J Korean Soc Food Sci Nutr
42(8), 1242~1248(2013)

한국식품영양과학회지
http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2013.42.8.1242

전처리 조건 및 건조방법에 따른 건조대추의 품질특성 및 항산화 활성

김재원 · 이신호 · 노홍균 · 홍주헌 · 박창수 · 윤광섭†

대구가톨릭대학교 식품공학전공

Effects of Pretreatment and Drying Methods on Quality and Antioxidant Activities of Dried Jujube (*Zizyphus jujuba*) Fruit

Jae-Won Kim, Shin-Ho Lee, Hong-Kyoon No, Joo-Heon Hong, Chang-Su Park, and Kwang-Sup Youn†

Dept. of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyeongbuk 712-702, Korea

ABSTRACT This study was performed to determine the effects of pretreatment (NT: non-treatment, BTS: boiling treatment with 3% sodium chloride, DTG: dipping treatment in glycerol) and drying methods (sun drying, hot air drying, and cold air drying) on the physicochemical properties and antioxidant activities of dried jujube (*Zizyphus jujuba* Mill.) fruits. Our results show that moisture content is lower ($P<0.05$) with DTG, and that moisture content is lower with hot air drying compared to other drying methods. The bulk density was highest with BTS. The soluble solids content was highest with DTG. Additionally, the soluble solids content were highest in the following order: hot air drying> cold air drying> sun drying. The titratable acidity of hot air drying was highest of all the drying methods. The titratable acidity was higher with NT and DTG, and the brix and acid ratio of sun drying was higher than other drying methods. Among the drying methods, BTS showed the best browning-retarding effect, whereas boiling treatment affected quality and color. The total polyphenol content from hot air drying and NT or DTG treatment was relatively higher than the content from BTS. The flavonoid content was highest with BTS, and all dried jujube showed relatively high antioxidant activities. The sensory evaluation results indicated that the organoleptic scores for overall preference were higher in the NT and DTG treatment groups. These results suggest that pretreatment and drying methods affect the quality of dried jujube fruit, and show that glycerol treatment with hot air drying can be applied to the production of high quality dried jujube.

Key words: dried jujube, quality characteristics, pretreatment, drying method

서 론

대추는 갈매나무과(Rhamnaceae)에 속하는 낙엽활엽교목의 열매로서 중국계 대추(*Zizyphus jujube* Miller)와 인도계 대추(*Zizyphus mauritiana* Lam) 등 생태형이 전혀 다른 2종으로 분류되며, 중국계 대추의 경우 우리나라를 비롯한 아시아 남부 및 동부, 유럽 서남부 지역에서 재배되고 있다(1). 우리나라에서는 재래종인 묏대추(*Zizyphus jujuba* Millller), 대추(*Zizyphus jujuba* var. *intermis* Rehder), 보은대추(*Zizyphus jujuba* forma *hoonensis*) 등 1속 3종류의 재래종이 주로 분포하고 있으며, 개량종인 월출, 금성, 무등대추 등이 일부지역에서 재배되고 있다(2). 대추는 강장작용(3), 항암(4), 항염증(5), 결핵, 기관지염 및 신경쇠약 치료효과(6) 등의 효능이 있는 것으로 알려져 약용으로도 이용되고 있으며, 과용에 따른 부작용이 없으면서도 약용성분과 기능성 성분을 다량 함유하고 있는 약선식품으로 인스턴트식품의 섭취가 많은 현대인의 건강에 도움이 되는 식품 중의 하나로 여겨지고 있다. 특히 당질과 ascorbic acid가 다량 함유되어 있고, 약용성분으로는 각종 sterols, alkaloids, saponins, vitamins, 유기산류 및 amino acids 등이 함유되어 있는 것으로 보고(7)됨에 따라 다과, 대추차, 기타 식품가공에 널리 이용되는 등 건강 지향적 식품 개발이 다양하게 진행되고 있다. 그러나 저장성이 좋지 못하기 때문에 수확시기에 생과 형태로 일부 소비되고, 대부분은 건과 형태로 소비가 이루어지고 있으나 저장 및 가공방법 개발이 미진하여 품질 저하와 경제적 손실이 따르고 있는 실정이다(8).

일반 농가에서는 대추를 건조시키기 위하여 천일건조 및 열풍건조 방법을 활용하고 있는데, 천일건조는 장기간의 건조과정 중에 열화현상이 일어나 과육의 감소와 건대추의 중량을 감소시키고 갈변 및 영양소의 파괴로 인한 품질 저하를 초래하는 이유로 열풍건조가 주로 행해지고 있다. 열풍건조의 경우는 신속하고 균일하게 건조가 이루어져 경제적이긴 하지만 수분손실에 기인된 수축현상, 빠른 건조에 의한 표면

Received 8 April 2013; Accepted 23 July 2013
†Corresponding author.
E-mail: ksyoun@cu.ac.kr, Phone: 82-53-850-3209

경화 현상, 건조물의 재수화 시 낮은 복원율, 갈색화 반응으로 인한 색상변화, 조직감, 맛 및 영양가 저하 등의 문제점이 동반된다(9). 한편 농가에서는 고추의 건조특성에 의거하여 대추를 건조할 뿐 건조방법 및 건조조건에 대한 연구가 미흡하여 효율적인 건조공정을 수행하지 못하고 있는 실정이며 생산농가뿐만 아니라 국가의 경제적 손실을 초래하므로 건조 조건에 대한 연구개발이 요구되고 있다.

