

분자압축탈수 방법과 탈수액을 이용한 건조생강의 품질평가

이현석¹ · 김병삼¹ · 차환수¹ · 권기현^{1*}
¹한국식품연구원

Quality Evaluation of Ginger Dried using a Molecular Press Dehydration Method or Employing a Dehydration Liquid

Hyun-Seok Lee¹, Byeong-Sam Kim¹, Hwan-Soo Cha¹
and Ki-Hyun Kwon^{1*}

¹Korea Food Research Institute, Sungnam 463-746, Korea

Abstract

The qualities of ginger prepared by an MPD (molecular press dehydration) method using maltodextrin, or dried using reused dehydration liquid, or prepared by freeze-drying or hot-air drying, were compared in terms of approximate overall composition, color, water absorption index, water solubility index, total sugar level, reducing sugar concentration, antioxidant activity, and gingerol content. The approximate composition of ginger prepared by the MPD method was lower in overall biochemical content than were those of gingers prepared using other methods. Ginger prepared by the MPD method retained the original ginger color. The water absorption and solubility index of ginger prepared by the MPD method (using maltodextrin) were better than those of gingers dried using other methods. The total sugar content did not change noticeably upon processing. The reducing sugar content of ginger prepared by hot-air drying was low. The antioxidant activity of ginger prepared by the MPD method was higher than that of freeze-dried and hot air-dried ginger samples, with values lower than those of BHA (3(2)-t-Butyl-4-hydroxyanisole) and BHT (2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol). The gingerol content of ginger prepared by the freeze-drying method was higher than that of gingers prepared by other methods. However, ginger constituents were present in the dehydration liquid used in the MPD method. The results indicate that both the MPD method (using maltodextrin) and the use of reused dehydration liquid are efficient methods by which ginger can be dried.

Key words : Ginger, Molecular press dehydration method, Quality evaluation

서 론

생강(*Zingiber officinale Roscoe*)은 독특한 향과 매운맛을 지니고 있어 유사 이전부터 전 세계적으로 애용되고 있는 향신료 중의 하나이다(1). 열대아시아 등의 지역이 원산지로서 추정되며 생강과(*Zingiberaceae*)에 속하는 다년생 초본 식물의 근경으로 독특한 향기와 맛을 지니고 있는 향신료로서 의 역할을 하며 여러 가지 약리작용과 생체에 대한 보호 작용 등의 기능성을 지니고 있다(2,3). 생강의 국내 생산량은 4만여 톤으로 주로 향신 양념인 다대기 또는 생강차로

이용되고 있으며 세계적으로는 건조된 형태로 연간 100,000톤 정도 이용된다(4). 생강은 10℃이하에서 생리적 장애를 가지고 18℃이상에서 발아되어 저장관리가 어려워 여러 가지 문제점을 가지고 있어서 장기간 저장을 위해 건조를 한다(5).

일반적으로 건조식품의 경우에는 저장온도 및 저장상태, 포장재의 방습조건 등이 적합하지 않으면 저장기간 중 품질 변화가 심하게 일어난다(6). 저장기간을 증대시키기 위한 대표적인 방법으로 열풍건조, 동결건조, 삼투압건조 등이 사용되며(7) 열풍건조는 기존의 건조방법 중 경제적인 장점이 있지만 건조 중 높은 온도에 의하여 색, 영양성분, 맛 등의 손실이 발생하며 세포조직의 급격한 수축으로 인한

*Corresponding author. E-mail : kkh@kfri.re.kr,
Phone : 82-31-780-9150, Fax : 82-31-780-9144

여러 가지 문제점을 가지게 된다(8). 동결건조는 맛, 향기 성분, 기능성 성분 등의 손실이 적고 조직의 손실이 크게 파괴되지 않지만(9) 에너지 비용이 높기 때문에 저가 채소류에는 적합하지 않으며 건조시간이 길기 때문에 제한적으로 사용되고 있다(10). 삼투압건조의 문제가 되는 용질 침투 현상은 plasmolysis 원리에 의한 물질 이동 현상을 설명하는 것이 대부분이고 분자량이 큰 용질에 대한 cytorrhysis 현상 즉, 세포벽의 붕괴 현상과 관련된 탈수 및 건조에 대한 연구가 부족하다(11). 기존의 건조방법과는 다르게 maltodextrin을 이용하여 건조하는 방법을 사용하여 용질 침투 현상을 보완하고 시료의 세공 크기보다 큰 용질을 이용한 건조에 관한 연구가 보고되어있다(12,13). 최근에는 원형질막 분리 현상이 일어나지 않고 세포벽을 경계로 생긴 압력에 의해 탈수되는 현상(cytorrhysis)을 이용하는 분자압축탈수 방법(14)을 활용하고 있다. 삼투압의 plasmolysis 원리를 적용하여 저분자의 탈수제가 세포벽을 통과하여 세포막을 분리, 수축하면서 탈수 한다면 분자압축 탈수방법은 고분자의 탈수제가 분자운동하여 세포벽과 막을 함께 수축하면서 탈수하는 차이가 있다. 이러한 분자압축 탈수법은 Lee 등(15)의 연구에서 인삼을 적용한 인삼분말의 품질특성에 관한 연구에서도 보고되어있다.

이에 본 연구는 건조 방법 중의 하나인 cytorrhysis 원리를 이용하여 수용성 고분자 물질이며 점도가 낮고, 식품 첨가제로 허용된 maltodextrin을 사용하여 건조된 생강과 탈수 과정에서 발생한 탈수액을 maltodextrin 대신 재사용하여 건조된 생강을 동결건조, 열풍건조한 생강과의 품질을 비교함으로써 건조생강의 유통기한과 품질개선을 나타내고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에서 사용한 생강은 충청남도 서산시에서 2009년에 수확한 것으로 당일 서산농협에서 구입하여 외관이 양호한 상태의 생강을 구별한 후 상처와 부패가 없는 것을 선별하여 사용하였다. 탈수제로 이용된 Maltodextrin (Maltodextrin, Dae Sang Co., Seoul, Korea)는 수분함량 10.0%이하의 제품으로 선별 후 구입하여 사용하였다.

