gun 52402, Korea

⁴Research Institute of Natural Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

Received September 22, 2017 / Revised December 26, 2017 / Accepted January 8, 2018

Hot-air and freeze dried powder from aged black ginger were mixed under the ratio conditions of sample "A" (8:2), "B" (5:5), "C" (2:8), "D" (10:0) and "E" (0:10), respectively. The physicochemical properties and antioxidant activities in the 5 kinds of powder were compared. The water absorption index was significantly higher in freeze dried powder, and it tended to be significantly increased depend on the ratio of freeze dried sample. The browning intensity was significantly higher in the hot-air dried samples, but the color intensity was not significant. Total and reducing sugar contents were significantly higher in freeze dried sample. Total sugar content in mixed sample tended to significantly increased as the amount of freeze dried sample. Total phenol content was significantly higher in the sample "A". The contents of gingerol and shogaol were significantly higher in mixed sample "A", 6-gingerol content showed no significant difference according to the drying method. Cholesterol absorption activity was significantly higher in the freeze dried sample "E". The DPPH radical scavenging activity showed a little difference according to the drying method, but the ABTS radical scavenging activity and reducing power in the hot-air dried sample were significantly higher than those of freeze dried. And the activity of mixed powder "A" was significantly higher than others. These results suggest that aged black ginger was superior in terms of quality and functionality of the hot-air drying compared to freeze-drying, and it would be economically effective to the mixed sample "A".

Key words : Aged black ginger, antioxidant, drying method, gingerol, shogaol

서 론

최근 경제발전과 국민의 생활수준 향상으로 건강하게 장수할 수 있는 방법에 대한 관심이 증대됨에 따라 안전성 및 기능성이 확보된 식품에 대한 관심도 높아지고 있다. 더욱이 부작용이 없으며 생리활성이 우수한 천연식품에 대한 요구도는 지속적으로 증가되고 있으며, 이와 관련된 연구도 활발하게 수행되고 있다. 천연식품체는 가공 조건에 따라 영양소가 파괴되기도 하나, 적절한 조건을 설정할 경우 저장성 연장 및 기능성이 증대될 수 있다. 따라서 기능성을 가진 새로운 식품체의 확보도 중요하나 근래에는 이미 상용되고 있는 식품을 대상으로 기능성이 향상된 새로운 가공식품을 개발하고자 하는 노력도 다양하게 수행되고 있다.

생강의 경우 미생물을 이용한 발효[7], 열처리를 이용한 숙성과정[33]에서 품질, 유효성분의 함량 및 기능성이 향상되었다는 연구 보고가 있다. 특히 열처리에 의한 숙성과정 중 기능성 물질의 증가는 원료 자체 내 수분 및 환원당에 의한 갈변화에 의존적이며, 대표적인 제품으로 흑마늘이 잘 알려져 있다[42]. 이외에 흑양파[49], 흑도라지[34], 흑마늘종[6], 흑도란[16] 등에 관한 연구가 수행된 바 있는데, 이들은 원료에 비해 매운맛이나 쓴맛이 감소되는 반면에 단맛 및 유효성분이 증가되어 기능성 가공품의 소재로써 활용도가 높다는 공통점을 지니고 있다.

생강(*Zingiber officinale*)은 다년생의 열대성 허브식물로써 전 세계적으로 재배되고 있으며, 우리나라에서는 주로 전북의 봉동, 남원, 경북의 안동, 충남의 서산 지역에서 주로 생산되고 있다[18]. 생강은 독특한 향미로 인해 예부터 우리나라에서는 식욕증진, 소화촉진을 위한 향신료, 다류, 과자류 뿐 아니라 감기, 기침, 발한, 복통, 설사 등의 한방 약재로 애용되어 약식동원(藥食同原)의 측면에서 이용도가 넓은 작물이다[21, 32]. 하지만 생강의 재배는 18℃ 이상, 토양의 산도가 pH 6 이상에서 적합하며, 저장 온도에 민감하여 10℃ 이하에서는 저온 장애가 발생하며, 18℃ 이상에서는 발아, 표면 건조, 연화 등으로

† Authors contributed equally.

*Corresponding author

Tel : +82-55-772-1431, Fax : +82-55-772-1439

E-mail : snakju@gnu.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

장기적인 저장과 유통이 어려워 저장 중 영양소의 손실이 큰 작물에 속한다[47].

식품을 장기간 보존하는 수단으로써 건조는 오랫동안 사용되어 온 방법이나 식품의 색, 질감, 영양성분 및 생리활성 물질의 손실이 초래되는 경우가 많다[29]. 따라서 식품의 건조에는 천일건조에 비해 열풍, 진공 및 동결건조 등 식품 성분의 변화가 적으며, 위생적인 방법이 다양하게 활용되고 있는데, 생산비용면에 상당한 차이를 보이므로 식품의 영양적, 기능적 및 경제적 측면에서 식품의 특성에 따른 적절한 건조방법의 선택이 요구되고 있다. 즉, 열풍건조와 동결건조 방법은 최근의 식품 건조과정에 가장 많이 활용되는 방법이나 건조 설비, 비용, 건조 시간 및 완제품의 품질 유지 등의 측면에서 각각 장단점을 가지고 있다[9, 12].

생강은 주요 매운맛 성분인 gingerol과 shogaol은 항산화, 항염증 등에 효능이 있어 기능성 식품소재로 활용도가 높다. 더욱이 열처리과정에서 갈변화된 흑생강은 이러한 유효성분의 함량이 증가되어 기능성의 향상이 가능한 것으로 알려져 있어[33], 흑생강을 이용한 음료 제조에 관한 연구 보고[2]가 있으나, 아직까지 흑생강의 제조 후 장기적인 안정한 저장을 위한 건조 방법에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

흑생강은 숙성과정에서 조직 변화를 초래하므로 그 자체로 사용하기에는 부적절하여 가공 효율 및 저장성 증대를 위해 건조 과정을 통한 분말화가 필요하다고 생각된다. 이리하여 본 연구에서는 숙성 흑생강의 저장성 증대와 식품소재로써 활용도를 높이기 위하여 열처리에 의한 숙성 흑생강을 열풍 및 동결건조시켜 분말화하고, 이들의 혼합비를 달리하였을 때 유효성분 및 항산화 활성 등을 비교·분석함으로써 흑생강의 기능성 최적화 및 산업화를 위한 기초자료로 활용코자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료 및 추출물의 제조

시료는 경북 안동에서 재배된 생강을 구입하여 껍질을 벗긴 후 1 cm 두께로 슬라이스하여 100 g씩 알루미늄 호일(30×30 cm)로 포장하여 유리용기에 담아 향은 건조기(JSON-050, JSR, Gongju, Korea)에서 온도 85℃로 60시간 동안 숙성시킨 것을 사용하였다. 숙성 직후 흑생강의 수분함량은 82.48±1.16%였으며, pH는 6.2±0.08, 당도는 7.78±0.10 brix였다.

