



Research Article

Quality characteristics of dried onion and garlic slices according to thermal and nonthermal treatment methods

열처리와 비열처리 방법에 따른 양파 및 마늘 건조 슬라이스의 품질 특성

Ji-Young Choi¹, Jiyeon Kim², Jungsoo Kim², Saeul Jeong², Da-Hyeon Gwak², Seok Kang², So-Jin Han², Hyun-Joong Kim², Kwang-Deog Moon^{2*}

최지영¹ · 김지윤² · 김정수² · 정새울² · 곽다현² · 강석² · 한소진² · 김현중² · 문광덕^{2*}

¹Food Safety and Distribution Research Group, Korea Food Research Institute, Wanju 55365, Korea

²School of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

¹한국식품연구원, ²경북대학교 식품공학부 식품생물공학전공

Abstract In the present study, the application of suitable thermal and nonthermal pretreatment methods was explored to develop a dried products comprising onion and garlic slices. Pretreatment was performed via blanching for 30 sec, steaming for 1 min, dipping in warm water (45°C) for 30 min, and dipping in cold water (8°C) for 1 hr. Furthermore, physicochemical and microbiological analyses were performed in conjunction with sensory evaluations. The group subjected to pretreatment via cold-water dipping exhibited the lowest moisture content and water activity with a negligible redness, yellowness, and browning index. Furthermore, the results of sensory evaluation revealed that this group exhibited relatively high color and overall acceptability. The group subjected to pretreatment via blanching presented severe browning and shape distortion. The samples in the group subjected to pretreatment via cold-water dipping did not exhibit a significant difference in pH; furthermore, the number of microorganisms during storage was lower than that in the control group. It was concluded that the hot-air drying of onion and garlic slices after cold-water dipping resulted in an increase in drying efficiency and the suppression of browning, without inducing major component changes. The facile technique demonstrated in the present study is expected to be fast and cost-effective, thereby facilitating practical application in farms.

Keywords hot air drying, onion slice, garlic slice, cold water dipping, browning inhibition



OPEN ACCESS

Citation: Choi JY, Kim J, Kim J, Jeong SU, Gwak DH, Kang S, Han SJ, Kim HJ, Moon KD. Quality characteristics of dried onion and garlic slices according to thermal and nonthermal treatment methods. Korean J Food Preserv, 29(1), 34-48 (2022)

Received: September 17, 2021

Revised: October 28, 2021

Accepted: October 31, 2021

*Corresponding author

Kwang-Deog Moon
 Tel: +82-53-950-5773
 E-mail: kdmoon@knu.ac.kr

Copyright © 2022 The Korean Society of Food Preservation. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

본 연구에서 사용된 양파와 마늘은 식생활에서 양념류로 음식의 향미를 증진시킬 뿐만 아니라 다양한 생리활성을 나타내는 각종 기능성 성분을 함유하고 있는 작물이다. 양파(*Allium cepa* L.)는 백합과에 속하는 다년생 식물로(Bang과 Cho, 1998) 기원전 4,000년 전부터 재배되기 시작했다. 이것은 우리나라 대표적인 향신료로 특유의 맛과 향기를 지니며 식품의 조리 및 가공 중 중요한 향신 조미료 소재로서 오래 전부터 널리 이용되어 왔는데(Bae 등, 2003),

quercetin, quercetin, rutin 등의 flavonoid계 성분과 체내 지방수준 저하에 효과적인 diallyl disulfide, allyl propyl disulfide 등의 황화합물이 함유하고 있어 항산화 작용이 있는 것으로 알려지고 있다. 또한, 심혈관계 질환 예방, 항혈전, 혈당저하 등의 여러 대사 장애에 조절 효능을 갖는 생리활성물질이 있는 것으로 밝혀지고 있다(Kang, 2007). 마늘(*Allium sativum* L.)은 백합과(Liliaceae) 부추속(*Allium*)에 속하는 인경 작물로, 원산지는 중앙아시아 이나 요즘에는 세계 전 지역에서 재배되고 있다(Kim 등, 2009). 한국에서는 김치와 같은 발효식품의 부재료로 사용되는 등 향신료, 조미료, 절임 용도로 다양하게 사용되고 있다. 마늘의 기능성으로 항균작용(Kim 등, 2004a; Yoon, 2009), 항산화(Chung과 Kim, 2009; Kim 등, 2010; Shin 등, 2004) 및 항암작용(Kim 등, 2005), 혈압저하작용(Jang 등, 2008), 동맥경화예방(Rajasree 등, 2009), 간 보호 및 간 질환 치료효과(Lea와 Randolph, 2001) 등이 확인되면서 생체 조절 기능을 충족하기 위해 마늘의 사용 범위가 확대되어가고 있다.

이러한 다양한 기능성과 효능이 입증되면서 국내의 양파와 마늘의 인기와 이용량은 계속해서 증가하고 있으며, 그에 따른 생산량 역시 증가하고 있는 추세이다(Choi 등, 2006; You 등, 2011). 꾸준한 양파와 마늘 소비량이 있음에도 불구하고 생산의 과잉이 발생할 수 있으므로, 다양한 가공방법으로 상품의 저장성, 이용성과 부가가치를 향상시키고 소비자들의 선택의 폭을 늘릴 수 있는 대안이 필요하다. 특히 마늘과 양파는 수확이 5-6월에 집중되므로, 연중 공급을 위해서 장기 저장이 필수적인 품목이다(Choi 등, 2002). 하지만 양파와 마늘은 수분함량이 높아 저장성이 매우 약하며, 저장기간 중 중량감소 및 부패가 일어나기 쉬울 뿐만 아니라 맹아, 발근에 의해 상품 가치가 저하된다. 또한, 호흡 및 증산작용이 매우 왕성하여 장기 저장 시 변색, 조직의 연화와 부패 현상, 발아 등의 변화로 품질이 저하될 가능성이 있어서 보관상의 어려움이 존재한다(Chang과 Kim, 2011; Kim, 2005). 이를 예방하기 위해 갈습 용액에서의 저온 예비 열처리, 초고압 처리, 초음파 처리 등의 가공방법에 대한 연구가 이루어지고 있다(Bozkir 등, 2019; Choi와 Surh, 2014; Choi 등, 2018; Kim, 2005).

식품 가공 방법 중에서도 특히 건조는 식품 내의 수분을

감소시킴으로써 용질의 상대적 농도를 높여 식품 내의 수분 활성도를 저하시켜 미생물 효소에 의한 부패나 변패 및 변질을 방지할 수 있다. 또한, 건조 재료는 다른 가공식품을 만들기 위한 중간 소재로의 활용도도 높다(Kim 등, 1987). 건조 방법에는 동결건조, 열풍건조, 적외선 건조, 냉풍건조 등이 있으며, 본 연구에서 사용된 열풍건조(hot air drying)는 상변화를 일으키는 열량과 질량 이동이 동시에 발생하는 공정으로서 건조에 의한 수분제거 및 수분활성도 감소에 의해 부패 위험을 낮추어 식품의 장기보존을 가능하게 한다(Barbanti 등, 1994). 열풍건조는 원가적인 측면을 고려하여 비용이 비교적 저렴하여 가공 분야에서 광범위하게 이용되고 있으며, 국내에 설치되어 있는 건조기의 약 90% 이상이 열풍건조기일 정도로 가장 일반적인 건조방법이다(Li, 2009). 이 건조법은 간단한 장치로 건조 기간을 단축시키며 건조효과가 뛰어나지만, 배출되는 열풍의 열량이 크므로 에너지 효율이 낮은 단점이 있고 열풍에 의해 제품의 향기나 무기질 등이 파괴되어 영양적 손실과 함께 표면경화, 낮은 복원력 등의 문제점이 있다(Lee 등, 2000). 또한, polyphenol oxidase에 의해 페놀화합물이 산화되고 갈색 색소인 멜라닌을 생성하면서 갈변이 발생하게 된다(William 등, 1986). 현재까지 양파의 건조에 대한 연구로는 Kang (2007)과 Kim 등(2007) 등의 열풍, 진공 및 동결건조 방법으로 양파를 건조하여 양파분말의 품질 특성을 비교하여 서로 다른 건조방법이 양파에 미치는 영향을 분석한 바가 있고, Choi와 Lee(2012) 등이 건조 양파 제조를 위하여 증숙 및 건조 조건을 연구한 바가 있다. 마늘 관련 문헌들을 살펴보면 열풍건조 시 건조온도와 기간에 따른 마늘의 성분변화(Jung 등, 2016) 연구가 있었다. 이전 연구들을 보면 대부분 건조법 종류와 건조 조건에 따른 양파와 마늘의 품질 특성 변화에 대한 연구였으며, 건조 후 품질 향상을 위한 전처리 방법 탐색은 부족한 실정이다.