시료 전처리

분자압축 탈수건조의 공정은 Fig. 1에 나타내었으며 실험에 적용하게 위하여 1~1.5 mm로 절단된 생강 시료 200 g를 분말 형태의 탈수제를 중량에 대비하여 80%(w/w)을 각각 첨가한 후, LDPE 혼합용기에 잘 혼합하여 2~3 rpm의 속도를 유지하여 7시간 탈수를 진행 하였다. 탈수 후 시료를 3000 rpm에서 5분 동안 원심 분리하여 탈수 건조물은 30℃

incubator에서 방치하여 건조하였다. 탈수액은 생강 시료에 분말형태의 탈수제를 대신하여 동일한 방법으로 건조하였다. 동결건조는 동결건조 선반에 1 kg 적재하여 -20℃조건에서 48시간 동결 후 동결건조기(PVTFD100R, Ilshin Lab Co., Yangju-gun, Korea)에서 72시간 동결건조 하였다. 열풍건조는 열풍건조기(HK-DO1000F, 한국종합기기제작소, Hwaseong, Korea)를 사용하여 60℃온도 설정하여 채반에 1 kg 적재하여 72시간 열풍건조 하였다. 이후 건조된 모든 시료는 제품분석에 사용되었다.

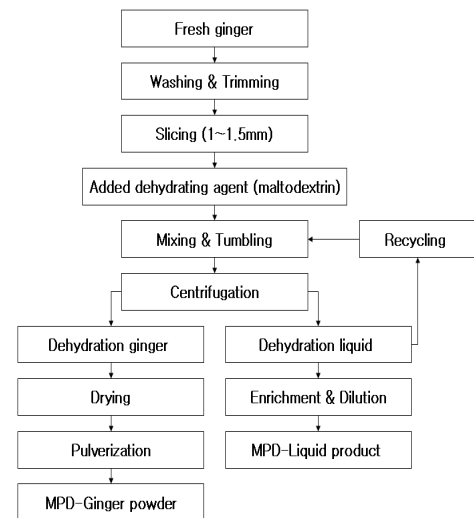


Fig. 1. Processing procedure of molecular press dehydration (MPD) in drying of ginger.

일반 성분

일반성분 분석은 식품공전(16)에 명시된 분석법에 따라 측정하였다. 즉 수분은 각각 3 g의 시료를 105℃에서 상압가열건조법에 의해 측정하였고, 회분은 각각 3 g를 550℃에서 회화시켜 측정하였으며, 조단백질은 탈수건조 처리된 생강 10 g씩을 microkjeldahl법에 의해 질소량을 구하고 질소계수(5.71)를 곱하여 계산하였다. 조지방은 각각 4 g씩을 Soxhlet법에 의해서 측정하였으며, 시료 100 g를 기준으로 수분, 회분, 조단백질, 그리고 조지방의 함량을 제외시킨 값으로 탄수화물의 함량을 산출하였다. 각 시료의 분석은 각각 3회 반복하여 평균값과 표준편차를 나타내었다.

색 도

색도 측정은 표준백판(L = 97.47, a = -0.02, b = 1.67)으로 보정된 Colorimeter (CR-300 Minolta Chromameter, Minolta Camera Co., Osaka, Japan)를 이용하여 시료군 마다 3회 반복하며 Hunter L (+White, -Black), a (+Red, -Green) 및 b (+Yellow, -Blue)값을 측정 후 값을 분석 하였으며, 모든 시료는 각 3회 반복 측정하여 평균값과 표준편차를 구하였다.

수분흡수지수(WAI) 및 수분용해지수(WSI)

분자압축 탈수 건조된 생강, 열풍건조 및 동결 건조된 생강분말의 이화학적 특성을 알아보기 위하여 각기 다른 건조방법에 의하여 수분흡수지수 및 수분용해지수를 Anderson 등(17)의 방법에 따라 측정하였다. 2.5 g의 시료를 40 mL의 증류수를 넣은 원심분리관에서 분산시키고 incubator에서 10분마다 흔들며 주면서 30분간 방치한 다음 400 rpm에서 20분 동안 원심분리 하였다. 가라앉은 잔사의 무게를 측정하여 수분흡수지수(Water absorption index : WAI)를 산출하였으며 상등액은 열풍건조기(HK-DO1000F, 한국중합기기제작소, Hwaseong, Korea)에서 105°C 상압가열 건조법으로 건조 후 수분함량과 고형분의 양을 구하여 수분용해지수(Water solubility index : WSI)를 산출하였다. 이때 WAI는 건조시료 1g에 함유된 수분함량(g)으로 나타내었으며 WSI는 상기 조건에서 상등액으로 용해된 것을 백분율로 나타내었다.

$$WAI = \frac{C}{A}, \quad WSI = \frac{B}{A} \times 100$$

A : 처음 시료의 무게(g)

B : 원심분리 후 상등액에 용해된 시료의 무게(g)

C : 원심분리 후 침전물의 무게(g)

총 당

총당은 각각의 시료 10 g를 100 mL volumetric flask에 넣고 온도조건을 30°C에서 증류수를 정용하여 희석하였다. 희석된 용액을 test tube에 0.6 mL 넣고 5%(v/v) phenol (Shinyo Pure Chemicals Co., Ltd., Osaka, Japan)용액 0.36 mL를 첨가한다. 여기에 95% 황산(Deajung Chemicals & Metals Co., Ltd., Siheung, Korea) 2.16 mL를 가하고 voltex mixer를 사용하여 5~10초간 강하게 혼합한 후 30분 동안 상온에 방치 하였다. Spectrometer (V-530, Jasco Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 480 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 곡선 검량선을 작성하기 위해 1 mM농도의 포도당 용액을 0.1~0.6 mL를 넣고 동일한 방법으로 Glucose standard curve를 이용하여 총당을 구하였다(18).