숙성 흑생강의 열풍건조는 회분식 열풍건조기(HDS-22, Hyundai, Hwaseong, Korea)로 내부온도 65~70℃에서 24시간 동안 건조시켰으며, 동결건조는 동결건조기(LYOPH-PRIDE 50R, Ilshinbiobase, Dongducheon, Korea)로 -70℃에서 진공도 20 mtorr의 조건에서 건조시켰다. 이때 숙성 흑생강의 건조에 따른 수율은 열풍 및 동결건조 시 각각 19.2±0.7% 및 18.6±0.6%였다. 열풍 및 동결건조된 흑생강은 80~100 mesh로 분쇄하여 -40℃에서 밀봉하여 보관하였으며, 열풍 및 동결건조 분

말시료를 중량비(w/w)로써 혼합하여 "A" (8:2), "B" (5:5), "C" (2:8), "D" (10:0) 및 "E" (0:10)의 혼합시료 5종을 제조하였다.

흑생강 추출물은 각 분말시료 10 g에 80% 메탄올 100 ml를 가하여 22℃에서 6시간씩 2회 추출하여 진공증발농축기로 완전건조시켰다. 추출 수율은 추출 전후 시료 중량에 대한 추출물의 백분율(%)로 계산하였다.

수분흡수지수 및 수분용해지수 측정

열풍 및 동결건조 분말의 혼합비를 달리하여 제조된 5종의 흑생강 분말에서 수분흡수지수(water absorption index, WAI) 및 수분용해지수(water solubility index, WSI)는 Moon 등[36]의 방법에 따라 측정하였다. 시료 1 g을 정평하여 증류수 20 ml를 가한 후 초음파 추출기(U105, Lab Korea, Gongju, Korea)에서 10분간 2회 추출한 다음 17,888×g에서 15분간 원심분리하였다. 이때 잔사에 함유된 수분의 함량을 수분흡수지수로 산출하였으며, 상등액을 105℃의 항온건조기에서 완전건조시켜 얻은 고형분 함량을 수분용해지수로 계산하였다.

갈색물질 함량 및 색도 측정

건조방법과 혼합비를 달리한 5종의 흑생강 분말의 갈색물질 함량은 80% 메탄올로 추출하여 얻은 여과액을 UV-visible spectrophotometer (U-2900, HITACHI, Tokyo, Japan)로 280 nm 및 420 nm에서 80% 메탄올을 대조로 하여 측정된 흡광도값으로 나타내었다. 흑생강의 색도는 상기 여과액 30 ml에 대해 색차계(CR 301, Minolta Co., Osaka, Japan)로 측정하였다. 이때 표준색판의 L값은 96.94, a값은 0.66, b값은 0.51이었다.

총당, 환원당, 총 페놀 및 플라보노이드 정량

건조방법과 혼합비를 달리한 5종의 흑생강 분말로부터 얻은 80% 메탄올 추출액에서 총당의 정량은 추출액 1 ml에 5% 페놀 시약 1 ml와 진한 황산 5 ml를 차례로 혼합하여 30분간 실온에서 반응시킨 후 470 nm에서 흡광도를 측정하였다[8]. 환원당은 DNS법[35]에 따라 상기의 여과액 1 ml에 DNS 시약 3 ml를 가한 후 100℃의 수욕상에서 10분간 반응시킨 후 냉각하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총당 및 환원당 함량은 glucose (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 표준물질로 하여 각각 작성한 검량선에 의해 산출하였다.

총 페놀 함량은 Folin-Denis법[10]에 따라 상기의 추출액 1 ml에 Folin-ciocalteu 시약 0.5 ml, 10% Na₂CO₃ 용액 1 ml를 차례로 넣고 5초간 혼합한 후 실온의 암실에서 1시간 동안 반응시켜 시료 무침가구를 대조로 하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 플라보노이드 함량은 Moreno 등[37]의 방법에 따라 추출액 1 ml에 10% aluminum nitrate 0.1 ml, 1 M potassium acetate 0.1 ml 및 80% ethanol 4.3 ml를 차례로 가한 후 실온의 암실에서 40분간 반응시켜 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀 및 플라보노이드 함량은 표준물질로써

각각 gallic acid 및 quercetin (Sigma-Aldrich Co.)을 시료와 동일한 방법으로 분석하여 얻은 검량선으로부터 계산하였다.

Gingerol 및 shogaol 정량

열풍 및 동결건조 분말의 혼합비를 달리한 5종의 흑생강 분말에서 gingerol 및 shogaol 정량은 Lee 등[33]의 방법을 개량하여 5종의 분말시료 2 g에 80% 메탄올 50 ml를 가하여 30분 동안 균질화한 후 0.45 µm membrane filter로 여과시켜 HPLC (1100 series LC system, Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다. 이때 칼럼은 ProntoSIL C₁₈ SH (4.6×250 mm, 5 µm), 이동상 용매는 acetonitrile과 3차 증류수를 사용하여 gradient mode로 60:40(v/v)에서 97:3(v/v)으로 1 ml/min의 속도로 40분간 용출시켰다. 이때 오븐 온도는 30°C, 시료액은 20 µl를 주입하였으며, diode array detection 검출기로 282 nm에서 측정하였다. 분석 표준물질로써 6-gingerol, 8-gingerol, 10-gingerol 및 6-shogaol (Sigma-Aldrich Co.)을 시료와 동일조건에서 분석한 검량선에 따라 정량하였다.

콜레스테롤 흡착활성 측정

열풍 및 동결건조 분말의 혼합비를 달리한 5종의 흑생강 분말에서 콜레스테롤 흡착활성은 80% 메탄올 추출액과 콜레스테롤과의 반응력을 *in vitro*에서 효소법에 따라 측정하여[43] 시료 무첨가구에 대한 시료 첨가구의 흡광도비(%)로 나타내었다.