식품산업과 농가에서는 식품의 품질을 보존하고 상품가치를 향상시키기 위해서, 또는 조직구조를 변경하여 초기 수분함량을 줄임으로써 건조효율을 높이기 위해 건조 전 다양한 전처리 및 가공 조작을 하게 된다(Bozkir 등, 2019). 열처리 공정(thermal processing)에는 열수침지(hot water), 데치기(blanching), 증기(steam) 등의 가장 일반적인 방법들이 있다(Cheigh 등, 2011). 또한, 양파와 마늘 슬라이스

의 갈변은 효소적인 메카니즘에 의해 일어난다고 보고되었으며, 물에 침지함으로써 산소를 제거하여 갈변을 차단할 수 있는 비열처리 공정(non-thermal processing)이 있다 (Samaniego-Esguerra 등, 1991; Sojo 등, 1999). 데치기(blanching)는 각종 효소를 불활성화시킴으로써 저장성을 높이고, 건조 중 품질 변화를 최소화하기 위해 많이 이용된다(Shim 등, 2016). 천연물의 전처리 및 추출공정으로 많이 이용되고 있는 증숙 공정(steaming)은 증숙을 사용해 열처리를 하여 작물의 구성성분 변화를 야기하거나 새로운 화합물을 만들어내고 조직을 파괴하여 유효성분의 용출을 극대화하기도 한다(Kim 등, 2013). 이와 같이 적절한 예비 열처리는 물리화학적, 영양학적 특성 및 풍미를 증진시킬 수 있지만 반대로 부적합한 처리는 전반적인 품질 저하가 우려된다. 때문에 식품의 특성에 따라 최적의 전처리 방법을 찾는 것이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 실제 농가에서 최대한 쉽고 간편하게 사용할 수 있는 전처리방식(냉수 침지, 온수 침지, 데치기, 증숙)들을 채택하고 양파와 마늘 슬라이스에 적용하였다. 또한, 이화학적, 미생물 분석 및 관능평가를 통해 양파와 마늘 슬라이스의 갈변 및 영양적 품질저하를 방지할 수 있는 가장 적합한 열풍건조 전처리 방법을 제안하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험재료 및 전처리

본 실험에 사용한 양파와 마늘은 2018년 대구의 대형마트에서 깎 형태로 구입하여 세척 후 꼭지를 제거하고 사용하였다. 마늘은 꼭지를 제거하고 약 2 mm 두께로 슬라이스하였으며, 양파는 꼭지를 중심으로 16등분으로 일정하게 절단 후, 다양한 전처리 후 열풍건조를 하였다. 총 실험구는 12개이며, 실험구에 대한 설명은 Table 1에 나타내었다. BLO, STO, BLG, STG는 열처리에 속하며, WWO, CWO, WWG, CWG는 비열처리에 속한다. RAWO와 RAWG를 제외한 처리구는 모두 50°C로 설정된 열풍건조기(BL950903, Gumbok Stoke Co., Ltd., Seoul, Korea)에 겹치지 않게 넓게 펴 24시간 동안 열풍건조 되었다. 각 방법 별 처리 시간과 처리 온도는 사전 예비실험을 통해 가장 적절한 조건으로 결정된 것이다. pH 및 가용성 고형분 함량, 색도, 총페

Table 1. Sample labeling and processing conditions

Label	Treatment
RAWO	Onions without pretreatment and drying (raw materials)
CONO	Onions dried in hot air at 50°C without pretreatment
BLO	Onions dried by hot air after blanching at 80°C for 30 sec
STO	Onions dried with hot air after steaming at 80°C for 1 min
WWO	Onions dried in hot air after dipping in warm water at 45°C for 30 min
CWO	Onions dried in hot air after dipping in 8°C cold water for 1 hr
RAWG	Garlics without pretreatment and drying (raw materials)
CONG	Garlics dried in hot air at 50°C without pretreatment
BLG	Garlics dried by hot air after blanching at 80°C for 30 sec
STG	Garlics dried with hot air after steaming at 80°C for 1 min
WWG	Garlics dried in hot air after dipping in warm water at 45°C for 30 min
CWG	Garlics dried in hot air after dipping in 8°C cold water for 1 hr

놀성 화합물 함량 분석에는 분쇄기(NSG-1002SS, Hanil, Seoul, Korea)로 분쇄된 시료가 사용되었다.

2.2. 수분함량 및 수분활성도 측정

수분함량은 각 시료 2 g을 취하여 적외선 수분 측정기(FD-720, Kett Electric Laboratory Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 103°C로 설정하여 측정하였으며, 시료는 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다. 수분활성도는 수분활성측정기(Hygrometer, Rotronic AG, A2-SET-HP, Bassersdorf, Schweiz)에 시료를 50-60% 채운 후 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다.

2.3. pH 및 가용성 고형분 함량 측정

pH와 가용성 고형분의 함량 측정 시, 분쇄한 양파와 마늘 분말 시료 2 g에 14배에 해당하는 증류수를 첨가하여 녹인 용액을 시액으로 사용하였다. pH는 시액을 계속하여 교반하면서 pH meter(Orion 3 star, Thermo Electron Co., Waltham, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 가용성 고형분 함량은 굴절 당도계(Master- α , ATAGO Co., Tokyo, Japan)로 측정하여 °Brix로 나타냈으며, pH와 가용성 고형분 함량 결과는 모두 희석배수를 측정된 값에 별

도 반영하지 않았다.

2.4. 색도와 갈변도 측정

표면색도는 표준 백색판($L^*=97.79$, $a^*=-0.38$, $b^*=2.05$)으로 보정된 colorimeter(CR=400, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하였다. 시료는 petri dish의 바닥이 보이지 않게 담긴 후, 분말표면의 색도를 15회 반복 측정되었으며, 평균값을 이용하였다. L^* 은 lightness, a^* 는 redness, b^* 는 yellowness를 나타낸 값이다. 각 전처리별 생양파와 생마늘로부터의 색차를 확인하기 위해 $\Delta E = \sqrt{\Delta a^{*2} + \Delta b^{*2} + \Delta L^{*2}}$ 가 산출되었으며, 갈변도(browning index, BI)는 측정된 L^* , a^* , b^* 값을 이용하여 다음과 같은 식으로 산출하였다(Ruiz 등, 2012).

$$X = X_n \left(\frac{a^*}{500} + \frac{(L^* + 16)}{116} \right)^3$$

$$Y = Y_n \left(\frac{(L^* + 16)}{116} \right)^3$$

$$Z = Z_n \left(\frac{-b^*}{200} + \frac{(L^* + 16)}{116} \right)^3$$

$$x = \frac{X}{(X + Y + Z)}$$

$$BI = \frac{(x - 0.31)}{0.172} \times 100$$

$$X_n = 91.97, Y_n = 93.8, Z_n = 107.98$$

2.5. 총페놀성 화합물 함량 측정

건조 양파 및 마늘 슬라이스의 총페놀 화합물(total phenolic compound, TPC) 함량을 분석하기 위해 추출물을 제조하였다. 분말 시료 2 g에 증류수 38 mL를 첨가하여 1시간 동안 40°C, 출력 70%로 설정된 초음파 발생기(40kHz, Daihan Scientific Co., Ltd., Seoul, Korea)를 사용해 추출하였다. 추출물은 Whatman No.4로 여과되어 시액으로 사용되었다. TPC 함량을 분석하기 위해, 희석된 시액에 50% Folin-Ciocalteu reagent(Junsei Chemical Co. Ltd.)를 동량 넣고 3분간 암실에 방치한 후, 10% sodium carbonate(Na_2CO_3) 용액 1 mL를 첨가하여 1시간 동안 암실에 방치하였다. UV-visible spectrophotometer(Evolution 201, Thermo Fisher Scientific Inc., WI, USA)로 750

nm에서의 흡광도를 측정하였고, gallic acid(Sigma chemical, Co., St Louis, MO, USA)로 standard curve를 작성하여, TPC 함량(mg%)을 나타냈다.