환원당

환원당은 각각의 시료 10 g을 100 mL volumetric flask에 넣고 온도조건을 30°C에서 증류수를 정용하여 희석하였다. 희석된 용액 1 mL를 test tube에 넣고 Dinitro-salicylic acid (DNS) reagent 1 mL를 가하여 잘 섞은 후 95~100°C 물에서 15동안 중탕 시켰다. 상온에서 충분히 식힌 후 증류수 3 mL를 넣어 voltex mixer를 사용하여 5~10초간 강하게 혼합 하였다. Spectrophotometer (V-530, Jasco Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 546 nm에서 흡광도를 측정하였다. Glucose standard curve를 이용하여 환원당 함량(%)을 구하였다(19).

DPPH 항산화활성

항산화활성측정은 Kim 등(20)의 방법과 Ku 등(21)의 방법을 적용하여 각각의 추출물에 대한 DPPH의 전자공여효과로서 각 시료의 환원력을 측정하였다. 시료의 추출은 1 g 시료에 9 mL 99% ethanol용액에서 2시간 동안 추출 후 상등액을 사용하였다. 즉, 추출물 0.2 mL에 4×10^4 DPPH용액(99% ethanol에 용해) 0.8 mL, 99% ethanol 2 mL를 가하여 총액의 부피가 3 mL이 되도록 하였다. 이 반응액을 약 10초간 혼합하여 실온에 15분 방치한 후 분광광도계(V-550 spectrophotometer, Jasco, Tokyo, Japan)를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 BHA, BHT 및 a-tocopherol 용액은 같은 방법으로 흡광도를 측정하였다. Electron donating ability, (EDA, %)는 시료첨가구와 무 첨가구의 흡광도차를 백분율로 표시하였다.

$$EDA(\%) = \left(1 - \frac{\text{실험구의 흡광도}}{\text{대조구의 흡광도}}\right) \times 100$$

Gingerol 함량

분자압축 탈수건조공정을 적용한 생강분말은 열풍건조 및 동결 건조된 생강분말과 같이 실험에 사용하였으며 1 g의 시료를 취하여 HPLC 등급의 acetonitrile 20 mL를 사용하여 vortex mixer (VXR B, JANKO & KUNKEL, RJ, Brasil)로 교반하여 추출하였다. 10,000×g에서 원심분리하고 0.2 μm nylon syringe filter (Whatman, Nylon 66 Syringe, 13 mm, 0.2 μm, 100 units Maidstone, England)를 사용하여 여과한 후 사용하였고 표준물질은 생강 특유의 맛과 향기를 내는 성분인 gingerol (6-gingerol standard, Wako Chem. Co., Osaka, Japan)을 사용하였다. 분석조건은 C18 역상 칼럼을 이용하고 이동상은 water와 acetonitrile을 60:40으로 이용하고 injection volume은 10 μL, flow rate는 1.0 mm/min, 흡광도는 230 nm에서 측정하였다(4).

통계처리

독립적으로 3회 이상 반복 실시하여 실험결과를 평균과 표준편차로 나타내었다. 실험군의 유의성을 검증하기 위해 SAS 6.0 for windows program (version 8.1, 1998)을 이용하여 실시하였고, Duncan의 다중 검정법(DMRT, Duncan's multiple range test)으로 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분

분자압축 탈수건조 공정을 이용하여 생강을 탈수건조하고 열풍건조와 동결 건조된 시료의 성분변화를 알아보기 위하여 일반성분 함량분석을 통하여 Table 1에 나타내었다. 수분함량의 경우 동결건조 처리된 시료가 6.44%로 가장

낮았고 분자압축 탈수건조 공정을 적용한 시료의 경우 각각 8.97, 9.51%로 상대적으로 높은 수분함량을 나타내었다. 이는 열풍건조와 동결건조는 열을 이용하여 건조하는 방식이지만 분자압축 탈수건조의 경우 열을 이용하지 않고 세포의 압착에 의해 자연건조 되어 상대적으로 높은 수분함량을 나타내는 것으로 판단된다. 조지방, 조단백, 조회분의 경우에서도 동결 건조된 시료가 높은 함량을 나타내었다. Koh(22)의 연구에서 생강의 건조를 통하여 나타낸 일반성분 함량에서 본 연구에서 적용된 열풍건조 시료와 유사한 결과를 나타내었다. 이 처럼 기존의 건조방식과 다르게 분자압축 탈수 건조된 시료의 경우 상대적으로 낮은 함량의 성분을 나타내는 것은 분자압축 탈수건조 제조공정의 최적화를 위해 탈수건조 동안 물질이동현상을 나타내는 물질수지의 결과내용에서 나타나있듯이 공정 중에 분자압축탈수 건조물 이외의 탈수액이 발생하며 열풍건조와 동결건조와 같이 수분을 제거하는 것이 아닌 수용성 성분과 탈수제성분이 함유되어 있는 상태의 탈수액으로 일반성분이 함유되어 있다고 판단되며, 이를 통하여 탈수액 재사용이 가능하며 활용할 수가 있다고 판단된다.