건조식품의 경우 건조 조건에 따른 물리·화학적 변화가 유발되어 품질열화가 발생하게 되는데 이를 감소시키기 위한 부가적인 방법으로 전처리 후 건조함으로써 품질손상을 억제하고 기호성을 증대시키기 위한 다양한 방법들이 식품에 적용되고 있다. 끓는 물이나 steam, microwave를 이용한 blanching 방법(10), sulfiting agent 처리하는 방법(11), ascorbic acid, citric acid 등의 유기산을 이용하여 pH를 낮추거나 항산화제를 이용한 전처리 방법(12), 삼투처리나 dipping 등의 전처리 방법(13) 등으로 이러한 기술을 농산물의 건조공정에 도입함으로써 효율적인 건조기술을 획득할 수 있고 고품질의 건조농산물을 생산함과 아울러 산업화된 기술 및 제품의 개발에 많은 기여를 할 수 있을 것으로 전망된다.

따라서 본 연구에서는 고품질의 건조대추를 얻기 위한 방법으로 blanching이나 삼투처리, dipping과 같은 전처리 방법을 다양한 건조방법에 응용하여 건조효율 및 품질의 향상을 기하고 각 전처리 및 건조방법에 따른 품질을 고찰하여 대추의 건조효율 및 품질 향상에 기여하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 재래종 묏대추(*Zizyphus jujube* Miller)는 2010년 10월 경북 청도군 금천면에서 재배한 완숙과실을 채취하였으며, 수확 직후 흙이나 먼지 등의 이물질을 제거하고 4°C의 저장실로 옮긴 후 각각의 조건에 따라 즉시 전처리와 건조를 하였다.

전처리 및 건조방법

건조 전 전처리 방법과 처리조건은 예비실험을 통하여 결정하였으며, 건조효율을 증대할 수 있는 건조 전처리 방법을 선정하여 건조방법에 따른 품질평가를 실시하였다. 전처리 방법으로 blanching 처리는 3% NaCl을 함유하는 열수(95°C)에서 30초간, dipping 처리는 glycerol 용액에서 10분간 처리하였으며 각각의 시료는 전처리 후 즉시 흐르는 냉수에 수세한 다음 물기를 제거하여 건조하였다. 각각의 건조방법에 따른 건조시간은 예비실험을 바탕으로 과도한 건조 및 품질변패가 발생하지 않는 일정 구간을 설정하여 건조를 행하였다. 천일건조는 일광을 이용하여 20일간 일정 수분함량이 될 때까지 건조하였으며, 열풍건조는 적외선열풍건조기(IRD-250, Woori Sci, Pocheon, Korea)를 사용하여 65°C의 온도에서 30시간 건조하였다. 냉풍건조는 냉풍건조기(JJ-1000, Chunjin E&C Co., Gyeongsan, Korea)를 사용하여 냉풍의 온도를 35°C로 하여 4일간 건조하였다.

수분함량 및 가밀도

수분함량은 적외선 수분 측정기(HG53, Mettler Toledo, Greifensee, Switzerland)를 이용하여 측정하였다. 가밀도는 건조대추의 무게를 칭량한 후 메스실린더로 옮겨 일정량의 증류수를 채워 부피를 측정하고 무게를 부피로 나누어 가밀도를 나타내었다(14).

가용성 고형분 함량, 적정산도 및 당산비

가용성 고형분의 측정은 Kim 등(15)의 방법에 준하여 시료 3 g을 취해 30 mL의 증류수를 가한 후 homogenizer (Nissei AM-12, Nohonseiki kaisha Co., Tokyo, Japan)로 10,000 rpm에서 10분간 마쇄하여 20°C에서 2시간 방치 후 여과하여 hand refractometer(N1, Atago, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 적정산도는 시료 5 g을 취해 50 mL의 증류수를 가한 후 homogenizer(Nissei AM-12, Nohonseiki kaisha Co.)로 10,000 rpm에서 10분간 마쇄하여 20°C에서 3시간 방치한 다음 여과하여 0.01 N NaOH로 적정하여 소비된 양을 citric acid로 환산하였으며, 대추의 가용성 고형분 함량/ 적정산도 값을 당산비로 하였다.

갈변도 및 색도

갈변도는 각각의 방법으로 전처리한 건조대추 2 g에 증류수 40 mL를 가하고 10% trichloroacetic acid 10 mL를 가한 다음 상온에서 2시간 방치한 후 여과하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다(16). 색도는 표준백색판으로 보정된 chromameter(Chromameter CR-200, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 건조대추의 색도는 건조 후 분말화 시킨 과육의 색차를 Hunter scale에 의한 L (lightness), a(redness-greenness) 및 b(yellowness-blueness) 값을 측정하였다.