항산화 활성 측정

건조방법과 혼합비를 달리한 흑생강 분말의 80% 메탄올 추출액에 대한 항산화 활성은 100~2,000 µg/ml의 농도범위에서 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), 2,2-azinobis-(3-ethyl-benzo-thiazoline-6-sulfate) (ABTS) 라디칼 소거활성과 ferric-reducing antioxidant potential (FRAP)법에 의한 환원력으로 측정하였다. DPPH 라디칼 소거활성은 96 well plate에서 5 mg%의 DPPH 용액 100 µl와 동량의 추출액을 혼합한 후 실온에서 10분간 반응시킨 후 분광광도계(UVM - 340, ASYS Hitech GmbH, Tokyo, Japan)로 517 nm에서 흡광도를 측정하였다[5]. ABTS 라디칼 소거활성은 7 mM의 ABTS 수용액에 potassium persulfate를 2.6 mM가 되도록 용해시킨 후 4°C의 암실에서 12~16시간 반응시킨 다음 415 nm에서 흡광도를 1.5±0.03으로 조정된 ABTS 기질용액을 사용하였다. 이 기질용액 100 µl에 추출액 50 µl를 혼합하여 실온에서 5분간 반응시킨 후 분광광도계로 415 nm에서 흡광도를 측정하였다[40]. 라디칼 소거활성은 시료 무첨가구에 대한 시료 첨가구의 흡광도비(%)로 계산하였다. FRAP법에 의한 환원력은 300 mM의 acetate 완충용액(pH 3.6), 40 mM HCl에 용해한 10 mM 2,4,6-tripyridyl-s-triazine (TPTZ, Sigma-Aldrich Co.)용액 및 20 mM의 FeCl₃·6H₂O (Sigma-Aldrich Co.) 용액을 각각 10:1:1

(v/v/v)로 혼합하여 실험 직전에 37°C로 조정된 것을 기질용액으로 사용하였다. 96 well plate에서 추출액 40 µl, FRAP 기질용액 100 µl 및 증류수 40 µl를 차례로 가하여 37°C의 항온기에서 4분간 반응시킨 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 시료의 환원력은 FeSO₄·7H₂O (Sigma-Aldrich Co.)를 표준물질로 하여 얻은 검량선으로부터 계산하였다[3].

통계분석

실험결과는 SPSS 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 평균±표준편차로 산출하였으며, 처리구별 유의성 검정은 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 하여 p<0.05의 유의수준에서 Duncan’s multiple range tests로 사후검정을 하였다.

결과 및 고찰

추출 수율, 수분흡수지수 및 수분용해지수

건조방법과 혼합비를 달리한 5종의 흑생강 분말에 대한 추출 수율, 수분흡수지수 및 수분용해지수를 측정한 결과는 Table 1과 같다. 흑생강 분말의 80% 메탄올 추출에 의한 수율은 22.09~24.11%의 범위로 동결건조 시료 “E”가 유의적으로 높았으며, 열풍건조 시료 “D”에서 유의적으로 낮았다. 혼합시료의 추출 수율은 열풍 및 동결건조 시료가 동량으로 혼합된 시료 “B”와 2:8의 비율로 혼합된 시료 “C”간에 유의적인 차이가 없었다. 수분흡수지수는 동결건조 시료 “E”에서 유의적으로 높았으며, 열풍건조 시료 “D”가 가장 낮은 수준이었는데, 혼합시료에서는 동결건조 시료의 비율이 클수록 유의적으로 증가되는 경향이였다. 수분용해지수도 시료 “E”가 시료 “D”에 비해 유의적으로 높았으며, 시료 “D”는 혼합시료 “B”와 유사한 수준이였다.

Table 1. Yields, water absorption index and water solubility index according to mixing ratio of hot-air and freeze dried the aged black ginger

Sample code	Yields of extraction (%)	Water absorption index (WAI)	Water solubility index (WSI, %)
A	23.08±0.43 ^B	3.88±0.04 ^B	37.60±0.82 ^B
B	23.30±0.16 ^C	4.18±0.03 ^C	39.50±1.09 ^C
C	23.41±0.29 ^C	4.55±0.12 ^D	34.20±1.07 ^A
D	22.09±0.01 ^A	3.60±0.09 ^A	38.60±0.59 ^{BC}
E	24.11±0.02 ^D	5.05±1.00 ^E	41.40±1.28 ^D

All values are mean ± SD (n=5).

^{A-E}Means with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan’s multiple range tests.

Sample “A” (8:2, w/w), “B” (5:5, w/w), “C” (2:8, w/w), “D” (10:0, w/w) and “E” (0:10, w/w) by mixing ratio with hot-air and freeze dried powder of the aged black ginger.

Park 등[38]은 보리잎의 80% 에탄올 추출물의 수율은 시료의 건조방법에 따른 유의차를 보이지 않았다고 하였다. 열풍 및 동결건조된 수창포 잎의 수분흡수지수는 열풍건조에 비해 동결건조 시 유의적으로 높았으나, 뿌리는 오히려 30℃에서 열풍건조된 시료가 유의적으로 높았다는 보고가 있다[4]. 수분용해지수는 열풍건조보다 동결건조 시 더 높았다는 보고가 있으며[4, 23, 27], 동결건조된 마 분말은 시료의 다공질 구조에 의해 수분의 흡수 및 성분의 용해가 빠르게 진행되어 수분용해지수가 높았으나, 열풍건조 시료는 열처리 과정에 의한 조직 수축으로 다공질 구조 형성이 원활하지 못하여 수분 용해성이 낮은 것으로 고찰되어 있다[23]. 본 실험에서 동결건조된 흑생강은 추출 수율, 수분흡수지수 및 수분용해지수가 우수하였으나, 혼합시료에서는 동결건조 시료의 혼합 비율이 낮아도 수분용해지수가 크게 감소되지 않는다는 것을 확인할 수 있었다.

갈색물질 함량 및 색도

건조방법과 혼합비를 달리한 흑생강 분말의 80% 메탄올 추출액에서 갈색물질 함량 및 색도를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 갈색물질 함량은 280 및 420 nm에서 갈색도로 나타낸 결과, 열풍건조 시료 “D”가 유의적으로 높았으며, 혼합시료에서는 “C”가 “A”에 비해 유의적으로 높았다. 420 nm에서 갈색도도 열풍건조 시료 “D”가 유의적으로 높았으나, 혼합시료에서는 280 nm에서 흡광도 결과와 다소 상이한 경향이였다. 색도에서 명도(L)는 시료 “A”가 여타의 시료에 비해 유의적으로 낮았으나, 대차는 없었으며, 그 외 시료는 유의차가 없었다. 적색도(a)는 열풍건조 시료 “D”가 동결건조 시료 “E”에 비해 유의적으로 낮았으나, 혼합시료에서는 열풍건조 시료의 혼합비가 많을수록 유의적으로 증가되는 경향이였다. 황색도(b)는 건조방법에 따른 유의차가 없었으나, 열풍건조 시료의 혼합비가 많을수록 다소 증가되는 경향이였다. 반면에 전체적인 색차는 모든 시료간에 유의차를 보이지 않았다.