Table 1. The approximate composition of ginger prepared by hot-air drying, freeze drying and molecular press dehydration method

Treatment*	Approximate composition (%)				
	Moisture	Crude fat	Crude protein	Crude ash	Carbo hydrate
HD	8.11±0.04 ^{C**}	6.48±0.03 ^B	8.50±0.09 ^B	7.76±0.07 ^B	69.14±0.19 ^B
FD	6.44±0.10 ^D	7.10±0.09 ^A	9.28±0.15 ^A	8.33±0.12 ^A	68.83±0.17 ^B
MPD	8.97±0.03 ^B	5.62±0.07 ^C	6.50±0.08 ^C	5.59±0.05 ^C	73.30±0.22 ^A
MPD-R	9.51±0.02 ^A	5.37±0.04 ^D	6.22±0.01 ^D	5.35±0.03 ^D	73.53±0.06 ^A

*HD : Hot-air drying, FD : Freeze drying, MPD : Molecular press dehydration method, MPD-R : Recycling of molecular press dehydration method

**Means with different letters with a row are significantly different from each other p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

색 도

분자압축 탈수건조 공정을 이용하여 생강을 탈수건조 하고 열풍건조와 동결 건조된 시료의 색도를 알아보기 위하여 Fig. 2에 나타내었다. 조건별 색도를 비교하기 위하여 생강원물 절단면을 측정한 결과 명도(lightness)는 72.21, a값은 -5.57, b값은 30.24로 나타났다. 탈수제와 재사용 탈수액을 처리한 생강시료의 색도에서는 명도는 64.17, 66.19로 원물시료보다 낮았지만 열풍건조와 동결건조 조건에서의 명도는 80.21, 87.27로 각각 높게 나타났다. 또한 생강의 b값의 경우 탈수제와 재사용 탈수액을 처리한 생강시료의 경우 30.11, 29.45로 나타났고 열풍건조와 동결건조 조건에서는 17.29, 23.85로 분자압축 탈수공정을 적용한 생강시료가 원물의 색을 유지하는 것으로 판단된다. 이 같은 결과는

Kim 등(4)과 Lee 등(23)의 연구에서 maltodextrin 농도별로 처리한 것에서는 유의적인 차이가 나타나지 않는다는 결과와 유사한 결과를 나타냈다. 하지만 열풍건조와 동결건조의 경우 열처리로 인하여 색도의 차이를 나타내었는데 열풍건조의 경우 분자압축탈수 건조한 것보다 높은 온도에 의한 영향으로 갈변 현상이 일어나서 생강원물의 색보다 변화가 생긴다. 이는 Jeong 등(24)의 연구결과에 열풍건조에 의하여 색도가 변화한다는 유사한 결과를 나타내었다. 또한 동결건조에 의하여 생강분말의 제조하는 과정에서 생강을 낮은 온도에서 지속적으로 동결되는 동안 얼음결정에 의하여 세포벽에 손상을 주어 품질을 낮아지게 하는 경우가 발생하는데 동결건조와 열풍건조 분말보다 탈수제 및 탈수액을 첨가하여 분자압축 탈수건조가 세포벽의 손상을 줄이고(14) 원물의 색을 유지하는 것으로 나타났다.

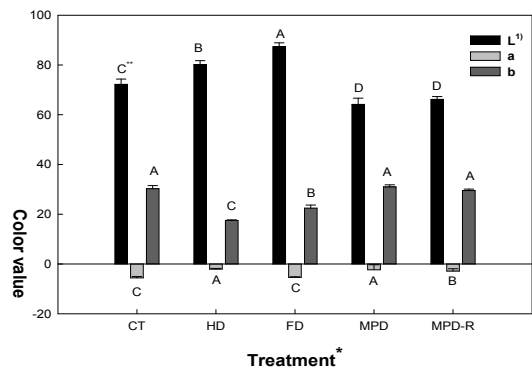


Fig. 2. Hunter color values of ginger prepared by hot-air drying, freeze drying and molecular press dehydration method.

¹⁾L(+Lightness), a(+Redness, -Greenness), b(+Yellowness, -Blueness)

*CT : Fresh ginger, HD : Hot-air drying, FD : Freeze drying, MPD : Molecular press dehydration method, MPD-R : Recycling of molecular press dehydration method

**Means with different letters with a row are significantly different from each other p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

수분흡수지수(WAI) 및 수분용해지수(WSI)

분자압축 탈수건조 공정을 이용하여 생강을 탈수건조 하고 열풍건조와 동결 건조된 생강분말시료의 수분흡수지수(WAI)와 수분용해지수(WSI)를 Fig. 3과 Fig. 4에 나타내었다. 탈수건조 조건에 따라서 수분흡수지수 달라졌으며 열풍건조의 경우 6.10, 동결건조는 3.78, 분자압축 탈수건조는 4.33 그리고 재사용 탈수액사용 분자압축 탈수건조는 4.37로 나타났다. 이와 같은 결과는 수분함량의 결과와 유사하며 Shin 등(25)의 연구에서 높은 수분활성에서는 흡습 초기에 빠른 속도로 흡습이 이루어지다가 평형에 가까워지고 수분활성도가 높아짐에 따라서 빠르게 흡습을 시작한다는 연구결과를 통하여 수분활성도가 높을수록 흡습이 빠르다는 것을 알 수 있다. 따라서 열풍 건조된 시료가 수분흡수지수가 가장 높았고 분자압축 탈수 건조한 시료는 표면 수분을 적용한 수분함량에 비교하여 낮게 나타났다. 탈수

건조 조건에 따라서 수분용해지수는 열풍건조 14.55%, 동결건조 21.45%, 분자압축 탈수건조 28.12% 그리고 재사용 탈수액 사용 분자압축 탈수건조 28.19%로 나타났다. Codner(26)에 의하면 식물조직을 장시간 protopectinase를 처리하여 가수분해하면 식물조직 안에 존재하는 protopectin을 분해하여 수용성 pectin을 생성하고 polygalactronic acid의 메틸에스테르 결합을 끊어 free polygalacturonic acid를 생성하며 D-galacturonan의 사슬을 끊어 oligo 단위로 분해한다고 하였다. 수용성 펙틴은 보수력이 좋고 일부 저분자 펙틴은 용해성이 좋은 특성을 가진 것이 수분용해지수가 높은 것이라고 판단되며 분자압축 탈수공정을 적용한 생강이 수분흡수지수(WAI)와 수분용해지수(WSI)에서 우수하다고 판단된다.