2.6. 미생물 수 측정

전처리 방법에 따른 건조 양파 및 마늘의 저장성을 알아보기 위해 부패를 일으킬 수 있는 일반세균수, 곰팡이 및 효모의 수를 분석하였다. 시료는 polypropylene 재질의 지퍼백(10 cm×20 cm)에 70 g씩 담겨 밀폐한 뒤 15°C로 설정된 항온기에서 저장하면서 4주 간격으로 미생물 수를 분석하였다. 멸균된 bag에 시료 70 g과 멸균된 0.1% 펩톤수(Difco, Detroit, USA) 280 mL를 첨가하여 5분간 stomacher(WS-400, Shanghai Zhisun Equipment Co, Ltd, China)를 이용하여 균질화시킨 후 분석에 사용하였다. 멸균된 펩톤수를 이용하여 10-fold 희석법으로 단계별로 희석한 후 각 희석농도에서 1 mL를 취하여 직경 10 cm petridish에 접종하였다. 접종된 petridish에 일반세균 수 측정을 위한 Plate Count Agar(PCA, Difco, USA)를 약 20 mL 정도 분주하고, 곰팡이 및 효모 측정을 위한 Potato Dextrose Agar(PDA, Difco, USA)를 약 20 mL 정도 분주하여 시료와 배지를 잘 혼합하여 균했다. 다음 일반 세균은 37±1°C incubator에서 36시간, 곰팡이 및 효모는 25±1°C incubator에서 5일간 배양한 후 흰색 콜로니를 계수하여 log CFU/g으로 나타냈다. 실험은 각각 저장 0주차, 4주차, 8주차에 시행하였다.

2.7. 관능검사

관능검사는 실험에 대한 검사방법에 충분한 설명을 듣고 훈련된 12명의 경북대학교 학생들을 대상으로 실시하였다. 전처리 조건에 따른 건조 제품에 대한 품질만을 비교하기 위해 시료 중 RAWO와 RAWG를 제외한 10개의 시료만으로 진행했다. 색(color), 향(flavor), 외관과 모양(appearance), 조직감(texture), 전반적 기호도(overall acceptance)를 검사 항목으로 설정하였다. 각 시료에 대한 기호도 기준으로 7점 척도법(7점: 매우 좋음, 5-6점: 좋음, 4점: 보통, 2-3점: 나쁨, 1점: 매우 나쁨)으로 나타냈으며, 2점 이하의 점수는 상품적 가치가 없는 것으로 판단하였다. 본 관능검사는 경북대학교 생명윤리심의위원회의 면제승인(접수번호:

KNU-2021-0014)을 받고 안전하게 진행되었다.

2.8. 통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복하여 실시하였고, 그 결과 값을 평균과 표준편차로 표시(Mean±SD)하였다. 실험기간 결과 값의 유의적 차이가 있는지 확인하기 위하여 SPSS program(IBM SPSS Statistics, version 19, IBM, USA)을 이용하여 분산분석의 Duncan's multiple range test ($p<0.05$)를 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 수분 함량 및 수분활성도

다양한 전처리를 한 건조 양파 슬라이스와 건조 마늘 슬라이스의 수분함량 및 수분활성도는 Table 2에 나타났다. 수분함량 분석 결과, 생시료의 경우 양파는 90.68%이고 마늘은 66.11%로 약 24% 정도 양파가 수분을 더 많이 함유하고 있었다. CONO는 25.28%, BIO는 25.99%, STO는 24.99%, WWO는 25.58%, CWO는 14.08%로 나타났으며, CWO가 유의적으로 가장 낮은 값을 나타냈다. 마늘의 경우, BLG가 20.43%로, CONG보다 높은 수분함량을 나

타내어 전처리를 하지 않은 경우보다 건조 효율이 떨어졌다. 이는 BLO에서도 유사한 경향성을 보였다. 따라서 양파의 경우 건조 효율은 CWO가 유의적으로 높게 나타났고, 마늘은 BLG를 제외하고는 건조 정도는 유사(9.30-13.96%)하였다. Kee와 Park(2000)의 보고에서도 물에 침지 처리한 양파를 건조하였을 때, 수분함량이 무처리구보다 약 0.6% 감소되는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 현상은 양파를 물에 침지했을 때, 가용성 성분 및 전분이 손실되면서 건조속도가 증가하기 때문이며, 따라서, 건조반응속도는 건조 전 전처리에 의존적이라고 할 수 있다(Kee와 Park, 2000; Lewicki, 1998).

식품의 수분활성도는 미생물의 증식 및 생존에도 영향을 미칠 뿐 아니라(Kim 등, 2002; Kwak 등, 1998), 식품에 존재하는 효소의 활성, 비효소 갈변화 반응 등에도 직접적인 영향을 미치므로(Kim 등, 1988) 수분활성도는 식품의 저장 안정성을 결정하는 중요한 요소 중 하나이다. 수분활성도 분석 결과, 양파의 경우 CONO(0.41), WWO(0.37), BLO(0.35), STO(0.34), CWO(0.29) 순으로 나타났으며, 전처리를 하지 않은 CONO의 수분 활성도가 유의적으로 높고 CWO가 현저하게 낮은 것을 확인하였다. 마늘의 경우 BLG(0.42), CONG(0.37), STG(0.30), WWG(0.26), CWG

Table 2. Physicochemical properties of dried onion and garlic slices pretreated by various methods

Samples ¹⁾	Moisture content (%)	Water activity (Aw)	pH	Total soluble solids (°Brix)
RAWO	90.68±0.34 ^{c2)}	1.00±0.09 ^e	5.97±0.04 ^d	0.70±0.06 ^a
CONO	25.28±6.11 ^b	0.41±0.07 ^d	5.45±0.01 ^b	5.00±0.10 ^c
BLO	25.99±3.61 ^b	0.35±0.04 ^c	5.29±0.02 ^a	5.00±0.00 ^c
STO	24.99±1.13 ^b	0.34±0.05 ^{bc}	5.43±0.04 ^b	5.20±0.12 ^c
WWO	25.58±1.10 ^b	0.37±0.01 ^{cd}	5.53±0.04 ^c	5.10±0.12 ^c
CWO	14.08±2.85 ^a	0.29±0.02 ^{ab}	5.45±0.02 ^b	4.30±0.31 ^b
RAWG	66.11±1.61 ^d	1.00±0.00 ^e	6.64±0.02 ^e	0.80±0.00 ^a
CONG	13.96±4.52 ^b	0.37±0.03 ^c	6.19±0.06 ^b	4.90±0.10 ^c
BLG	20.43±1.73 ^c	0.42±0.02 ^d	6.06±0.03 ^a	5.10±0.12 ^d
STG	9.30±1.30 ^{ab}	0.30±0.02 ^b	6.25±0.02 ^c	4.80±0.17 ^{bc}
WWG	12.93±3.07 ^b	0.26±0.02 ^b	6.35±0.12 ^d	4.80±0.12 ^{bc}
CWG	12.85±2.53 ^b	0.22±0.01 ^a	6.27±0.03 ^c	4.60±0.06 ^b

¹⁾Shown in Table 1.

²⁾Each value is expressed as the mean±standard deviation (n=3). Means followed by different letters within the column (^{a-e}) are significantly different ($p<0.05$).

(0.22) 순으로 나타났으며, 양파와는 달리 BLG가 CONG보다 유의적으로 높아 blanching 전처리는 무처리 마늘보다 건조 마늘의 수분활성을 낮추지 못하는 것을 볼 수 있었다. 열 공정은 세포의 모양과 크기 등 세포 내부구조에 수많은 손상을 일으키며, 많은 균열과 공극이 발생시키는데, 이 균열 속으로 수분이 흡수되기 때문이다(Halder 등, 2011). Ciurzyńska 등(2021)은 red beet를 다양한 시간과 온도 조건에서 blanching하고 건조했을 때, 수분활성도를 낮추지 못하거나 증가하였다고 보고하였으며, 이는 본 연구 결과와 유사하였다. 따라서 전반적으로 blanching 전처리를 제외한 steaming, 냉수, 온수 침지 전처리는 열풍건조 시 수분 활성 감소에 영향을 주어 저장성을 향상에 도움이 될 것으로 예상되며, 그 중에서도 가장 낮은 수분함량과 수분활성도를 나타낸 CWG와 CWO가 미생물 증식 방지에 가장 효과적이라고 예상된다.