흑마늘, 흑생강 등과 같이 고온의 열처리에 의해 갈변된 식물체는 maillard 반응에 의해서 생성되는 melanoidin이 유리 라디칼의 소거에 관여되며, 반응생성물 중 고분자성 물질이

저분자 화합물보다 라디칼 소거활성이 높은 것으로 알려져 있다[45]. 건조방법을 달리한 오미자의 색도는 L, a 및 b 값이 모두 동결건조한 시료에서 가장 높았다고 보고되어 있으며 [26], 블루베리는 열풍건조 시 동결 및 진공건조에 비해 L, a 및 b값이 낮아진 경향을 보였는데, 이는 시료가 열에 노출됨으로써 초래된 변화로 보고되어 있다[48]. 열풍 및 동결건조된 생강의 색도는 L 및 b값이 열풍건조 시료에서 유의적으로 높았으나 a값은 유의차가 없었으며, 열풍건조 시료에서 전체적인 색차가 유의적으로 높아 열에 의한 시료의 품질열화가 초래되었으나, 생강을 maltodextrin으로 처리 후 건조시켰을 경우에는 시료간에 차이가 적었다는 보고도 있다[24].

본 연구 결과 흑생강의 갈색물질 함량이 동결건조에 비해 열풍건조 시료에서 유의적으로 높은 것은 건조과정 중 갈변에 기인된 결과라 생각된다. 그러나, 두 시료간의 색도에 대차를 보이지 않은 것으로 볼 때 오히려 이들 분말을 혼합사용하여도 시각적인 품질차이는 없는 것으로 판단된다.

총당, 환원당, 총 페놀 및 플라보노이드 함량

건조방법과 혼합비를 달리한 5종의 흑생강 분말에서 총당, 환원당, 총 페놀 및 플라보노이드 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 총당은 동결건조 시료 “E”에서 유의적으로 높았으며, 열풍건조 시료 “D”에서 가장 낮은 함량이었다. 혼합시료에서는 동결건조 시료의 함량이 많아짐에 따라 유의적으로 증가되는 경향이였다. 환원당은 시료 “E”에서 유의적으로 많았으며, 다음으로 시료 “D”였는데, 혼합시료는 오히려 각각의 건조 시료에 비해 유의적으로 낮은 함량이었다. 총 페놀 함량은 열풍건조 시료가 동결건조 시료에 비해 함량이 유의적으로 많았으나 대차는 없었다. 반면에 시료 “A”는 열풍 및 동결건조 시료에 비해 유의적으로 높은 함량이었다. 플라보노이드 함량은 열풍건조 시료가 동결건조 시료에 비해 유의적으로 높았으며, 혼합시료 “A”는 오히려 열풍건조 시료와 유의차를 보이지 않았다.

열풍건조된 시료에서 동결건조 시료에 비해 총당 및 환원당 함량이 적은 것은 열처리 과정에서 시료 중의 당이 maillard

Table 2. Browning and color intensity according to mixing ratio of hot-air and freeze dried the aged black ginger

Sample code ¹⁾	Browning intensity		Color intensity			
	280 nm	420 nm	L	a	b	ΔE
A	0.729±0.002 ^A	0.443±0.006 ^C	28.48±0.26 ^A	-0.80±0.06 ^C	19.50±0.74 ^B	34.53±0.60 ^{NS}
B	0.875±0.003 ^D	0.458±0.002 ^D	29.81±0.40 ^B	-1.37±0.10 ^B	18.09±1.84 ^B	34.93±0.86
C	0.789±0.002 ^C	0.376±0.001 ^B	30.59±0.48 ^B	-1.60±0.05 ^A	15.61±1.70 ^A	33.87±1.55
D	0.954±0.002 ^E	0.484±0.002 ^E	29.94±1.19 ^B	-1.47±0.11 ^B	18.30±2.28 ^B	35.15±2.15
E	0.762±0.004 ^B	0.367±0 ^A	29.82±1.20 ^B	-0.80±0.19 ^C	19.10±2.84 ^B	35.49±1.93

¹⁾Refer to the Table 1.

All values are mean ± SD (n=5).

^{A-E}Means with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan’s multiple range test. NS; not significant.

Table 3. Total sugar, reducing sugar, total phenol and flavonoids contents according to mixing ratio of hot-air and freeze dried the aged black ginger (mg/g, extract)

Sample code ¹⁾	Total sugar	Reducing sugar	Total phenol	Flavonoids
A	477.39±7.55 ^B	85.93±3.35 ^{AB}	41.75±1.01 ^D	11.20±0.10 ^B
B	474.83±6.27 ^B	80.59±2.28 ^A	35.94±0.63 ^{BC}	8.27±0.95 ^A
C	545.28±6.93 ^C	91.05±3.47 ^B	34.43±0.60 ^A	7.87±0.50 ^A
D	425.63±5.05 ^A	102.85±4.28 ^C	36.97±0.70 ^C	11.81±0.41 ^B
E	591.56±2.68 ^D	146.22±3.73 ^D	35.49±1.03 ^{AB}	7.70±0.13 ^A

¹⁾Refer to the Table 1.

All values are mean ± SD (n=5).

^{A-D}Means with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

갈변반응에 관여되었기 때문이라 추정된다[15]. 인삼 추출액의 총당 함량은 동결건조 시 가장 높았고 열풍건조 시 가장 낮았는데, 건조과정 중 열처리에 의해 시료의 색깔 변화와 카라멜화가 동반되어 총당의 함유율이 감소되었다는 보고[15]와도 본 연구결과와는 비슷한 경향이였다. 일반적으로 천연식물류 중 총 페놀 화합물을 비롯한 유효성분은 동결건조 시 열풍건조에 비해 잔존량이 많은 것으로 알려져 있다[25]. 반면에 대추를 열수에 30초간 담금 처리한 후 건조시켰을 때 천일 및 냉풍건조에 비해 열풍건조 시료에서 총 페놀 및 플라보노이드 함량이 다소 높았다는 보고[22]도 있다.