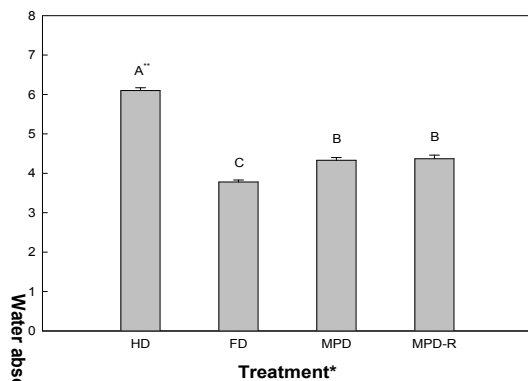


Fig. 3. Water absorption index of ginger prepared by hot-air drying, freeze drying and molecular press dehydration method.

*HD : Hot-air drying, FD : Freeze drying, MPD : Molecular press dehydration method, MPD-R : Recycling of molecular press dehydration method
 **Means with different letters with a row are significantly different from each other p<0.001 as determined by Duncan's multiple range test.

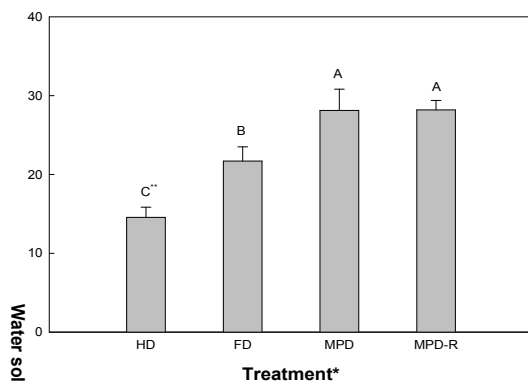


Fig. 4. Water solubility index of ginger prepared by hot-air drying, freeze drying and molecular press dehydration method.

*HD : Hot-air drying, FD : Freeze drying, MPD : Molecular press dehydration method, MPD-R : Recycling of molecular press dehydration method
 **Means with different letters with a row are significantly different from each other p<0.001 as determined by Duncan's multiple range test.

총 당

건조방법에 따른 총당은 Fig. 5에 나타내었다. 열풍건조 생강 분말은 2.27 mM, 동결건조 생강 분말은 2.24 mM, 분자압축 탈수건조 생강분말은 2.43 mM, 재사용 탈수액 사용 탈수건조 생강분말이 2.28 mM로 나타나 유의적인 차이는 발생하지 않았지만 분자압축 탈수공정의 생강분말의 수치가 조금 높았다(p<0.05). 이는 탈수제로 사용한 maltodextrin이 수용성 당인 생강 탈수물의 표면에 묻었기 때문인 것으로 판단된다. 이와 같은 결과는 Lim(27)의 연구 결과에서도 유사하였다. 총당의 경우 Park 등(28)의 연구에서 가열시간의 증가에 따라 총당의 함량이 증가한다는 연구 보고가 있다. 즉, 제조과정에서 고온 팽화시킴에 따라 함유된 다당류가 열가수분해로 인해 dextrin과 올리고당의 함량이 증가되어서 누룽지의 가열조건아래 총당 함량이 많은 양 용출된 것으로 나타난다. 또한 So 등(29)의 연구에서 팽화미분의 전분 당화력과 호정화력이 매우 높아 당이 잘 생성된 것으로 여겨진다고 보고 되어있다. 따라서 본 연구 결과 생강분말의 함유된 전분의 당화력이 열가수분해로 인해 총당의 함량이 온도가 증가 할수록 높게 나타난다고 판단된다. 이 같이 건조된 생강분말을 고온에서 추출하였을 경우 총당의 함량이 증가될 것이라고 판단된다.

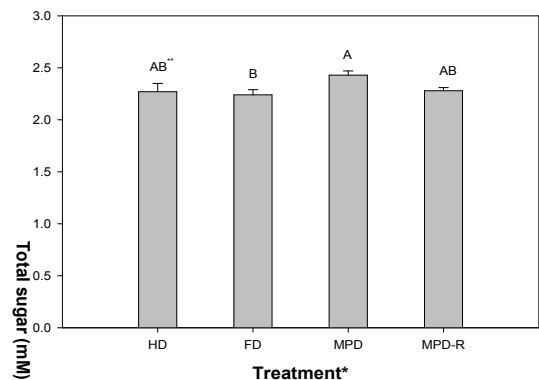


Fig. 5. Total sugar (mM) of ginger prepared by hot-air drying, freeze drying and molecular press dehydration method.

*HD : Hot-air Drying, FD : Freeze Drying, MPD : Molecular press dehydration method, MPD-R : Recycling of molecular press dehydration method
 **Means with different letters with a row are significantly different from each other p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

환원당

분자압축 탈수건조 공정을 이용하여 생강을 탈수건조하고 열풍건조와 동결 건조된 시료의 환원당의 측정을 통하여 환원당을 Fig. 6에 나타내었다. 측정결과 열풍 건조한 생강분말 시료의 환원당은 1.143%, 동결건조한 생강분말의 시료의 환원당은 0.677%이었다. 분자압축 탈수건조 공정을 적용한 생강분말의 환원당은 0.555%, 재사용 탈수액을 이용한 분자압축 탈수한 생강분말의 환원당은 0.574%로 건조방법에 따른 유의적 차이가 나타났다(p<0.001). Jeong 등(30)의 연구 보고에 의하면 생강에는 전분 함량이 고형물

기준으로 약 50%이상 함유되어 있기 때문에 저장기간이 길어지거나 저장환경과 품질이 나쁠 경우 전분분해효소에 의한 환원당 함량이 증가 된다고 보고되었다. 이 처럼 건조 방법이 다른 생강분말의 환원당을 통하여 분자압축 탈수 건조 공정을 적용한 생강분말이 열풍건조와 동결건조 생강분말보다 갈변의 변화가 적고 품질이 우수할 것이라고 판단된다. 이는 색도의 결과에서도 나타나듯이 분자압축 탈수 건조 공정을 이용한 생강의 경우 생강원물과 색도의 차이가 나타나지 않았지만 열풍건조와 동결건조한 생강의 색도는 차이가 나타났다.