시료의 추출

전처리 및 건조방법에 따른 건조대추의 항산화 성분 함량 및 활성을 비교하기 위하여 시료를 70% 에탄올 용매에 1:10의 비율로 넣고 상온에서 3일간 추출한 후 Whatman No. 2(Whatman plc, Kent, UK) 여과지로 여과하여 얻은 여액을 분석용 시료로 사용하였다.

폴리페놀 함량 측정

폴리페놀 함량은 Dewanto 등(17)의 방법에 따라 추출물 100 μL에 2% sodium carbonate 2 mL와 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 μL를 가한 후 720 nm에서 흡광도를 측정하였으며 gallic acid(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)의 검량선에 의하여 함량을 산출하였다.

플라보노이드 함량 측정

플라보노이드 함량은 Saleh와 Hameed(18)의 방법에 따라 추출물 100 mL에 5% sodium nitrite 0.15 mL를 가한 후 25°C에서 6분간 방치한 다음 10% aluminium chloride 0.3 mL를 가하여 25°C에서 5분간 방치하였다. 다음 1 N NaOH 1 mL를 가하고 교반 후 510 nm에서 흡광도를 측정하였으며 rutin hydrate(Sigma-Aldrich Co.)의 검량선에 의하여 함량을 산출하였다.

DPPH radical 소거활성 측정

Blois(19)의 방법에 따라 추출물 0.2 mL에 0.4 mM DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl) 용액 0.8 mL를 가하여 10분간 방치한 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하였으며 DPPH radical scavenging ability(%)=100－[(O.D of sample/ O.D of control)×100]에 의하여 활성도를 산출하였다.

ABTS radical 소거활성 측정

Re 등(20)의 방법에 따라 7.4 mM ABTS[2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt]와 2.6 mM potassium persulfate를 혼합하여 실온·암소에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시킨 다음 실험 직전에 ABTS 용액을 732 nm에서 흡광도가 0.700±0.030이 되도록 phosphate buffer saline(PBS, pH 7.4)으로 희석하여 사용하였다. 희석된 용액 950 μL에 추출물 50 μL를 가하여 암소에서 10분간 반응시킨 후 732 nm에서 흡광도를 측정하였으며 계산식, ABTS radical scavenging ability(%)=100－[(O.D of sample/ O.D of control)×100]에 의하여 활성을 산출하였다.

관능검사

관능검사는 실험 목적과 관능적 품질요소를 잘 인지하도록 훈련시킨 식품공학을 전공하는 대학원생 및 학부생 20명으로 구성된 관능요원에 의하여 5점 채점법(5: very much like or strong, 1: very much dislike or weak)에 의하여 실시하였고 외관(appearance), 색(color), 조직감(texture), 맛(taste) 및 전반적인 기호도(overall acceptability)에 대한 관능 특성을 평가하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 반복으로 행하여 평균치와 표준편차로 나타내었고, 유의성 검증은 version 12의 SPSS(12, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software를 이용하여 Duncan's multiple range test를 행하였다. 또한 갈변도, 항산화물질 및 항산화 활성 간의 상관관계는 Pearson's correlation analysis를 통하여 분석하였다.

결과 및 고찰

수분함량, 가밀도, 가용성 고형분 함량, 적정산도 및 당산비

전처리(non-treated, NaCl boiling, glycerol dipping) 및 건조방법(sun drying, hot air drying, cold air drying)에 따른 건조대추의 수분함량, 가용성 고형분 함량, 적정산도 및 당산비를 측정한 결과는 Table 1과 같다. 건조방법에 따라 수분함량은 뚜렷한 차이를 나타내었는데 천일건조에서는 20일, 열풍건조는 30시간, 냉풍건조의 경우 4일 정도의 건조시간이 소요되는 것으로 나타났다. 전처리 방법 중 glycerol로 전처리한 것이 유의적으로 낮은 수분함량을 나타내어 건조효율이 우수한 것으로 나타났다. 이는 전처리 직후의 수분함량이 다른 전처리에 비하여 낮게 나타나는 것으로 보아 침지 시 wax 층의 분해가 어느 정도 이루어짐에 따른 결과라 여겨지나, 추가적인 연구와 건조가공 효과의 검증이 필요한 것으로 판단된다. 한편 NaCl boiling 처리의 경우도 전처리 방법으로의 활용 가능성이 있는 것으로 확인되었다. 건조대추의 부피를 나타내는 가밀도는 NaCl boiling 처리에서 가장 높았는데 건조대추의 단위부피당 중량이

Table 1. Physicochemical properties of various dried jujube by different pretreatment method