이와 같이 천연식물류에서 열처리로 페놀 화합물의 함량에 차이를 보이는 것은 식품을 고온에서 열처리 할 경우 세포벽이 파괴됨으로써 유효성분의 분리가 용이하여 추출액의 페놀 및 플라보노이드 용출량이 증가되었기 때문이며[39], 혼합물의 입자의 형태, 입자의 크기, 비중, 입자 표면의 특성, 혼합비율 및 방법 등에 따라 균일성이 달라질 수 있는데[19], 혼합된 분말시료의 환원당 함량이 각 분말시료에 비해 더 낮은 값을 보인 것은 혼합에 의한 시료간의 상호작용에 의한 추출 효율 및 용해도 등의 차이 때문이라 추정된다.

Gingerol 및 shogaol 함량

건조방법과 혼합비를 달리한 5종의 흑생강 분말에서 gingerol 및 shogaol 함량을 HPLC로 분석한 결과는 Table 4와 같다. 8-Gingerol의 함량이 가장 많았으며, 다음으로 10-gin-

gerol, 6-shogaol 및 6-gingerol의 순이었다. 6-Gingerol의 함량은 건조방법에 따른 유의차가 없었으나, 그 외 성분은 열풍건조 시료에서 유의적으로 높은 경향이였다. 혼합시료에서는 열풍건조 시료의 함유율이 많을수록 gingerol과 shogaol 함량이 유의적으로 높았는데, 특히 열풍과 동결건조 시료를 8:2로 혼합한 "A"는 열풍건조 시료 "D"에 비해서도 유의적으로 높은 함량이였다.

생강의 주요 지표성분인 gingerol 함량에서 열풍 및 동결건조에 따른 유의차는 없었으나, 생시료에 비해서는 유의적으로 감소되었다는 보고가 있다[24]. 반면에 항온습습기(80℃, 85% 습도)를 이용한 숙성 생강의 제조 시 10일째에 6-gingerol의 함량이 생시료에 비해 증가되어 가장 많은 함량이였으며, 다음으로 6-shogaol, 8-gingerol, 10-gingerol의 순이었으며, 숙성기간이 경과됨에 따라 6-gingerol은 감소되며, 6-shogaol은 숙성 30일경에 생시료에 비해 약 4.1배 증가되었다는 보고도 있다[33].

Gingerol과 shogaol은 생강의 주요 매운맛 성분으로 특히, 6-gingerol은 인지질 산화억제에 관여하는 항산화 활성을 지니며[1], 6-shogaol은 신선한 생강 중에는 존재하지 않으나, 가공 시 pH가 산성이며 온도가 높아질수록 gingerol로부터 빠르게 전환되어 생강 특유의 자극성 완화 및 항산화 활성에 변화를 초래할 수 있는 물질로 알려져 있다[17, 33]. 본 연구에 사용된 흑생강은 열처리에 의한 숙성 생강으로 장시간 숙성하는 과정 중 6-shogaol 함량이 증가되었으며, 이를 열풍건조할 경

Table 4. Gingerol and shogaol contents according to mixing ratio of hot-air and freeze dried the aged black ginger (µg/g, dried power)

Sample code ¹⁾	6-Gingerol	8-Gingerol	10-Gingerol	6-Shogaol
A	41.08±0.48 ^B	2,062.46±3.34 ^E	680.32±1.38E	258.01±1.03 ^E
B	32.41±4.98 ^A	1,887.94±5.64 ^B	627.32±1.25 ^B	229.68±1.72 ^C
C	31.26±0.31 ^A	1,859.90±0.55 ^A	617.19±0.19 ^A	219.72±0.45 ^A
D	35.13±0.79 ^A	1,968.30±4.41 ^D	649.03±1.75 ^D	244.82±1.11 ^D
E	33.45±0.31 ^A	1,930.21±3.39 ^C	639.00±1.16 ^C	223.62±0.88 ^B

¹⁾Refer to the Table 1.

All values are mean ± SD (n=5).

^{A-E}Means with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

우 gingerol 및 shogaol 함량이 더 증가된 것으로 판단되므로 흑생강의 2차 가공품 제조 시 열풍건조는 기능성 및 산업적인 측면에서 효율적인 방법이라 판단된다.

콜레스테롤 흡착활성

건조방법 및 혼합비에 따른 흑생강 분말의 콜레스테롤 흡착 활성을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 흑생강 분말의 0.5% 추출액에 대한 콜레스테롤 흡착활성은 34.12~42.47%의 범위였는데, 동결건조 시료 "E"에서 42.47%로 타 시료에 비해 유의적으로 높았다. 혼합시료 "A" 및 "C"는 혼합비에 따른 유의차를 보이지 않았으나, 시료 "B"보다는 유의적으로 높은 활성이었다.

고추씨 에탄올 추출물은 10% 농도에서 콜레스테롤 흡착활성이 60%로 높았는데[46], 이는 시료 중 40~65%를 차지하고 있는 식이섬유소[28]와 flavonoids, phenolics, quercetin, luteolin 및 capsaicinoids 등의 물질과 관련이 있다고 보고되어 있다[11]. 생강에서 추출한 gingerol을 고지방식이성 비만 유발 흰쥐에 30일간 급이시킨 결과 고지방식이 급이군에 비해 혈액 및 간 조직 중 콜레스테롤 수준이 현저하게 감소되었는데, 이는 gingerol이 식이지방의 장내 흡수지연에 관여하였기 때문이라고 고찰되어 있다[41]. 또한 3T3-L1 지방세포에서 TNF- α 의 유의적인 억제에는 6-gingerol보다 6-shogaol의 영향이 더 뚜렷하였다는 보고도 있다[14]. 따라서 본 연구결과 흑생강 분말의 콜레스테롤 흡착활성은 조성유 함량(건물량 기준, 7.3%)[32] 뿐만 아니라 페놀성 화합물, gingerol 및 shogaol 등의 성분도 관여된 것으로 추정된다.

항산화 활성

건조방법 및 혼합비를 달리한 5종의 흑생강 분말로부터 80% 메탄올 추출액(100~2,000 $\mu\text{g/ml}$)의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성과 환원력을 측정한 결과는 Fig. 2와 같다.

DPPH 라디칼 소거활성은 500 $\mu\text{g/ml}$ 이상의 농도에서 시

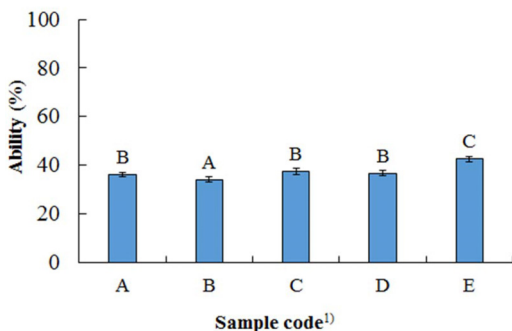


Fig. 1. Cholesterol absorption ability according to mixing ratio of hot-air and freeze dried the aged black ginger.