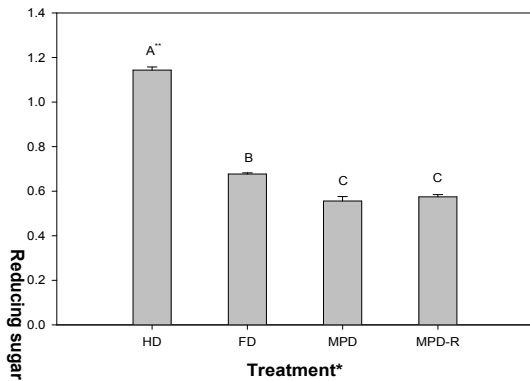


Fig. 6. Reducing sugar (%) of ginger prepared by hot-air dried, freeze dried and molecular press dehydration method.

*HD : Hot-air Drying, FD : Freeze Drying, MPD : Molecular press dehydration method, MPD-R : Recycling of molecular press dehydration method
 **Means with different letters with a row are significantly different from each other p<0.001 as determined by Duncan's multiple range test.

DPPH 항산화활성 측정

건조방법에 따른 생강의 항산화활성을 측정하기 위하여 분말화 하여 EDA(%)를 측정한 결과는 아래의 Fig. 7에 나타내었다. 열풍건조 분말의 EDA(%)는 88.39%, 동결건조 분말은 92.14%로 나타났으며 탈수제의 첨가한 분자압축 탈수 건조물은 93.01%로 나타났다. 또한 재사용 탈수액을 첨가하여 탈수 건조한 시료는 91.61%로 나타났다. 이때, 대조구로 사용되어진 항산화제중 BHA (10%)는 94.68%, BHT(10%)는 94.42%, alpha- tocopherol(10%)은 92.34%로 나타났다. Sim 등(31)의 연구에 의해 보고된 고추의 품종 차이에 따라 차이는 발생하지만 에탄올 추출에서 고추의 함량이 증가 할수록 항산화활성이 증가한다는 결과와 차이를 나타내었다. 본 연구에서는 시료의 양은 일정하지만 탈수제와 재사용 탈수액 및 건조조건에 따라 EDA(%)의 차이가 나타났다. 분자압축 탈수건조한 생강분말의 시료가 합성항산화제 BHA, BHT의 보다 낮게 나타났지만 동결건조 분말과 열풍건조 분말보다는 높게 나타났다. 또한 천연항산화제 alpha- tocopherol과 차이가 나타나지 않았다. 이는 분자압축탈수의 사이토리시스 원리가 원형질막의 경계로 세포의 파괴를 줄이고 산화의 변화와 갈변으로 인한 단백질 및 구조를 보호한다고 보고되어 있다(14). 이러한 원리에

의하여 분자압축 탈수 건조한 생강분말이 항산화활성을 나타낸 것으로 판단된다.

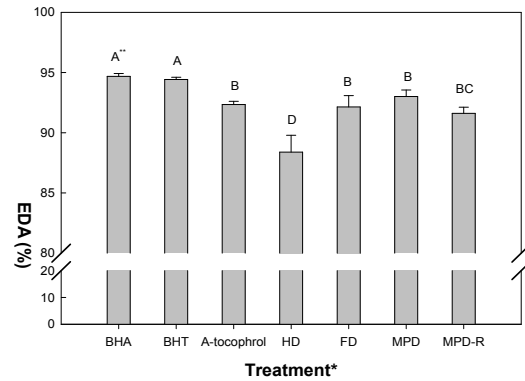


Fig. 7. Electron donating ability(EDA) of ginger prepared by hot-air dried, freeze dried and molecular press dehydration method.

*BHA : BHA(10%), BHT : BHT(10%), A-tocopherol: A-tocopherol(10%), HD : Hot-air Drying, FD : Freeze Drying, MPD : Molecular press dehydration method, MPD-R : Recycling of molecular press dehydration method
 **Means with different letters with a row are significantly different from each other p<0.001 as determined by Duncan's multiple range test.

Gingerol 함량 측정

건조방법에 따른 생강의 gingerol 함량을 측정하기 위하여 분말화 하여 HPLC를 이용하여 측정한 결과는 Fig. 8에 나타내었다. 생강이 향신료로서 뿐만 아니라 약용으로 사용되는 것은 생강 중의 매운맛 성분인 gingerol이 함유되어 있기 때문이다(32). Gingerol은 생강의 다른 성분에 비하여 그 함량도 많기 때문에 생강의 저장, 유통 중의 품질지표물질로 많이 사용되어지고 있는 성분이다(33). 건조방법에 따라서 함량은 조금씩 차이가 나는데 열풍건조한 생강의 gingerol 함량은 4.61 mg/g이었고 동결건조한 생강의 gingerol 함량은 5.56 mg/g로 나타나 가장 높은 함량을 나타내었다. 이는 gingerol 화합물이 고온이나 산, 알칼리 조건에서 쉽게 열분해를 받아 shogaol 및 zingerone으로 변화되는 특성(32)이 있어 건조과정 중에 열에 의한 성분의 변화가 일어난 것으로 판단되며 이러한 결과는 Lee(34)등의 연구와 유사하였다. 분자압축 탈수건조한 생강과 재사용 탈수액 사용 탈수건조물은 각각 4.09, 4.06 mg/g로 상대적으로 낮게 나타났다. 하지만 분자압축 탈수공정의 특징상 탈수 건조물이 발생할 때 탈수액이 생성되는데 일부 gingerol이 탈수액에 함유되어 있을 것이라고 판단되며 측정결과는 Fig. 9에 나타내었다. 분자압축 탈수건조한 생강과 재사용 탈수액 사용 탈수건조물의 탈수액에서의 gingerol 함량은 각각 0.123, 0.109 mg/g로 나타났다. 이처럼 탈수액에서의 gingerol이 함유되어있으며 비록 소량이지만 수분함량을 제거한 고형분으로 환산하게 되며 분자압축 탈수건조를 적용한 생강건조물의 gingerol 함량은 열풍건조 보다 우수하다고 판단된다.