본 연구에서 전처리 시간과 방법은 달랐으나, 열풍건조 시간과 온도는 모두 동일했고, 최종 제품의 수분함량은 그룹별로 다르게 나타났다. 건조제품의 품질이 좋은 제품을 얻기 위해서는 건조속도를 증가시키는 방법이 요구되고 있다(Choi 등, 2008). 따라서 이 결과는 전처리 조건이 열풍건조 속도나 효율성에 영향을 줄 수 있었음을 뜻하며, 그 결과로 산업적으로 경제적 효과를 볼 수 있다는 것에 의미를 둘 수 있다.

3.2. 가용성 고형분 및 pH

전처리에 따른 건조 양파 마늘 슬라이스의 가용성 고형분의 함량은 Table 2에 나타났다. 건조 시 수분함량이 감소하면서 양파와 마늘 모두 생시료에 비해 가용성 고형분이 현저히 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 양파 건조 슬라이스의 경우 CWO를 제외하고는 유사한 가용성 고형분 함량을 나타냈으며(5.00-5.20 °Brix), CWO는 다른 건조 처리구들에 비해 유의적으로 낮은 값인 4.30 °Brix였다. 이는 물 침지 처리 시 환원당 함량이 무처리구보다 약 2% 감소하였다는 Kee와 Park(2000)의 보고와 유사한 결과였다. 이는 전처리 과정에서 다른 시료들에 비해 오랜 시간 침지하여 수용성 당이 침지액으로 용출되어 다른 시료에 비해 낮은 가용성 고형분의 함량이 나타난 것으로 보인다. 마늘 건조 슬라이스의 경우 BLG(5.10 °Brix), CONG(4.90 °Brix),

STG(4.80 °Brix), WWG(4.80 °Brix), CWG(4.60 °Brix) 순으로 나타났다. 양파 건조 슬라이스와 마찬가지로 CW 처리구가 유의적으로 가장 낮은 가용성 고형분 함량을 나타냈으며, BLG가 가장 높은 함량을 보였다.

전처리에 따른 건조 양파 마늘 슬라이스의 pH 분석 결과는 Table 2에 나타났다. 양파 슬라이스는 건조되면서 전반적으로 RAWO보다 pH가 감소하였다. 이때, BLO의 pH가 5.29로 유의적으로 가장 낮은 결과를 보였고, STO, WWO, CWO의 pH 값은 5.43-5.53으로 무처리구인 CONO와 유사하거나 높은 값을 보였다. 양파의 성분 중 하나인 glutamine이 열분해가 진행되면서 pyrrolidine carboxylic acid가 생성됨에 따라 pH가 감소된다고 보고하였으며(Clydesdale 등, 1972), 이에 따라 BLO는 열분해가 가장 많이 진행된 것을 알 수 있었다. 마늘의 경우에도 양파와 유사한 양상을 보였고 BLG가 6.06로 가장 낮은 pH를 보였다. 마늘의 전구물질인 alliin은 열처리가 진행되면 세포가 파괴되면서 빠르게 분해되어 자극성 신미 성분인 allicin과 2개 분자의 pyruvic acid 및 암모니아로 분해되며, 이 과정에서 산도가 높아졌으리라 추측된다(Mishra 등, 2001). pH 저하 및 산도는 마늘의 풍미(flavor) 성분에 많은 영향을 미치며, 기호도를 저하시킬 뿐 아니라 마늘을 이용한 식품개발에 있어서 걸림돌이 될 수 있다(Son 등, 2008). 따라서 pyruvic acid는 풍미성분을 측정하는 간접적인 척도로도 많이 이용되고 있다(Schwimmer와 Weston, 1961). CWG(6.27)와 STG(6.25)가 CON과 가장 유사한 값이 나타남을 확인하였기 때문에 CW와 ST 전처리 방법은 pH 영향에 의해 건조 마늘의 특유의 맛 변화는 크지 않을 것으로 보인다.

3.3. 색도

갈변 및 변색은 과채류 가공 시 주로 발생하는 현상으로 색도는 외관상 품질을 판정하는 데 중요한 요인 중의 하나이다. Table 3에 다양한 전처리를 한 양파 건조 슬라이스와 마늘 건조 슬라이스의 색도를 측정된 결과를 나타냈다. 양파는 모두 열풍 건조 후 생시료보다 명도, 황색도, 적색도가 증가하는 것으로 나타났다. 생양파는 흰색을 띠는 반면, 건조하기 전 blanching 및 steaming 전처리한 양파는 눈에 띄게 노란빛 혹은 갈색빛으로 변하는 것을 볼 수 있었다. 전처리로서 데치기는 효소 불활성화, 미생물 사멸 등의 효

Table 3. Color of dried onion slices and dried garlic slices pretreated by various methods

Samples ¹⁾	Lightness	Redness	Yellowness	Color difference (ΔE)	Browning index
RAWO	74.44±5.35 ^{2)a}	-4.55±0.32 ^{2)a3)}	17.96±3.10 ^a	0.00±0.00 ^a	20.44±4.49 ^a
CONO	87.09±1.69 ^c	-0.34±0.34 ^e	23.41±0.94 ^{bc}	14.99±4.93 ^b	27.98±1.57 ^{bc}
BIO	86.09±1.62 ^c	-0.82±0.27 ^d	24.34±1.24 ^c	14.48±4.42 ^b	28.84±1.87 ^c
STO	77.24±0.98 ^b	1.64±0.38 ^f	31.15±1.85 ^d	15.73±3.73 ^b	42.08±2.78 ^d
WWO	85.87±1.95 ^c	-1.01±0.43 ^{cd}	23.59±0.81 ^{bc}	13.94±5.75 ^b	27.87±1.44 ^{bc}
CWO	86.54±1.49 ^c	-1.22±0.25 ^c	22.32±0.71 ^b	13.83±5.52 ^b	26.08±1.11 ^b
RAWG	65.99±3.78 ^a	-2.89±0.48 ^a	34.53±5.33 ^e	0.00±0.00 ^a	46.30±6.67 ^d
CONG	89.19±1.49 ^d	-0.77±0.19 ^{bc}	17.34±1.02 ^{ab}	29.51±3.21 ^{de}	20.39±1.27 ^a
BLG	86.12±0.84 ^b	-0.68±0.26 ^c	24.78±1.52 ^d	23.27±3.25 ^b	29.45±1.80 ^c
STG	88.36±1.32 ^{cd}	-0.25±0.32 ^d	20.04±1.34 ^c	27.40±3.16 ^{cd}	24.00±1.90 ^b
WWG	87.00±1.79 ^{bc}	-0.05±0.36 ^d	18.82±0.87 ^{bc}	26.89±2.97 ^{cd}	23.10±1.30 ^b
CWG	88.37±2.74 ^{cd}	-1.04±0.37 ^b	16.37±2.30 ^{ab}	29.68±3.44 ^e	19.18±1.84 ^a

¹⁾Shown in Table 1.

²⁾Each value is expressed as the mean±standard deviation (n=3).

³⁾Means followed by different letters within the column (^{a-f}) are significantly different (p<0.05).