¹⁾Refer to the Table 1. All values are mean \pm SD ($n=4$).
^{A-C}Means with different superscripts in the different sample are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

료 "A"의 활성이 유의적으로 높았는데, 1,000 $\mu\text{g/ml}$ 농도에서 60% 이상의 활성을 보인 반면 그 외 시료에서는 50% 미만에 불과하였다. 시료 "D"와 "E"는 100~200 $\mu\text{g/ml}$ 농도에서 열풍건조 시료 "D"의 활성이 유의적으로 높았으나, 500~1,000 $\mu\text{g/ml}$ 의 농도범위에서는 시료간에 유의차가 없었다(Fig. 2A). ABTS 라디칼 소거활성은 500 $\mu\text{g/ml}$ 의 농도에서 모든 시료가 60% 이상의 활성을 보였으며, 특히 시료 "A"에서 유의적으로 높았다. 또한 1,000 $\mu\text{g/ml}$ 이상의 농도에서는 모든 시료에서 90% 이상의 활성으로 통계적인 유의차는 있으나, 시료간에 대차는 없었다. ABTS 라디칼 소거활성도 동결건조 시료에 비해 열풍건조 시료의 활성이 유의적으로 높았다(Fig. 2B). 환원력도 열풍건조 시료 "D"가 동결건조 시료 "E"에 비해 유의적으로 높은 활성이었으며, 혼합시료에서도 열풍건조 시료의 함유량이 많아질수록 활성이 증가하였다(Fig. 2C).

생강의 순차 용매 추출액 중 hexan 추출액에서 gingerol 및 shogaol 함량이 가장 많았으며[31], DPPH 라디칼 소거활성은 hexan 및 ethylacetate 분획물이 유사하였으며, 환원력은 hexan

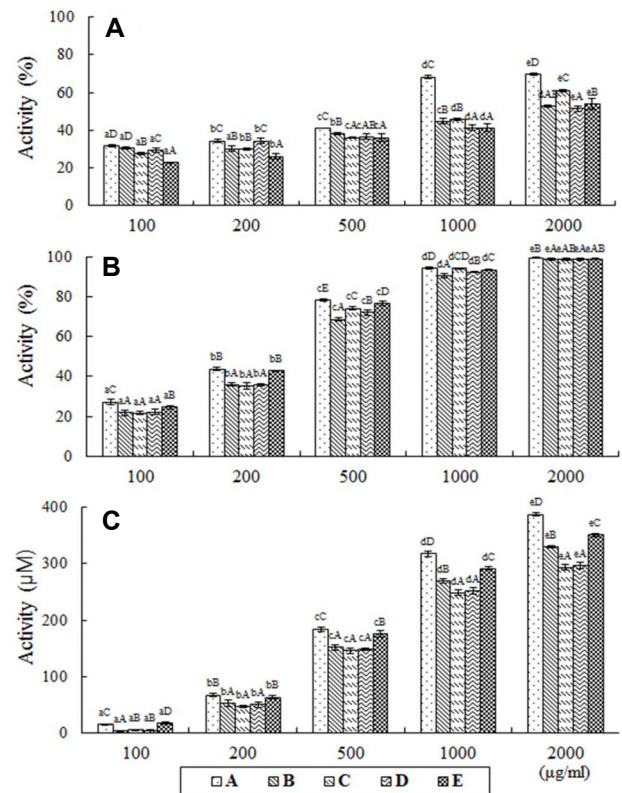


Fig. 2. Antioxidant activities according to mixing ratio of hot-air and freeze dried the aged black ginger. (A); DPPH radical scavenging activity, (B); ABTS radical scavenging activity, (C); Reducing power by FRAP assay. All values are mean \pm SD ($n=4$). Means with different superscripts in the same sample (a-e) and the same concentration (A-E) are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

분획물에서 가장 높은 활성이었는데, 이는 추출액 중의 gingerol 및 shogaol 뿐만 아니라 페놀 화합물의 함량이 많았기 때문이라고 고찰되어 있다[32]. 열수에 30초간 담금처리 후 열풍건조시킨 대추는 천일 및 냉풍건조 시료에 비해 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성이 높았는데, 시료 중의 페놀 및 플라보노이드 함량과 건조과정 중에 생성된 maillard 반응물질에 기인된 것으로 보고되어 있다[22]. 향온향습기를 이용한 열처리 시 숙성 대추의 DPPH 라디칼 소거활성은 250 µg/ml 이상의 농도에서 비숙성 대추에 비해 높았으며, 시료 중의 페놀 화합물의 함량에 의존적이라는 보고도 있다[13]. 이와 같이 향온향습 상태에서 장시간의 열처리에 의해 숙성된 마늘[42], 양파[49]는 비숙성 시료에 비해 항산화 활성이 현저하게 높았는데, 주로 고분자의 melanoidin 화합물에 기인되며, 또한 식품의 건조 과정에서 생성된 maillard 갈변물질도 항산화 기작에 관여하는 것으로 알려져 있다[20].

6-Gingerol은 생강에 0.1~0.3% 정도 함유된 항산화 물질로 알려져 있다[1]. 생강으로부터 분획된 6-gingerol의 DPPH 라디칼 소거활성은 아스코르브산의 95%에 해당되며, 6-gingerol이 제거된 생강 추출물에서 발휘되는 항산화 활성은 gingerol 이외의 항산화성 물질의 존재를 의미한다는 보고도 있다[30].

따라서 본 연구에서 숙성 흑생강의 열풍건조 시료에서 높은 항산화 활성을 보인 것은 gingerol, shogaol 뿐만 아니라 페놀, 플라보노이드 등의 물질에 기인된 것으로 판단된다. 더욱이 발효된 대두, 미강 및 홍삼을 다양한 비율로 배합된 혼합물에서 라디칼 소거활성이 각 원료에 비해 높아 혼합물의 사용이 단일 원료보다 기능성 측면에서 효율적이라는 보고[44]는 본 실험결과와 유사한 경향이었다.

상기의 연구결과에서 열풍 및 동결건조 시료를 8:2(w/w)로 혼합한 시료는 총페놀, 플라보노이드, gingerol 및 shogaol 등의 성분이 많았으며, 일반적으로 열풍건조는 동결건조에 비해 건조비용이 저렴하므로[12] 기능성 및 경제적 측면에서 가장 우수하다고 판단된다.