Drying method	Pretreatment[1)]	Moisture content (%)	Bulk density (g/mL)	Soluble solids content (°Bx)	Titratable acidity (%)	Brix and acid ratio (SS/TA)[2)]
Sun drying	NT	13.06±0.52[3)aA4)]	0.617±0.003^{cB}	6.50±0.10^{fA}	1.21±0.01^{fA}	5.39±0.10^{dC}
	BTS	10.67±0.23^{bcB}	0.652±0.006^{bA}	6.35±0.05^{gB}	1.01±0.01^{hC}	6.31±0.09^{aA}
	DTG	10.17±0.14^{cdB}	0.560±0.002^{eC}	6.60±0.01^{eA}	1.15±0.02^{gB}	5.76±0.12^{cB}
Hot air drying	NT	10.97±0.54^{bA}	0.660±0.007^{bB}	6.85±0.02^{dC}	1.64±0.01^{bB}	4.17±0.02^{hC}
	BTS	7.78±0.16^{fB}	0.830±0.005^{aA}	7.01±0.02^{cB}	1.52±0.00^{cC}	4.62±0.03^{fA}
	DTG	7.28±0.35^{fB}	0.618±0.006^{eC}	7.30±0.01^{aA}	1.69±0.01^{aA}	4.33±0.02^{gB}
Cold air drying	NT	9.57±0.25^{dA}	0.587±0.008^{dB}	6.79±0.02^{dB}	1.34±0.01^{dA}	5.08±0.02^{eC}
	BTS	8.59±0.28^{eB}	0.655±0.008^{bA}	6.63±0.06^{eC}	1.13±0.01^{gC}	5.89±0.01^{bA}
	DTG	7.33±0.47^{fC}	0.568±0.012^{eC}	7.20±0.00^{bA}	1.25±0.01^{eB}	5.75±0.05^{cB}

[1)]NT, non-treatment; BTS, boiling treatment with 3% sodium chloride for 30 sec; DTG, dipping treatment in glycerol for 10 min.
[2)]SS/TA=soluble solids content/ titratable acidity.
[3)]Values are means±standard deviation of determinations.
[4)]Different superscripts within the whole column (a-h, all groups) and each column (A-C, pretreated groups) indicate significant differences (P<0.05).

많이 나가 무게 면에서는 유리하나 부피 면에서는 불리한 것으로 관찰되었으며, glycerol 전처리의 경우 모든 건조방법에서 유의적으로 낮은 가밀도를 나타내었다. 가용성 고형분의 함량의 경우 열풍건조(6.85~7.30°Bx)가 천일건조(6.35~6.60°Bx)와 냉풍건조(6.63~7.20°Bx)에 비해 높은 함량을 나타내었으며 전반적으로 glycerol 침지에서 유의적으로 높은 함량을 나타내었다. 이와 같은 결과는 중량감소, 수분손실에 따라 과실 내부의 고형분 함량이 증대된다는 보고(21)로 미루어 볼 때 수분함량의 차이에 따른 결과로 사료된다. 한편 NaCl boliing 처리의 경우 glycerol 침지에 비해 다소 낮은 가용성 고형분 함량을 나타내는 것은 고온에서 삼투작용에 의한 고형분의 손실이 발생하는 것으로 여겨진다. 적정산도는 열풍건조가 타 건조 방법에 비해 높은 값을 나타내었으며, 전처리에 따라서는 무처리 및 glycerol 침지에서 높은 경향을 나타내었다. 반면 boiling 처리를 함에 따라 대추 고유의 산도는 저하되는 것으로 나타났다. 당산비의 경우 천일건조에서 가장 높았으며 다음으로 냉풍건조, 열풍건조 순으로 나타났고, 전처리에 따라서는 NaCl boiling> glycerol> 무처리 순으로 높은 함량을 나타내었다. 이상의 결과 전처리 및 건조방법에 따른 건조대추의 건조효율 및 품질의 차이는 건조온도와 시간에 따른 수분 손실, 가용성 고형분 및 유기산의 용출에 인한 결과로 판단되며, glycerol 침지 후 열풍건조 한 건조대추의 경우 건조온도에 의한 품질손상을 최소화하고 건조시간을 단축시켜 고비용의 전력소모를 절감시키는 효과가 있을 것으로 판단된다.

갈변도 및 색도

과실류의 갈변현상은 polyphenoloxidase(PPO)와 같은 효소에 의한 페놀성 물질의 산화에 의해서 발생되며 건조 시 온도에 의한 maillard 반응 또한 갈변의 주원인이라고 할 수 있다. 건조대추의 색도를 나타내고자 전처리 및 건조방법에 따른 갈변도 및 색도를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 갈변도는 열풍건조, 냉풍건조, 천일건조 순으로, 전처리 방법에 따라서는 NaCl boiling, 무처리, glycerol 침지 순으로 높은 값을 나타내었다. 천일건조에서 전반적으로 갈변되는 정도는 낮은 경향을 보였으며, 이는 열에 노출되는 정도와 온도 차이에 따른 결과로 판단된다. 특히 NaCl boiling 처리의 경우 가장 낮은 갈변도를 나타내었는데 고온의 전처리가 갈변 관련효소를 불활성화(22)시켜 건조온도에 의한 갈색물질의 형성을 저해시키는 것으로 나타났다. 적색도는 무처리가 NaCl boiling 및 glycerol 침지에 비해 유의적으로 높은 경향을 나타내어 maillard 반응과 비효소적 갈변반응(23)이 영향을 미치는 것으로 나타났으며, boiling 처리한 건조대추의 경우 적색도는 감소하고 황색도는 증가하는 것으로 나타나 전반적으로 퇴색한 색을 동반하고 기호성이 저하되는 것으로 나타났다.