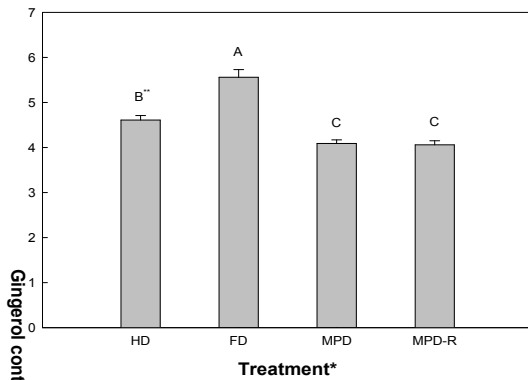


Fig. 8. Gingerol contents of ginger prepared by hot-air drying, freeze drying and molecular press dehydration method.

*HD : Hot-air Drying, FD : Freeze Drying, MPD : Molecular press dehydration method, MPD-R : Recycling of molecular press dehydration method

**Means with different letters with a row are significantly different from each other p<0.001 as determined by Duncan's multiple range test.

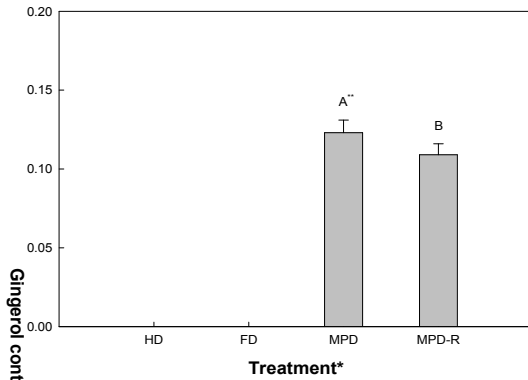


Fig. 9. Gingerol contents of dehydration liquid using hot-air drying, freeze drying and molecular press dehydration method.

*HD : Hot-air Drying, FD : Freeze Drying, MPD : Molecular press dehydration method, MPD-R : Recycling of molecular press dehydration method

**Means with different letters with a row are significantly different from each other p<0.001 as determined by Duncan's multiple range test.

요 약

최적화된 분자압축 탈수건조 생강에 열풍건조, 동결건조, 재사용 탈수액을 사용한 탈수건조 생강을 비교하여 품질평가를 실시하였다. 품질평가항목은 일반성분, 색도, 수분흡수지수(WAI) 및 수분용해지수(WSI), 총당, 환원당, DPPH 항산화활성 측정, gingerol 함량 측정을 통하여 생강의 품질을 비교하였다. 일반성분의 경우 분자압축 탈수 건조한 생강이 열풍건조 및 동결 건조한 생강보다는 낮았지만 이는 탈수액으로 성분이 용출되는 공정의 특성의 차이로 나타나는 현상이었다. 색도에서는 분자압축 탈수 건조한 생강이 다른 건조조건 생강보다 원물의 상태의 색을 유지하였다. 수분흡수지수(WAI) 및 수분용해지수(WSI)에서는 열풍 건조된 시료가 수분흡수지수가 가장 높았고 분자압축

탈수 건조한 시료는 표면수분을 적용한 수분함량과 수분활성도에 비교하여 낮게 나타났다. 이 결과를 통하여 판단할 때 분자압축 탈수공정을 적용한 생강이 수분흡수지수(WAI)와 수분용해지수(WSI)에서 우수하다고 판단된다. 총당의 경우 유의적인 차이는 없었지만 분자압축 탈수 건조한 생강이 비교적 높았다. 환원당은 열풍 건조한 생강시료가 비교적 높았으며 이는 갈변에 영향을 미친다고 판단된다. DPPH를 통한 항산화활성 측정에서 BHA, BHT 보다 낮았지만 다른 건조방법 보다는 분자압축 탈수 건조한 생강이 항산화활성이 높았다. Gingerol 함량 측정은 건조방법에 따라한 건조한 분말을 측정하였으며 동결건조가 가장 우수하였다. 하지만 분자압축 탈수건조한 생강의 경우 다른 건조방법 보다는 낮았지만 탈수액에 형성되는 gingerol이 발생하기 때문에 활용가치와 기능성면에서 우수하다고 판단된다. 이 처럼 모든 품질평가 항목의 결과를 통하여 분자압축 탈수건조가 이전에 열풍건조와 동결건조보다 품질이 우수하고 시설과 가격에서 경쟁적으로 우수하며 활용가치와 기존의 건조방법의 단점을 보완해 주는 건조방법으로 판단이 되어진다.