감사의 글

본 연구결과는 중소기업청에서 지원하는 2016년도 산학연 협력 기술개발사업(No. C0443453)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

References

- Aeschbach, R., Loliger, J., Scott, B. C., Murcia, A., Butler, J., Halliwell, B. and Aruoma, O. I. 1994. Antioxidant actions of thymol, carbacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol. *Food Chem. Toxicol.* **32**, 31-36.
- Ban, Y. J., Baik, M. Y., Hahm, Y. Y., Kim, H. K. and Kim, B. Y. 2010. Optimization of processing conditions for making a black ginger and design mixture for black ginger drinks. *J. Food Eng.* **14**, 112-117.
- Benzie, I. F. F. and Strain, J. J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Anal. Biochem.* **239**, 70-76.
- Beom, H. J., Kang, D. J., Lee, B. D., Shon, J. H., Im, J. S. and Eun, J. B. 2007. Physicochemical characteristics of powder from hot air and freeze dried leaves and roots of *Acorous calamus* L. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **36**, 1451-1457.
- Blois, M. S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* **181**, 1199-1200.
- Cho, K. M., Jeong, S. H. and Seo, W. T. 2015. Physicochemical properties and biological activities of black garlic (*Allium sativum* L.) shoot. *J. Agric. Life Sci.* **49**, 189-199.
- Chun, Y. G. and Chung, H. Y. 2011. Quality properties of fermented gingers. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **43**, 249-254.
- Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebert, P. A. and Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substance. *Anal. Chem.* **28**, 350-356.
- Ezhilarasi, P. N., Indrani, D., Jena, B. S. and Anandharamakrishnan, C. 2013. Freeze drying technique for microencapsulation of garcinia fruit extract and its effect on bread quality. *J. Food Eng.* **117**, 513-520.
- Gutfinger, T. 1981. Polyphenols in olive oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **58**, 966-968.
- Hasler, C. M. 1998. Functional foods: their role in disease prevention and health. *Food Technol.* **52**, 63-69.
- Hong, J. H. and Lee, W. Y. 2004. Quality characteristics of osmotic dehydrated sweet pumpkin by different drying methods. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **33**, 1573-1579.
- Hong, J. Y., Nam, H. S., Yoon, K. Y. and Shin, S. R. 2012. Antioxidant activities of extracts from fermented black jujube. *Kor. J. Food Preserv.* **19**, 901-908.
- Isa, Y., Miyakawa, Y., Yanagisawa, M., Goto, T., Kang, M. S., Kawada, T., Morimitsu, Y., Kubota, K. and Tsuda, T. 2008. 6-Shogaol and 6-gingerol, the pungent of ginger, inhibit TNF-alpha mediated downregulation of adiponectin expression via different mechanisms in 3T3-L1 adipocytes. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **373**, 429-434.
- Jang, S. A. and Moon, S. K. 2005. Analysis of total sugar by extraction condition and material to develop the extraction process of ginseng polysaccharide. *Kor. J. Food Preserv.* **12**, 367-371.
- Jeon, Y. H., Lee, J. W., Son, Y. J. and Hwang, I. K. 2016. Characteristics and sensory optimization of taro (*Colocasia esculenta*) under different aging conditions for food application of black taro. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **48**, 133-141.
- Jo, K. S. 2000. Analysis of gingerol compound of raw ginger and its paste by high performance LC/MS. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **29**, 747-751.
- Kim, D. E. 2007. Shading light and covering mantle method influence to grow and quantity of ginger. MS dissertation, Gong-Ju University, Gong-Ju, Korea.
- Kim, K. S. 1987. Effect of mixing ratios of active ingredient on content uniformity tablets. *Yakhak Hoeji* **31**, 343-346.
- Kim, J. H., Kwak, D. Y., Choi, M. S. and Moon, K. D. 1999.