폴리페놀, 플라보노이드 및 DPPH, ABTS 라디칼 소거활성

전처리 및 건조방법에 따른 건조대추의 폴리페놀, 플라보노이드, DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성을 비교한 결과는 Table 3과 같다. 건조방법에 따른 폴리페놀 함량은 열풍건조(4.19~5.48 mg/g)> 냉풍건조(4.34~4.67 mg/g)> 천일건조(3.45~3.92 mg/g) 순으로 나타났으며, 전처리 방법 간에는 무처리 및 glycerol 침지가 NaCl boiling 처리에 비해 유의적으로 높은 함량이 검출되었다. 플라보노이드 함량의 경우 모든 건조방법의 boiling 처리구에서 높은 함량이 검출되어 열처리 시 페놀성 화합물이 변형되어 그 함량이 감소된다는 보고와는 상반된 결과를 나타내었다(24). 일반적으로 페놀성 물질의 경우 수용성과 불용성으로 구분이 되며 삼투압 및 열적 처리 시 일정 유용성분 또한 함께 빠져나갈 수 있는 것으로 알려지고 있다(25). 한편 적정 열처리 및 특정 조건에서는 불용성 phenol계 화합물이 고분자 화합물로부터 유리되어 유리형 화합물로 분해됨에 따라 가용성 물질의 용출이 용이해지는 것으로 보고되고 있다(26). 따라서 boiling 처리에서 폴리페놀 함량이 감소되는 현상은 유용성분이 용출됨에 따른 결과라 사료되며, 플라보노이드 함량의 증대

Table 2. Browning degree and color properties of various dried jujube by different pretreatment method

Drying method	Pretreatment[1)]	Browning degree (O.D 420 nm)	Hunter's color value		
			L (lightness)	a (redness)	b (yellowness)
Sun drying	NT	0.234±0.002[2)fB3)]	24.52±0.66^{bB}	19.07±0.63^{aA}	6.62±0.24^{cdB}
	BTS	0.231±0.002^{fB}	25.90±0.18^{aA}	16.22±0.29^{bB}	8.31±0.28^{aA}
	DTG	0.267±0.002^{eA}	22.72±0.42^{deC}	15.93±0.85^{bcB}	5.93±0.99^{defB}
Hot air drying	NT	1.072±0.002^{bB}	21.81±0.19^{eB}	15.03±1.48^{bcA}	4.98±0.70^{fB}
	BTS	0.384±0.002^{dC}	24.31±0.70^{bcA}	12.69±0.63^{dB}	6.95±0.34^{cdA}
	DTG	1.103±0.006^{aA}	23.99±0.39^{bcA}	13.14±0.59^{dAB}	5.34±0.56^{efB}
Cold air drying	NT	0.454±0.011^{cA}	23.86±0.97^{bcAB}	17.83±0.59^{aA}	6.34±0.98^{cdeB}
	BTS	0.275±0.011^{eB}	23.37±0.11^{cdB}	14.63±0.85^{cB}	8.93±0.88^{aA}
	DTG	0.459±0.001^{cA}	24.80±0.54^{bA}	15.59±0.57^{bcB}	7.56±0.57^{bcAB}

[1)]Abbreviation: See Table 1.
[2)]Values are means±standard deviation of triplicate determinations.
[3)]Different superscripts within the whole column (a-f, all groups) and each column (A-C, pretreated groups) indicate significant differences (P<0.05).

Table 3. Antioxidant component and activity of various dried jujube by different pretreatment method

Drying method	Pretreatment[1)]	Polyphenols (mg GAE[2)]/g)	Flavonoids (mg RHE[3)]/g)	DPPH radical scavenging ability (%)	ABTS radical scavenging ability (%)
Sun drying	NT	3.92±0.08d[4)deA5)]	0.49±0.12^{eB}	32.11±1.03^{gC}	55.34±1.94^{gC}
	BTS	3.45±0.16^{fB}	1.22±0.06^{bA}	52.20±0.79^{fA}	81.59±0.90^{eA}
	DTG	3.68±0.15^{efAB}	0.63±0.13^{deB}	34.35±0.68^{gB}	66.86±2.11^{fB}
Hot air drying	NT	5.48±0.18^{aA}	0.91±0.15^{cB}	77.70±2.18^{aA}	92.97±2.10^{abcAB}
	BTS	4.19±0.15^{cdB}	1.64±0.15^{aA}	73.82±2.96^{bA}	90.53±1.78^{cdB}
	DTG	5.45±0.12^{aA}	0.83±0.12^{cdB}	76.85±2.09^{aA}	94.29±0.64^{abA}
Cold air drying	NT	4.42±0.16^{bcA}	0.84±0.13^{cdB}	59.93±1.55^{eC}	89.08±1.67^{dB}
	BTS	4.34±0.23^{cA}	1.59±0.21^{aA}	69.27±1.75^{cA}	91.49±1.42^{bcdB}
	DTG	4.67±0.16^{bA}	1.00±0.13^{bcB}	64.57±1.53^{dB}	95.91±1.53^{aA}

[1)]Abbreviation: See Table 1. The concentrations of samples (DPPH and ABTS radical scavenging ability) solutions were measured at 50 mg/mL.
[2)]GAE: gallic acid equivalents. [3)]RHE: rutin hydrate equivalents.
[4)]Values are means±standard deviation of triplicate determinations.
[5)]Different superscripts within the whole column (a-g, all groups) and each column (A-C, pretreated groups) indicate significant differences (P<0.05).