과가 있어 식품의 저장에 도움을 줄 수 있으나, 부적절한 열처리는 식품의 관능 및 영양학적 품질을 하락시킬 수 있다(Shin 등, 2016). 또한, 이러한 결과는 양파의 고온 처리가 오히려 변색을 유발할 수 있다는 Hong 등(2004)의 설명과 일치하였다. 양파 건조 슬라이스의 경우, 명도를 나타내는 L*값은 WWO, BLO, CWO, CONO(85.87-87.09)은 유의적으로 차이가 없었으나, ST(77.24)가 유의적으로 가장 낮은 값을 나타내 steaming 전처리는 양파의 밝기를 어둡게 만드는 것을 알 수 있었다. 적색도와 황색도를 나타내는 a*, b*값은 무처리구인 CONO와 STO가 다른 처리구에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내어 열풍 건조 후 갈변이 심하게 발생하는 것으로 나타났다. 생시료의 색도에 대한 ΔE 값은 STO가 15.73으로 가장 높았으며, CWO는 13.83으로 가장 낮은 값을 보였다. Browning index 산출 결과 역시 같은 경향을 나타냈으며, STO가 CWO보다 1.61배 이상 높은 갈변도가 나타났다. Steaming과 같은 열처리는 환원당 아미노기를 같은 화합물 사이에 일어나는 Maillard reaction 증가나 caramel 화 반응에 의한 양파의 갈변을 일으킨다(Choi와 Surh, 2014). 반면 WWO와 CWO는 가장 낮은 적색도와 황색도를 나타내, 온수 및 냉수 침지가 건조 시 양파의 갈변을 억제해 주는 것으로 보인다. 보통

절단된 양파는 절단면과 산소와의 산화 반응에 의해 효소적 갈변이 일어나는데, 물에 침지하는 전처리를 함으로써 산소접촉이 차단될 뿐만 아니라, 양파 세절에 의해 손상된 양파세포에서 갈변 전구물질과 효소가 유출된 것이 물에 세척되어 제거됨으로써 갈변이 억제될 수 있다(Kee와 Park, 2000).

생마늘의 경우, L*, a*, b*는 65.99, -2.89, 34.53이었으며, 열풍건조 시 모든 샘플의 L*과 a*값은 증가, b*는 감소하는 경향을 보였다. L*값은 BLG가 86.12로 유의적으로 가장 낮게 나타났으며, 다른 처리구들 사이에서는 큰 경향성이 나타나지 않았다. 또한, 전반적으로 건조 후, 생마늘(RAWG) 특유의 노란빛(b*)이 흰색에 가까운 미색으로 바뀌면서 34.53에서 16.37-24.78로 매우 감소하였다. 마늘은 양파와 다르게 건조 시 원물보다 갈변, 황변하는 것이 아니라 더 밝은색으로 변색되었다. 건조에 의해 발생하는 비효소적 갈변은 향과 맛에 긍정적인 효과를 주기도 하지만, 식품의 종류에 따라 가공 후 부적절한 변색은 소비자들에게 거부감을 줄 수 있다. 관능검사 결과를 살펴보았을 때, 건조 양파와 마늘은 색이 전반적 기호도에 큰 영향을 미쳤을 것으로 보이며, 양파는 a*값, 마늘은 b*값과 전반적 기호도 점수가 높은 음의 상관관계를 가졌다. 따라서 건조 양파

와 마늘의 경우, 소비자들은 적변과 황변이 된 제품을 부정적으로 생각하는 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 건조 시 RAWG와 최대한 유사한 색의 샘플보다는 BI가 낮은 것을 최적의 전처리라고 보았다. CWG는 b^* 값과 BI값이 매우 낮게 나타나 갈변 현상이 가장 많이 억제되었으며, BLG와 STG는 b^* 값이 상당히 높게 나타나, 갈변이 진행된 것을 알 수 있었다. 건조 마늘의 ΔE 값은 CWO가 29.68로 가장 높았으나, Browning index는 19.18로 매우 낮은 값을 보였다. 이러한 결과는 냉수 침지 후 건조된 마늘이 갈색빛이 줄어들고, 오히려 밝은색으로 변색되었음을 의미한다. 또한, BLG의 갈변도가 가장 높게 나타나, 건조 양파 슬라이스와 비슷한 양상을 보였다. 마늘 내부에 존재하는 구성성분들 사이의 화학반응은 가열 온도가 높을수록 더욱 촉진되는데, 즉 아미노기와 카르보닐기를 가진 물질들 사이에 Maillard 갈변 반응이 조리온도가 높았던 마늘에서 더욱 가속화되었기 때문이다(Sikorski 등, 2008). 따라서 열풍 건조를 통해 양파, 마늘 건조 슬라이스를 제조할 경우 갈변이 발생하여 전처리로 blanching과 steaming은 부적합하며 냉수 침지 전처리가 가장 적절할 것으로 사료된다.

3.4. 총페놀성 화합물 함량

전처리를 달리한 건조 양파 슬라이스와 건조 마늘 슬라이스 추출물의 총페놀성 화합물 함량은 Fig. 1에 나타났다. 총페놀성 화합물은 다양한 구조와 분자량으로 phenolic hydroxyl기가 있어 단백질 및 기타 거대 분자들과 결합하는 성질을 가지며, 항산화 효과 등의 다양한 생리활성을 나타낸다(Scalbert 등, 2005). 양파의 경우, RAWG, CONO, BLO, STO, WWO, CWO는 각각 7.11 mg%, 44.61 mg%, 42.19 mg%, 44.09 mg%, 42.56 mg%, 39.70 mg%로 나타났다. 생양파는 수분을 다량 함유하고 있어 동량 기준으로 총페놀 화합물 함량이 건조 양파 추출물에 비해 훨씬 낮았다. 다른 전처리구는 무처리구인 CONO와 큰 차이가 없었으나, CWO 추출물은 CONO에 비하여 약 11% 감소하여, 가장 낮은 총 폴리페놀 화합물 함량을 가졌다. 이는 물에 가장 장시간 침지되어 전처리 중 페놀성분이 침지수에 용출되었을 가능성이 있다. Yoo 등(1997)의 연구에서 다양한 침지 용매(에탄올, 메탄올, 에테르, 아세톤, 물) 중에서 물에 침지한 양파의 폴리페놀 함량이 가장 낮게 나타나 본

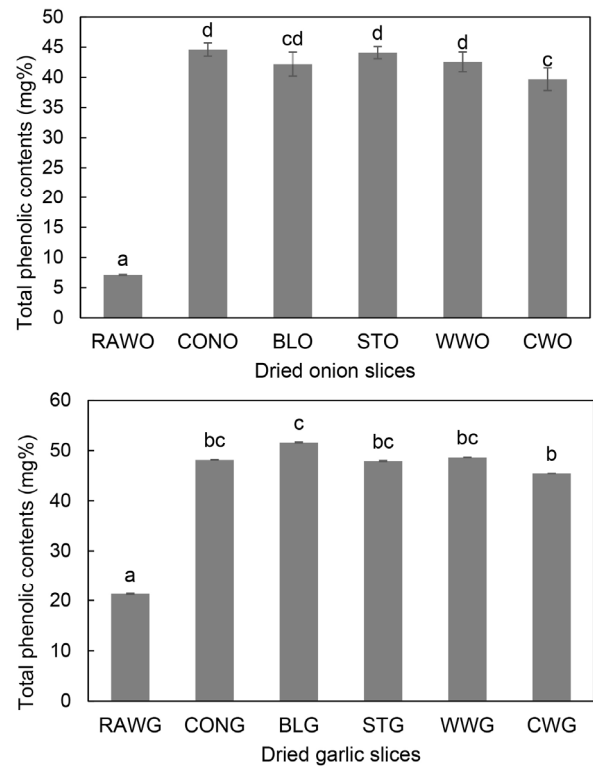


Fig. 1. Total phenol contents of dried onion and garlic slices with different pretreatment methods. Abbreviation are shown in Table 1.

연구 결과를 뒷받침할 수 있다.

건조 마늘의 경우에도 냉수에 침지했던 CWG의 추출물이 가장 낮은 페놀 화합물 함량을 나타냈다. Chang과 Kim (2011) 등의 연구에 의하면 열처리 및 열풍 건조를 거쳐 제조된 분말 마늘의 경우 폴리페놀 함량이 높았으며, 이는 열처리 중에 마늘 내 화합물이 폴리페놀 화합물을 형성한 것으로 해석된다고 보고하였다. Kim 등(2010)의 연구에 의하면 마늘에 장시간 열처리 과정을 거치면서 일부 마늘 화합물의 구조적 전환 및 성분이 용출이 용이해지고 수분의 감소에 따른 상대적인 성분의 농축이 이루어지기 때문에 총 폴리페놀 함량이 증가한다고 보고하였다. 따라서 다른 처리구에 비해 열처리를 가장 적게 가한 CWG가 45.44 mg%로 CONG의 약 6% 감소하였으며, 가장 낮은 페놀 화합물 함량을 나타냈다. 따라서, 냉수 침지 처리는 건조 제품의 영양적, 기능적 손실을 발생시켰다. 하지만 이러한 손실에도 불구하고 냉수 침지 전처리는 무처리구에 대해 수분활성도 감소율은 양파와 마늘이 각각 29.3%, 40.5%로 매우 높게 나타났으므로, 건조

효율 상승으로 얻어지는 이득이 더 클 것이라고 생각하여, 냉수 침지가 전처리로 가장 적합하다고 판단하였다.