- Comparison of the chemical compositions of Korean and Chinese safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Kor. J. Nutr.* **31**, 912-918.
21. Kim, J. S., Koh, M. S., Kim, Y. H., Kim, M. K. and Hong, J. S. 1991. Volatile flavor components of Korean ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Kor. J. Food Sci. Technol.* **23**, 141-149.
 22. Kim, J. W., Lee, S. H., No, H. K., Hong, J. H., Park, C. S. and Youn, K. S. 2013. Effects of pretreatment and drying methods on quality and antioxidant activities of dried jujube (*Zizyphus jujuba*) fruit. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **42**, 1242-1248.
 23. Kim, J. Y., Lee, Y. C., Kim, Y. C., Kim, Y. B. and Choi, H. W. 2016. Research on processing properties of yam (*Discorea batatas*) by drying methods and milling methods. *Food Eng. Prog.* **20**, 307-313.
 24. Kim, M. H., Kim, M. K., Yu, M. S., Song, Y. B., Seo, W. J. and Song, K. B. 2009. Dehydration of sliced ginger using maltodextrin and comparison with hot-air dried and freeze-dried ginger. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **41**, 146-150.
 25. Kim, M. J., Kim, I. J., Nam, S. Y., Lee, C. H., Un, T. and Song, B. H. 2006. Effects of drying methods on content of active components, antioxidant activity, and color values of *Saururus chinensis* Bail. *Kor. J. Med. Crop Sci.* **14**, 8-13.
 26. Kim, Y. J., Lee, Y. G., Choi, Y. W. and Kim, Y. C. 2008. Effects of drying conditions on the profile of volatile terpenoid and colour of Schizandra fruit (*Schizandra chinensis* Fruehlich). *J. Life Sci.* **18**, 1066-1071.
 27. Ko, J. W., Lee, W. Y. and Lee, J. H. 1999. Absorption characteristics of dried shiitake mushroom powder using different drying methods. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **31**, 128-137.
 28. Ku, K. H., Choi, E. J. and Park, J. B. 2008. Chemical component analysis of red pepper seeds with various cultivars. *Food Sci. Biotechnol.* **37**, 1084-1089.
 29. Kurozawa, L. E., Terng, I., Hubinger, M. D. and Park, K. J. 2014. Ascorbic acid degradation of papaya during drying: Effect of process conditions and glass transition phenomenon. *J. Food Eng.* **123**, 157-164.
 30. Lee, B. S., Ko, M. S., Kim, H. J., Kwak, I. S., Kim, D. H. and Chung, B. W. 2006. Separation of 6-gingerol from ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) and antioxidative activity. *Kor. J. Biotechnol. Bioeng.* **21**, 484-488.
 31. Lee, E. J., Yang, S. A., Choi, H. D., Im, H. G., Whang, K. and Lee, I. S. 2011. Comparison of gingerols in various fractions and the antioxidant effects of supercritical fluid extracts from ginger. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **43**, 469-474.
 32. Lee, H. R., Lee, J. H., Park, C. S., Ra, K. R., Ha, J. S., Cha, M. H., Kim, S. N., Choi, Y. M., Hwang, J. B. and Nam, J. S. 2014. Physicochemical properties and antioxidant capacities of different parts of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **43**, 1369-1379.
 33. Lee, M. H., Kim, K. T. and Lee, K. H. 2012. Quality characteristics of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) as the ripening periods. *J. Fd. Hyg. Safety* **27**, 479-486.
 34. Lee, S. J., Shin, S. R. and Yoon, K. Y. 2013. Physicochemical properties of black doraji (*Platycodon grandiflorum*). *Kor. J. Food Sci. Technol.* **45**, 422-427.
 35. Miller, G. L. 1959. Use of dinitrosalicylic and reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* **31**, 426-428.
 36. Moon, J. H., Kim, R. S., Choi, H. D. and Kim, Y. S. 2010. Nutrient composition and physicochemical properties of Korean taro flours according to cultivars. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **42**, 613-619.
 37. Moreno, M. I. N., Isla, M. I., Sampietro, A. R. and Vattuone, M. A. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J. Ethnopharmacol.* **71**, 109-114.
 38. Park, S. J., Lee, J. S., Hoe, Y. H., Moon, E. Y. and Kang, M. H. 2008. Physiology activity of barley leaf using different drying methods. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **37**, 1627-1631.
 39. Peleg, H., Naim, M., Rouseff, R. L. and Zehavi, U. 1991. Distribution of bound and free phenolic acids in oranges (*Citrus sinensis*) and grapefruit (*Citrus paradisi*). *J. Sci. Food Agric.* **57**, 417-426.
 40. Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Riceevans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.* **26**, 1231-1237.
 41. Saravanan, G., Ponnurugan, P., Deepa, M. A. and Senthilkumar, B. 2014. Antiobesity action of gingerol: effect on lipid profile, insulin, leptin, amylase and lipase in male obese rats induced by a high-fat diet. *J. Sci. Food Agric.* **94**, 2972-2977.
 42. Shin, J. H., Choi, D. J., Lee, S. J., Cha, J. Y., Kim, J. G. and Sung, N. J., 2008. Changes of physicochemical components and antioxidant activity of garlic during its processing. *J. Life Sci.* **18**, 1123-1131.
 43. Soh, H. S., Kim, C. D. and Lee, S. P. 2003. A new *in vitro* assay of cholesterol adsorption by food and microbial polysaccharides. *J. Med. Food* **6**, 225-230.
 44. Son, J. H. and Ha, B. J. 2013. Antioxidative and antiaging effects of fermented soybean, rice bran, and red ginseng by mixed ratios. *J. Food Hyg. Safety* **28**, 354-359.
 45. Song, S. B., Ko, J. Y., Kim, J. I., Lee, J. S., Jung, T. W., Kim, K. Y., Kwak, D. Y., Oh, I. S. and Woo, K. S. 2013. Changes in physicochemical characteristics and antioxidant activity of adzuki bean and adzuki bean tea depending on the variety and roasting time. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **45**, 317-324.
 46. Song, W. Y., Kim, Y. N., Chun, S. S., Ku, K. H. and Choi, J. H. 2011. Effects of ethanol extracts from red pepper (*Capsicum annuum* L.) seeds on cholesterol adsorption capacity UDP-glucuronyl transferase activity. *J. Life Sci.* **21**, 829-837.
 47. Sung, K. C. 2010. A study on the pharmaceutical characteristics and analysis of natural ginger extract. *J. Kor. Oil Chemists' Soc.* **27**, 266-272.
 48. Yang, C. S. T. and Atallah, W. A. 1985. Effect of four drying methods on the quality of intermediate moisture lowbush blueberries. *J. Food Sci.* **50**, 1233-1237.
 49. Yang, Y. R. and Park, Y. K. 2011. Black onions manufactured via the browning reaction and antioxidant effects of their water extracts. *Kor. J. Food Preserv.* **18**, 310-318.

초록 : 열풍 및 동결건조에 따른 숙성 흑생강의 이화학적 특성 및 항산화 활성

김훈환^{1†} · 이수정^{2†} · 정윤호³ · 김성희^{1,2} · 성낙주^{1,4*}

(¹경상대학교 식품영양학과, ²경상대학교 농업생명과학연구원, ³남해군흑마늘주식회사, ⁴경상대학교 기초과학연구소)

흑생강의 기능성 극대화와 산업화를 위하여 건조방법과 혼합비를 달리한 흑생강 분말의 이화학적 특성과 항산화 활성을 비교·분석하였다. 시료의 조제는 열풍 및 동결건조시킨 흑생강 분말과 이들의 혼합비에 따라 각각 시료 "A" (8:2), "B" (5:5), "C" (2:8), "D" (10:0) 및 "E" (0:10)로 구분하였다. 시료의 수분흡수지수와 수분용해지수는 동결건조 시료에서 유의적으로 높았으며, 동결건조 시료의 비율이 클수록 수분흡수지수가 유의적으로 증가되는 경향이였다. 갈색물질의 함량은 동결건조에 비해 열풍건조한 시료에서 유의적으로 높았으나, 시료의 색차는 모든 시료에서 유의차가 없었다. 총당 및 환원당 함량은 열풍건조에 비해 동결건조 시료에서 유의적으로 높았는데, 혼합시료 중 총당은 동결건조 시료의 함량이 많아짐에 따라 유의적으로 증가되었다. 총 페놀 및 플라보노이드 함량은 동결건조보다 열풍건조 시료에서 많았으며, 혼합시료에서도 열풍건조 시료의 첨가량이 많을수록 유의적으로 증가되었다. Gingerol과 shogaol 함량은 혼합시료 "A"에서 유의적으로 높았으나, 6-gingerol은 건조방법에 따른 유의차가 없었다. 콜레스테롤 흡착활성은 동결건조 시료 "E"에서 유의적으로 높았다. DPPH 라디칼 소거활성은 건조방법에 따른 유의차가 적었으나, ABTS 라디칼 소거활성 및 환원력은 열풍건조 시료가 동결건조 시료에 비해 유의적으로 높았으며, 혼합시료에서는 "A"의 활성이 유의적으로 높았다. 따라서 열풍건조된 흑생강은 동결건조에 비해 품질이나 기능성 측면에서 우수하였으며, 특히 열풍 및 동결건조 시료를 8:2(w/w)로 혼합한 경우 기능성이나 산업성이 가장 우수한 것으로 판단되었다.