Table 4. Sensory evaluation of various dried jujube by different pretreatment method

Drying method	Pretreatment[1)]	Appearance	Color	Texture	Taste	Overall acceptability
Sun drying	NT	3.70±0.82[2)abA3)]	3.20±0.92^{abcA}	3.10±0.57^{abA}	3.10±0.99^{bcdA}	3.00±0.47^{bcA}
	BTS	2.20±0.79^{eB}	2.40±0.84^{dB}	2.50±0.85^{bcA}	2.10±0.74^{eB}	1.80±0.63^{dB}
	DTG	3.20±0.63^{abA}	2.80±0.63^{cdAB}	2.80±0.63^{abcA}	3.00±0.67^{cdA}	2.90±0.74^{bcA}
Hot air drying	NT	3.50±0.85^{abA}	3.80±0.63^{abA}	2.90±0.74^{abA}	3.80±0.63^{abA}	3.70±0.48^{aA}
	BTS	3.00±0.67^{bA}	2.60±0.84^{cdB}	2.20±0.63^{cB}	2.60±0.70^{deB}	2.70±0.67^{cB}
	DTG	3.70±0.82^{abA}	3.40±0.70^{abcAB}	3.30±0.67^{abA}	3.90±0.74^{aA}	3.80±0.63^{aA}
Cold air drying	NT	3.60±0.52^{abA}	3.10±0.74^{bcB}	3.20±0.63^{aA}	3.40±0.70^{abcA}	3.50±0.71^{abAB}
	BTS	3.80±0.63^{aA}	3.30±0.48^{abcAB}	3.00±0.67^{abA}	3.10±0.74^{bcdA}	2.90±0.57^{bcB}
	DTG	3.80±0.79^{aA}	3.90±0.74^{aA}	3.20±0.63^{aA}	3.60±0.52^{abcA}	3.80±0.92^{aA}

[1)]Abbreviation: See Table 1.
[2)]Values are means±standard deviation of triplicate determinations. Sensory scores of all attributes for three pooled sample were evaluated by 20 panels from none at all (1 point) or dislike extremely (1 point) to very strong (5 points) or like very much (5 points).
[3)]Different superscripts within the whole column (a-e, all groups) and each column (A-B, pretreated groups) indicate significant differences (P<0.05).

는 열처리에 의한 phenol계 유도체의 가용화가 용이해짐에 따른 결과로 추측된다. 유용성분의 함량과 항산화 활성 간의 관계는 다소 차이는 있으나 전반적으로 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 높음에 따라 활성 또한 높아지는 양의 관계를 나타내었으며, 열풍건조가 천일건조 및 냉풍건조에 비해 유의적으로 높은 라디칼 소거활성을 나타내었다. 초기 식품의 건조 시 열이 가해지면 아미노산의 peptide, 단백질의 α-amino group과 당의 반응에 의한 비효소적 갈변반응이 주로 일어나며, 적정 열처리가 가해질 경우 식품성분 내 환원당과 질소화합물의 갈색화 반응을 일으키고 생성된 산물은 항산화 효과를 가진다고 보고된 바 있다(27). 따라서 본 연구에서 열풍건조 처리한 대추에서 높은 저해활성을 나타내는 것은 높은 갈변화로 인한 생성된 산물과 관련이 있는 것으로 해석되며, 이러한 활성의 증가는 건조 시 열에 의하여 furan, pyrol 등의 유도체, reducton류, 알돌형 축합반응에 의해 생성된 maillard 생성물질에 기인한 결과와 관련이 있는 것으로 사료된다(28).

관능검사

전처리 및 건조방법에 따른 건조대추의 품질을 평가하기 위한 방법으로 관능검사를 실시하였으며 그 결과는 Table 4와 같다. 건조방법에 따른 외관 및 색도는 냉풍건조와 열풍건조에서 전반적으로 높은 기호도를 나타내었고 전처리 방법 간에도 유의적인 차이를 보였는데, 천일건조, 열풍건조의 경우는 무처리에서 높은 기호도를, 냉풍건조는 glycerol 침지에서 높은 기호도를 나타내었다. 한편 NaCl boiling 처리는 가장 낮은 점수를 얻어 외관과 함께 품질이 가장 떨어지는 것으로 관찰되었으며, 조직감과 맛 또한 boiling 처리에서 가장 낮은 점수를 얻어 기호성이 떨어지는 것으로 나타났다. 반면 glycerol 처리의 경우 조직감과 맛이 무처리와 유사하거나 기호도가 증대되는 결과를 나타내어 관능적 품질을 향상시키는 것으로 나타났다. 종합적 기호도는 glycerol

Table 5. Correlation coefficients among browning degree, titratable acidity, total polyphenol content, DPPH and ABTS radical scavenging ability of various dried jujube by different pretreatment method

Factor[1)]	BD	TA	TPC	DPPH	ABTS
BD	1.000	0.869**	0.930**	0.667*	0.527
TA		1.000	0.846**	0.674*	0.479
TPC			1.000	0.751*	0.632
DPPH				1.000	0.930**
ABTS					1.000

[1)]BD, browning degree; TA, titratable acidity; TPC, total polyphenol content; DPPH, DPPH radical scavenging ability; ABTS, ABTS radical scavenging ability.
*P<0.05, **P<0.01.