3.5. 미생물 수

다양한 전처리를 한 건조 양파 슬라이스와 건조 마늘 슬라이스의 일반세균 수, 효모 및 곰팡이 수는 Table 4에 나타났다. 양파의 경우, 일반세균 수 분석 결과, RAWO는 초기에 1.58 log CFU/g에서 8주에는 7.17 log CFU/g으로 매우 높게 증가하였으며, CONO도 유의적으로 증가하여 8주 차에는 3.28 log CFU/g의 일반세균이 나타났다. BLO와 STO는 초기 일반세균 수는 많았으나, 저장 중 일반세균 수가 감소하는 경향을 보였다. 또한, WWO와 CWO는 처리 직후 세균수가 다른 처리구에 비해 월등히 감소한 것을 볼 수 있다. 저장 4주차부터는 모든 전처리구들이 무처리구인 CONO보다 낮은 일반세균 수를 보여, 열풍건조 전에 전처리를 한 것이 세균 수 감소에 유의적인 도움을 주었을 것으로 사료된다. 양파의 효모 및 곰팡이 수 분석 결과, 초기에는 BLO와 STO가 각각 2.46 log CFU/g, 2.79 log CFU/g으로 높게 나타났으며, 전반적으로 경향성 있는 변화를 보

이지 않아, 건조 양파 슬라이스의 효모 및 곰팡이 수에는 전처리가 큰 영향을 주지 않았다.

마늘의 경우 일반세균 수 분석 결과, RAWG는 2.57 log CFU/g에서 5.25 log CFU/g으로 유의적으로 증가하였으며, 그 증가율은 양파보다는 낮았다. 이는 생양파에 비하여 마늘의 수분함량이 약 24%나 낮았기 때문인 것으로 생각된다(Table 2). 건조 마늘 중에서는 무처리구인 CONG가 8주 동안 가장 높은 세균 수가 나타났으며, 전처리를 수행 시 무처리구보다 미생물 수가 감소하는 모습을 보였다. Choi 등(2018)은 90-95°C, 30-40초 데치기 시 총세균은 10³-10⁴ CFU/g 내외 감균되고 진균류는 10¹-10² CFU/g 감균되어 항균제 용액 침지 방법 대비 살균 효과가 크다고 보고하였는데 이는 본 연구 결과와 유사한 경향을 보였다. 또한, STG와 WWG는 저장 4주차까지 상당히 낮은 세균 수를 나타내어 양파의 경우와는 다른 결과였다. 효모 및 곰팡이 수 분석 결과 또한 무처리구보다 처리구들이 전반적으로 낮은 값을 보여 전처리를 통해 효모와 곰팡이 저감 효과를 볼 수 있었다. Ku 등(2006)은 전처리 방법에 따른 무청의 잔존 미생물의 감균 효과가 가장 좋은 전처리 방법은

Table 4. The number of bacteria, yeast and mold in dried onion slices by various pretreatment methods during storage (log CFU/g)

Sample ¹⁾	Bacteria			Yeast and mold		
	Storage period (week)					
	0	4	8	0	4	8
RAWO	1.58±0.29 ^{2)aA}	4.81±0.05 ^{cB3)}	7.17±0.02 ^{dC}	1.53±0.10 ^{aA}	5.08±0.03 ^{dB}	7.46±0.26 ^{dC}
CONO	2.21±0.28 ^{bA}	2.59±0.66 ^{bAB}	3.28±0.11 ^{cC}	2.27±0.20 ^{bcA}	3.40±0.33 ^{cB}	2.31±0.15 ^{abA}
BLO	2.44±0.12 ^{cB}	1.87±0.09 ^{aA}	2.02±0.10 ^{aA}	2.46±0.25 ^{aA}	2.47±0.48 ^{bA}	2.50±0.05 ^{bA}
STO	2.39±0.11 ^{cA}	2.38±0.13 ^{abA}	2.21±0.29 ^{abA}	2.79±0.03 ^{dB}	2.06±0.10 ^{abA}	2.93±0.03 ^{cC}
WWO	1.88±0.08 ^{abA}	2.07±0.55 ^{abA}	2.22±0.12 ^{abA}	2.22±0.16 ^{bcA}	3.17±0.18 ^{cB}	2.13±0.24 ^{aA}
CWO	1.47±0.04 ^{aA}	2.42±0.20 ^{abB}	2.35±0.05 ^{bB}	2.74±0.09 ^{dB}	2.34±0.20 ^{abA}	2.83±0.09 ^{cB}
RAWG	2.57±0.04 ^{cA}	4.54±0.03 ^{dB}	5.25±0.04 ^{dC}	3.77±0.34 ^{dA}	4.44±0.02 ^{dB}	5.00±1.08 ^d
CONG	1.78±0.76 ^{bA}	2.67±0.02 ^{cA}	2.18±0.20 ^{bA}	1.95±1.09 ^{bcA}	2.71±0.16 ^{cAB}	3.45±0.00 ^{cB}
BLG	1.52±0.09 ^{abAB}	1.47±0.06 ^{bA}	1.83±0.26 ^{abB}	1.41±0.07 ^{abA}	1.90±0.30 ^{cAB}	2.09±0.36 ^{abB}
STG	1.07±0.08 ^{aA}	0.98±0.04 ^{aA}	1.63±0.16 ^{aB}	0.87±0.20 ^{aA}	1.03±0.01 ^{aA}	2.18±0.07 ^{abB}
WWG	1.05±0.04 ^{aA}	0.95±0.04 ^{aA}	1.40±0.46 ^{aA}	0.92±0.03 ^{aB}	0.68±0.07 ^{aA}	2.01±0.06 ^{cC}
CWG	1.60±0.10 ^{abA}	1.66±0.01 ^{bA}	1.54±0.25 ^{aA}	2.07±0.02 ^{bcB}	1.57±0.03 ^{bA}	1.32±1.21 ^{aA}

¹⁾Shown in Table 1.

²⁾Each value is expressed as the mean±standard deviation (n=3).

³⁾Means followed by different letters within the column (^{a-d}) and different letters within the row (^{A-C}) are significantly different (p<0.05).

steam 처리 방법이었다고 언급하였다. 전처리 자체의 균 저감 효과 이외에도, STG, WWG, CWG의 경우 특히 건조 효율이 비교적 높아 수분함량과 수분활성도가 낮았기 때문에 미생물 생육이 힘들었을 것으로 보인다(Table 2). 시판 편의제품에서 검출되는 미생물 수가 약 10^4 - 10^5 CFU/g (Francis 등, 1999)이라고 보고된 바에 비하여 본 연구 결과에서는 전반적으로 비교적 미생물이 적게 검출되었다. 이는 전처리, 열처리(건조) 가공 등에 의한 영향으로 보이며, Hong 등(2004)의 결과와 유사하였다.

3.6. 관능적 품질

관능평가의 결과는 12명의 관능검사 요원이 평가한 관능 점수의 평균값을 Table 5에 나타냈다. 양파와 마늘 모두 향과 조직감 항목에서 모든 구간 유의적 차이가 없었기 때문에 전처리 조건 및 건조방법이 향과 조직감의 기호도에 크게 영향을 끼치지 않을 것으로 보인다. 양파의 경우, 전반적 기호도 항목에서 BLO와 STO가 WWO, CWO에 비해 비교적 낮은 값을 나타냈지만 유의미한 수준의 차이는 나타나지 않았다. 마늘의 경우, 색과 외관 항목에서 BLG가 유의적으로 나쁘다는 평가를 받았고 CWG와 WWG는 좋은 평가를 받아 냉수 및 온수 침지는 마늘의 외관에 영향을 크게 주는 것으로 보인다. Fig. 2는 건조 양파 슬라이스와 마늘 슬라이스의 외관을 촬영한 것으로, BLG와 BLO가 유난

히 가장자리가 찌그러지고 갈변된 모습을 확인할 수 있다. 고온 처리 및 장시간 열처리를 하면 분해효소와 상관없이 양파 등의 채소류는 세포조직의 붕괴가 진행됨에 따라 세포 내 소기관들, 펙틴질 및 구성 성분들의 분해가 일어나고 조직 연화가 진행된다는 보고(Kim 등, 2004b; Kim 등, 2012; Lee 등, 2011)가 이를 뒷받침한다. 또한, 전반적 기호도에서 WWG와 CWG는 각각 5.08점, 4.92점으로 비교적 높은 점수를 얻었으며, BLG는 3.25점으로 유의적으로 가장 낮은 평가를 받았다. 양파와 마늘 모두 Texture 항목에서는 눈에 띄는 차이는 보이지 않아 열풍건조 전처리가 사람이 느낄 만큼의 조직감 변화를 일으키지는 않는 것으로 보인다.