참고문헌

1. Jeong, M.C., Jeong, S.W. and Lee, Y.C. (1999) Quality of ginger powder as affected by concentration and dehydration methods of ginger extracts. Korean J. Food Sci. Technol., 31, 1589-1595
2. Kang, J.H., Ahn, B.W., Lee, D.H., Byun, H.S., Kim, S.B. and Park, Y.H. (1998) Inhibitory effects of ginger and garlic extracts on the DNA damage. Korean J. Food Sci. Technol., 20, 287-292
3. Park, K.Y., Kim, S.H., Suh, M.J. and Chung, H.Y. (1991) Inhibitory effects of garlic on the mutagenicity in salmonella assay system and on the growth of HT-29, human colon carcinoma cells. Korean J. Food Sci. Technol., 23, 370-374
4. 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. Korean J. Food Sci. Technol., 41, 146-150
5. Das, P. and Sarma, S.K. (2001) Drying of ginger using solar cabinet dryer. J. Food Sci. Technol., 38, 619-621
6. Shin, H.K., Hwang, S.H. and Youn, K.S. (2003) Absorption characteristics and prediction model of ginger powder by different drying methods. Korean J. Food Sci. Technol., 35, 211-216

7. Janjai, S., Srisittipokakun, N. and Bala, B.K. (2008) Experimental and modeling performances of a roofintegrated solar drying system for drying herbs and spices. *J. Food Eng.*, 33, 91-103
8. Mazza, G. (1983) Dehydration of carrots (Effects of pre-drying treatments on moisture transport and product quality). *J. Food Technol.*, 18, 113-123
9. Krokida, M.K., Maroulis, Z.B. and Saravacos, G.D. (2001) The effect of the method of drying on the color of dehydrated products. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 36, 53-59
10. George, J.P. and Datta, A.K. (2002) Development and validation of heat and mass transfer models for freeze-drying of vegetable slice. *J. Food Eng.*, 52, 89-93
11. Choi, D.W., Shin, H.H. and Kim, J.G. (2006) A study of dewatering phenomena of potato slice cytorrhysed by high molecules. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 19, 358-365
12. Kim, M.H., Kim, M.K., Yu, M.S., Song, Y.B., Seo, W.J. and Song, K.B. (2008) Drying of green pepper using maltodextrin. *Korean J. Food Preserv.*, 15, 694-698
13. Kim, M.K., Kim, M.H., Yu, M.S., Song, Y.B., Seo, W.J. and Song, K.B. (2009) Dehydration of carrot slice using polyethylene glycol and maltodextrin and comparison with other drying methods. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 38, 111-115
14. Soe, H.C. and Yu, M.S. (2004) Molecular press dehydration of plant tissues using soluble high molecular weight dehydrating agent. *Korean Patent*, 10-0444843
15. Lee, H.S., Kwon, K.H. and Jeong, J.W. (2009) Quality characteristics of ginseng powder using molecular press dehydration method. *Korean J. Biosystems Eng.*, 34, 155-160
16. Korea Food & Drug Administration. (2007) Food Standards Codex. Korean Foods Industry Association, Seoul, Korea, p. 599-637
17. Anderson, R.A., Conway, H.F., Pfeifer, V.F. and Griffin, E.L. (1969) Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. *Cereal Sci. Today*, 14, 4-12
18. Kang, K.H., Noh, B.S., Seo, J.H. and Hur, W.D. (1998) Food analytics. Sungkyunkwan University Press. Seoul, Korea, p. 109-110
19. The Korea Society of Food Science and Nutrition. (2000) Handbook of Experiments in Food Science and Nutrition. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea, p. 151-152
20. Kim, J.H. and Kim, J.K. (2005) Quality characteristics of candy products added with hot-water extracts of Korea mountain ginsengs. *Korean J. Food Preserv.*, 12, 336-343
21. Ku, K.H., Choi, E.J. and Park, W.S. (2008) Functional activity of water and ethanol extracts from red pepper (*Capsicum annuum L.*) Seeds. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 37, 1357-1362
22. Koh, K.J. (1993) Physicochemical properties of rice extrudate with added ginger powder by the response surface regression analysis. *Korean J. Food and Nutr.*, 6, 178-188
23. Lee, H.S., Kwom, K.H., Kim, J.H., Kim, B.S. and Cha, H.S. (2009) Effect of maltodextrin and recycled dehydration liquid on the quality characteristics of green pepper. *Korean J. Food Preserv.*, 16, 843-848
24. Jeong, J.W., Seong, J.M., Park, K.J. and Lim, J.H. (2007) Quality characteristics of semi dried red pepper(*Capsicum Annuum L.*) using hot-air drying. *Korean J. Food Preserv.*, 14, 591-597
25. Shin, H.K., Hwang, S.H. and Youn, K.S. (2003) Absorption characteristic and prediction model of ginger powder by different drying methods. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 35, 211-216
26. Codner, R.C. (2001) Pectinolytic and cellulolytic enzymes in the microbial modification of plant tissues. *J. Appl. Bacteriol.*, 84, 147-160
27. Lim, E.J. (2008) Optimzation of molecular press dehydration drying process of ginseng and its application. Mister thesis. Korea Polytechnic University, Siheung, Korea.
28. Park, Y.H. and Oh, Y.J. (1997) The physicochemical characteristics of instant Nuroong-gi. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 26, 632-638
29. So, M.H., Lee, Y.S. and Noh, W.S. (1999) Changes in microorganisms and main components during Takju brewing by modified *Nuruk*. *Korean J. Food Nutr.*, 12, 226-232
30. Jeong, M.C., Nahmgung, B. and Kim, D.M. (1999) Effects of film thickness and moisture absorbing material on ginger quality during MA storage. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 6, 264-269
31. Sim, K.H. and Han, Y.S. (2008) Effect of red pepper seed on Kimchi antioxidant activity during fermentation. *Food Sci. Biotechnol.*, 17, 295-301
32. Lee, Y.B., Kim, Y.D. and Ashmore, C.R. (1986) Antioxidant property in ginger thizome and its application to meat roducts. *J. Food Sci.*, 51, 20-27
33. Labuza, T.P., McNally, L., Gallagher, D., Hawkes, J. and Hurtado, F. (1972) Stability of intermediate moisture

foods. J. Food Sci., 37, 154-160
34. Lee, J.Y., Kang, H.A., Chang, K.S. and Kim, S.S. (1995)
Drying of onion and ginger using drying system

controlled by microcomputer. Agric. Chem. Biotechnol.,
38, 78-82

(접수 2010년 2월 17일, 수정 2010년 6월 24일, 채택 2010년 7월 9일)