침지가 가장 기호성이 높은 것으로 조사되었으며 다음으로 무처리, boiling 순이었다. 이상의 결과로 볼 때 boiling 처리는 건조효율에서는 우수하였으나 품질 면에서 기대할 만한 수준이 되지는 못한 반면 glycerol 용액에 침지하여 열풍건조 한 경우 건조효율의 증대는 물론 품질도 우수한 것으로 나타났다. 따라서 전처리에 따른 유용성분의 함량, 건조효율 및 영양적 가치를 고려하였을 때 glycerol 전처리와 열풍건조 방법을 효과적으로 이용하는 것이 건조효율의 증대 및 품질의 손상을 최소화함에 따른 고품질의 건조대추를 제조할 수 있는 방안이 될 것으로 기대된다.

갈변도, 항산화물질 및 항산화 활성 간의 상관관계

전처리 및 건조방법에 따른 건조대추의 갈변도, 항산화성분과 활성 간의 상관관계를 분석한 결과는 Table 5와 같다. 갈변도가 높을수록 적정산도, 총 폴리페놀 함량, 전자공여능이 높았으며, 상관계수는 각각 0.869(P<0.01), 0.930(P<0.01), 0.667(P<0.05)로 양의 상관관계를 보였다. 적정산도가 높을수록 폴리페놀 함량, 전자공여능이 높았으며, 상관계수는 각각 0.846(P<0.01) 및 0.674(P<0.05)로 양의 상관관계를 나타내었다. 그리고 폴리페놀 함량과 전자공여능은 0.751로 양의 상관관계를 나타내었고(P<0.05), 전자공여능과 ABTS 라디칼 소거활성 또한 0.930의 높은 양의 상관계수를 나타내었다(P<0.01). 이는 한약재의 열처리 시 총 폴리페놀 함량과 항산화력 간에 0.915(P<0.01)의 높은 상관관계를 나타내었다는 보고와 같은 결과를 나타내었다(29).

요 약

건조 전처리와 건조방법에 따른 대추의 건조특성과 품질의 변화를 비교분석 하였다. 수분함량은 glyceol 전처리에서 유의적으로 낮았고 열풍건조가 천일 및 냉풍건조에 비해 건조효율이 높은 것으로 나타났다. 가밀도는 NaCl boiling 처리에서 가장 높았고, 가용성 고형분의 함량의 경우 열풍건조, 냉풍건조, 천일건조 순으로 높은 함량을 나타내었으며 전반적으로 glycerol 침지에서 높은 함량을 보였다. 적정산도는 열풍건조가 타 건조 방법에 비해 높은 값을 나타내었으며, 전처리에 따라서는 무처리 및 glycerol 침지에서 높은 경향을 나타내었다. 반면 boiling 처리 시 대추 고유의 산도는 저하되는 것으로 나타났다. 당산비의 경우 천일건조에서 가장 높았으며 다음으로 냉풍건조 열풍건조 순으로 나타났고, 전처리에 따라서는 NaCl boiling> glycerol> 무처리 순으로 높은 함량을 나타내었다. 갈변도는 열풍건조, 냉풍건조, 천일건조 순으로, 전처리 방법에 따라서는 NaCl boiling, 무처리, glycerol 침지 순으로 높은 값을 나타내었다. 적색도의 경우 무처리가 NaCl boiling 및 glycerol 침지에 비해 유의적으로 높은 경향을 나타내었으며, boiling 처리한 건조대추의 경우 적색도는 감소하고 황색도는 증가하는 것으로 나타나 기호성이 다소 저하되는 것으로 관찰되었다. 건조방법에 따른 폴리페놀 함량은 열풍건조> 냉풍건조> 천일건조 순으로 높은 함량이 검출되었으며, 전처리 방법 간에는 무처리 및 glycerol 침지가 NaCl boiling 처리에 비해 유의적으로 높았다. 반면 플라보노이드 함량에서는 boiling 전처리를 행한 모든 건조방법에서 높은 함량이 검출되었다. DPPH, ABTS 라디칼 소거활성은 유용성분의 함량과 항산화 활성 간의 비례적인 상관관계를 나타내었으며, 열풍건조에서 유의적으로 높은 라디칼 소거활성을 나타내었다. 관능검사 결과 NaCl boiling 처리는 외관과 함께 품질이 가장 떨어지는 것으로 나타났으며, 종합적 기호도는 glycerol 침지가 가장 기호성이 높은 것으로 조사되었고 다음으로 무처리, boiling 순이었다. 이상의 결과 종합적 기호도 및 이화학적, 기능적 품질특성을 고려해 보았을 때 glycerol 전처리와 열풍건조 방법을 효과적으로 이용하는 것이 건조효율 증대 및 품질손상을 억제할 수 있는 방안이 될 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Abbas MF, Al-Niami JH, Al-Ani RF. 1998. Some physiological characteristics of fruits of jujube different stage of maturity. *J Hort Sci* 63: 337-339.
2. Lee HB. 1988. Studies on the change of chemical components of dried jujube (*Zizyphus jujuba* Miller) during storage. *J Agric Sci* 15: 95-113.
3. Na HS, Kim KS, Lee MY. 1996. Effect of jujube methanol extract on the hepatotoxicity in CCl_4-treated rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 839-845.
4. Choi KS, Kwon KI, Lee JG, Lee RK. 2003. Studies on the chemical compositions and antitumor activities of jujube tea products. *J Resource Development* 22: 23-29.
5. Al-Reza SM, Yoon JI, Kim HJ, Kim JS, Kang SC. 2010. Anti-inflammatory activity of seed essential oil from *Zizyphus jujuba*. *Food Chem Toxicol* 48: 639-643.
6. Lee YG, Cho SY. 1995. Effect of jujube methanol extract on benzo(a)pyrene induced hepatotoxicity. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 127-132.
7. Okamura N, Nohara T, Yagi A, Nishioka I. 1981. Studies on the constituents of Zizyphi fructus. III. Structures of dammarane-type saponins. *Chem Pharm Bull* 29: 676-683.
8. Lee DS, An DS. 1998. Effect of packaging conditions on keeping quality of fresh jujube. *J Korean Food Sci Technol* 30: 461-467.