4. 요약

본 연구에서는 양파와 마늘의 열풍건조 슬라이스 제품을 제조 시 품질 개선을 위해 적절한 전처리를 선정하고자 하였다. Blanching, steaming, 온수 침지, 냉수 침지 처리 등 전처리 조건들을 달리한 후 열풍 건조하였고, 이화학적 및 미생물학적 분석, 관능검사를 실시하였다. 수분함량과 수분 활성도 분석 결과, 냉수 침지 처리한 CWO와 CWG가 수분 함량과 수분 활성도가 낮게 나타나 같은 건조시간 대비 건조 효율이 높은 것을 확인하였다. 또한, 색도 분석 결과,

Table 5. Sensory scores of dried onion powder by various pretreatment methods

Samples ¹⁾	Color	Flavor	Appearance	Texture	Overall acceptability
CONO	4.00±1.35 ^{2)a}	4.08±0.90 ^{3)a}	3.50±1.57 ^a	3.58±1.00 ^a	3.67±1.30 ^{ab}
BLO	3.92±1.24 ^a	4.08±1.17 ^a	3.83±1.19 ^a	3.42±1.00 ^a	3.83±1.19 ^a
STO	3.92±1.56 ^a	4.00±1.28 ^a	3.58±1.62 ^a	3.25±1.60 ^a	3.42±1.38 ^{ab}
WWO	4.33±4.17 ^a	3.92±1.08 ^a	3.92±1.08 ^a	3.50±1.24 ^a	4.25±1.22 ^a
CWO	4.17±1.19 ^a	4.33±1.07 ^a	3.83±1.27 ^a	3.67±1.16 ^a	4.58±1.24 ^{ab}
CONG	5.00±1.04 ^b	4.25±1.54 ^{ab}	4.67±1.15 ^{bc}	5.00±1.28 ^a	4.33±1.15 ^{abc}
BLG	3.25±1.76 ^a	4.25±1.54 ^{ab}	2.92±1.16 ^a	4.50±1.31 ^a	3.25±1.36 ^a
STG	4.08±1.51 ^{ab}	4.25±1.22 ^{ab}	3.75±1.42 ^{ab}	4.58±1.16 ^a	3.92±1.31 ^{ab}
WWG	5.00±1.13 ^b	4.67±1.23 ^{ab}	4.92±1.24 ^c	4.75±1.29 ^a	5.08±1.38 ^c
CWG	5.33±1.30 ^b	4.67±1.15 ^b	4.75±1.14 ^{bc}	4.42±1.16 ^a	4.92±1.08 ^{bc}

¹⁾Shown in Table 1.

²⁾Each value is expressed as the mean±standard deviation (n=3).

³⁾Means followed by different letters within the column (a-c) are significantly different (p<0.05).

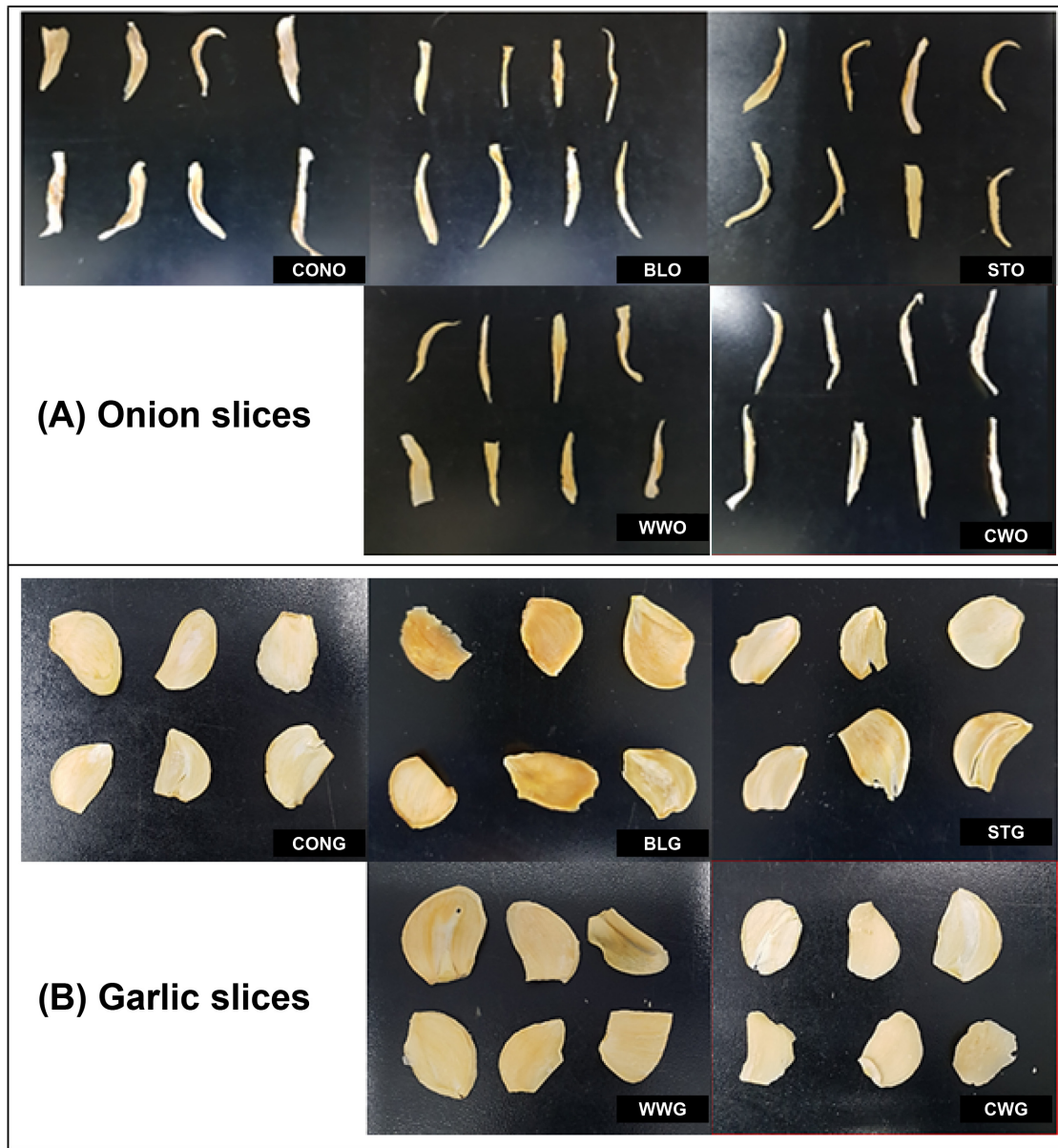


Fig. 2. Appearance of hot air dried onion and garlic slices with different pretreatment methods. Abbreviation are shown in Table 1.

CWO와 CWG가 redness와 yellowness가 낮게 나타나 갈변이 억제된 것을 알 수 있었다. 반면에 BLO와 BLG는 짧은 시간이었지만 고온 처리되어 조직 연화가 발생하였고 외관상 표면이 찌그러지고 갈변 현상이 발생하였다. CWO와 CWG는 다른 처리구들에 비해 가용성 고형분 함량은 약간 낮았으나, pH와 미생물 발생 수에서 큰 차이를 나타내지 않았다. 또한, 관능평가 결과에서도 향과 조직감에 큰 영향을 받지 않으면서 색, 전반적 기호도에서 높은 점수를 받

았다. 따라서 양파와 마늘을 냉수 처리했을 시 향, 조직감, 미생물 오염에 영향을 받지 않으면서 갈변 방지를 할 수 있을 것이다. 또한, 이러한 방식은 실제 농가에서 적용하기 매우 쉬운 방법이며, 비용이나 시간적, 인력적인 측면에서 효율적일 것으로 보인다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

Author contributions

Conceptualization: Moon KD. Data curation: Choi JY. Formal analysis: Jeong SU, Gwak DH, Kang S, Han SJ, Kim HJ. Validation: Choi JY. Writing - original draft: Choi JY. Writing - review & editing: Kim JY, Kim JS.