9. Holdsworth SD. 1971. Dehydration of food products. *J Food Technol* 6: 331-334.
10. Quenzer NM, Burns EE. 1981. Effects of microwave, steam and water blanching on freeze-dried spinach. *J Food Sci* 46: 410-413.
11. Langdon TT. 1987. Preventing of browning in fresh prepared potatoes without the use of sulfiting agents. *Food Technol* 41: 64-67.
12. Chang SK, Lee HH, Hong SI, Han YS. 2010. Effect of organic acid treatment on the quality attributes of buckwheat sprout during storage. *Korean J Food Sci Technol* 42: 190-197.
13. Kim GC, Lee SY, Kim KM, Kim Y, Kim JS, Kim HR. 2011. Quality characteristics of hot-air and freeze dried apples slices after osmotic dehydration. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 848-852.
14. Jeon HL, Oh HL, Kim CR, Hwang MH, Kim HD, Lee SW, Kim MR. 2013. Antioxidant activities and quality characteristics of cookies supplemented with mulberry pomace. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 234-243.
15. Kim HK, Lee BY, Shin DB, Kwon JH. 1998. Effect of roasting conditions on physicochemical characteristics and volatile flavor components of chicory roots. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1279-1284.
16. Kim JW, Youn KS. 2012. Physicochemical properties and antioxidant activities in infrared dried peach processed by different pretreatment. *Korean J Food Preserv* 19: 849-857.
17. Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH. 2002. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50: 3010-3014.
18. Saleh ES, Hameed A. 2008. Total phenolic contents and free radical scavenging activity of certain Egyptian *Ficus* species leaf samples. *Food Chem* 114: 1271-1277.
19. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
20. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radial cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26: 1231-1237.
21. Nieto AB, Salvotori DM, Castro MA, Alzamora SM. 2004. Structural changes in apple tissue during glucose and sucrose osmotic dehydration: shrinkage, porosity, density and microscopic features. *J Food Eng* 61: 269-278.
22. Lee YJ, Lee HO, Kim JY, Kwon KH, Cha HS, Kim BS. 2011. Quality characteristics of frozen Doraji (*Platycodon grandiflorum*) according to various blanching treatment conditions. *Korean J Food Preserv* 18: 661-668.
23. Jee JH, Lee HD, Chung SK, CHoi JU. 1999. Changes in color value and chemical components of hoelen by various drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 31: 575-580.
24. Kang HK, Yoo YK, Lee SK. 2003. Effects of prestorage heat treatment on changes of phenolic compound contents and incidence of skin blackening in 'Niitaka' pear fruits during cold storage. *J Korea Soc Hort Sci* 44: 197-200.
25. Wink M. 1997. Compartmentation of secondary metabolites and xenobiotics in plant vacuoles. *Adv Botan Res* 25: 141-169.
26. Johnson JE, Walford R, Harma D, Miquel J. 1986. *Free radicals, aging and degenerative disease*. Alan R. Liss, New York, NY, USA. p 3-49.
27. Kim JH, Kwak DY, Choi MS, Moon KD. 1999. Comparison of the chemical compositions of Korean and Chinese safflower (*Carthamus tinctororius* L.). *Korean J Nutr* 31: 912-918.
28. Yen GC. 1990. Influence of seed roasting process on the changes in composition and quality of sesame (*Sesame indicum*) oil. *J Sci Food Agric* 50: 563-570.
29. Lee SH, Hwang IG, Lee YR, Joung EM, Jeong HS, Lee HB. 2009. Physicochemical characteristics and antioxidant activity of heated radish (*Raphanus sativus* L.) extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 490-495.