Ethics approval

This research was approved by IRB No. KNU-2021-0014.

ORCID

Ji-Young Choi (First author)

<https://orcid.org/0000-0002-7854-9277>

Jiyeon Kim

<https://orcid.org/0000-0002-7995-360X>

Jungsoo Kim

<https://orcid.org/0000-0002-2952-1067>

Saeul Jeong

<https://orcid.org/0000-0002-2972-0461>

Da-Hyeon Gwak

<https://orcid.org/0000-0002-8430-1809>

Seok Kang

<https://orcid.org/0000-0003-0509-8580>

So-Jin Han

<https://orcid.org/0000-0002-6461-0620>

Hyun-Joong Kim

<https://orcid.org/0000-0002-2978-5441>

Kwang-Deog Moon (Corresponding author)

<https://orcid.org/0000-0001-5277-3345>

References

- Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C. Physicochemical properties of onion powder added wheat flour dough. *Korean J Food Sci Technol*, 35, 436-441 (2003)
- Bang HA, Cho JS. Antioxidant effects on various solvent extracts from onion peel and onion flesh. *J Korean Dietetic Assoc*, 4, 14-19 (1998)
- Barbanti D, Mastrocola D, Severini C. Air drying of plums. A comparison among twelve cultivars. *Sci Aliment*, 14, 61-73 (1994)
- Bozkir H, Ergun AR, Tekgul Y, Baysal T. Ultrasound as pretreatment for drying garlic slices in microwave and convective dryer. *Food Sci Biotechnol*, 28, 347-354 (2019)
- Chang Y, Kim J. Effects of pretreatment and drying methods on the quality and physiological activities of garlic powders. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 40, 1680-1687 (2011)
- Cheigh CI, Lee JH, Chung MS. Quality characteristics of vegetables by different steam treatments. *Korean J Food Nutr*, 24, 464-470 (2011)
- Choi B, Surh J. Effects of heat treatment on the quality of the onion juices prepared with sulfur-applied onions. *Korean J Food Sci Technol*, 46, 189-197 (2014)
- Choi DJ, Lee SH, Kim CB, Yoon JT, Choi SK. Effects of CA and MA storage on the quality of garlic (*Allium sativum*). *J Kor Soc Hort Sci*, 43, 703-706 (2002)
- Choi HD, Lee HC, Kim YS, Choi IW, Park YK, Seog HM. Effect of combined osmotic dehydration and hot-air drying on the quality of dried apple products. *Korean J Food Sci Technol*, 40, 36-41 (2008)
- Choi IH, Lee ET, Nam SS, Kim CW. Study on *Allium* crops situation to onion, garlic and welsh onion. *Treat Crop Sci*, 7, 570-586 (2006)
- Choi IH, Lee GD. Monitoring of the steaming and drying conditions for onion dehydration. *Korean J Food Preserv*, 19, 703-711 (2012)
- Choi JB, Cheon HS, Chung MS, Cho WI. Pretreatment sterilization of garlic and ginger using antimicrobial agents and blanching. *Korean J Food Sci Technol*, 50, 172-178 (2018)
- Choi JB. Prevention of tissue softening of retorted

- onion by long time, low temperature blanching in calcium solution. *Culi Sci Hos Res*, 20, 54-64 (2014)
- Chung JY, Kim CS. Antioxidant activities of domestic garlic (*Allium sativum* L.) stems and garlic bulbs according to cooking methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 38, 188-194 (2009)
- Ciurzyńska A, Falacińska J, Kowalska H, Kowalska J, Galus S, Marzec A, Domian E. The effect of pre-treatment (blanching, ultrasound and freezing) on quality of freeze-dried red beets. *Foods*, 10, 132 (2021)
- Clydesdale FM, Lin YD, Francis FJ. Formation of 2-pyrrolidone-5-carboxylic acid from glutamine during processing and storage of spinach puree. *Korean J Food Sci*, 37, 45-47 (1972)
- Francis GA, Thomas C, O'Beirne D. The microbiological safety of minimally processed vegetables. *Int J Food Sci Technol*, 34, 1-22 (1999)
- Halder A, Datta AK, Spanswick RM. Water transport in cellular tissues during thermal processing. *Am Inst Chem Eng J*, 57, 2574-2588 (2011)
- Hong SI, Lee HH, Son SM, Kim DM. Effect of hot water treatment on storage quality of minimally processed onion. *Korean J Food Sci Technol*, 36, 239-245 (2004)
- Jang EK, Seo JH, Lee SP. Physiological activity and antioxidative effects of aged black garlic (*Allium sativum* L.) extract. *Korean J Food Sci Technol*, 40, 443-448 (2008)
- Jung JH, Kwon YH, Jeon JO, Park YU, Lee SY. Effects of drying method and drying period on drying characteristics and component change of garlic powder. *Korean J Hortic Sci*, 34, 112 (2016)
- Kang NS, Kim JH, Kim JK. Modification of quality characteristics of onion powder by hot-air, vacuum and freeze drying methods. *Korean J Food Preserv*, 14, 61-66 (2007)
- Kee HJ, Park YK. Effects of antibrowning agents on the quality and browning of dried onions. *Korean J Food Sci Technol*, 32, 979-984 (2000)
- Kim BC, Hwang JY, Wu HJ, Lee SM, Cho HY, Yoo YM, Shin HH, Cho EY. Quality changes of vegetables by different cooking methods. *Culi Sci & Hos Res*, 18, 40-53 (2012)
- Kim DH, Song HP, Yook HS, Chung YJ, Kim YJ, Byun MW. Distribution of microflora in powdered raw grains and vegetables and improvement of hygienic quality by gamma irradiation. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 31, 589-593 (2002)
- Kim HJ, Han CH, Kim NY, Lee EK, Lee KN, Cho HE, Choi YH, Chong MS. Effect of garlic extracts with extraction conditions on antioxidant and anticancer activity. *Kor J Ori Med Physiol Pathol*, 24, 111-117 (2010)
- Kim HJ, Han CH, Kim NY, Lee EK, Lee KN, Cho HE, Choi YH, Chong MS. Effect of garlic extracts with extraction conditions on antioxidant and anticancer activity. *Kor J Ori Med Physiol Pathol*, 24, 111-117 (2010)
- Kim HJ. Changes of volatile odor components in onion by freeze-drying. *J Korea Soc Food Sci Nutr*, 34, 230-235 (2005)
- Kim HK, Jo KS, Shin DH, Kim IH. Effects of phosphate complex treatment on the quality of dried garlic flakes. *Korean J Food Sci Technol*, 19, 75-80 (1987)
- Kim HR, Seog EJ, Lee JH, Rhim JW. Physicochemical properties of onion powder as influenced by drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 36, 342-347 (2007)
- Kim JS, Choi WS, Chung JY, Chung HC, Lee HY. Enhancement of cosmeceutical activity from *Codonopsis lanceolata* extracts by stepwise steaming process. *Korean J Medicinal Crop Sci*,

- 21, 204-212 (2013)
- Kim KJ, Do JR, Kim HK. Antimicrobial, antihypertensive and anticancer activities of garlic extracts. *Korean J Food Sci Technol*, 37, 228-232 (2005)
- Kim MB, Oh YJ, Lim SB. Physicochemical characteristics of garlic from Daejeong Jeju and major cultivation areas in Korea. *Culi Sci & Hos Res*, 15, 59-66 (2009)
- Kim YD, Kim KM, Hur CK, Kim ES, Cho IK, Kim KJ. Antimicrobial activity of garlic extracts according to different cooking methods. *Korean J Food Preserv*, 11, 400-404 (2004)
- Kim YH, Lee DS, Kim JC. Effect of blanching on textural properties of refrigerated and reheated vegetables. *Korean J Soc Food Sci Nutr*, 33, 911-916 (2004)
- Kim YS, Jung YH, Chun SS, Kim MN. The kinetics of non-enzymatic browning reaction in green tea during storage at different water activities and temperatures. *J Korean Soc Food Nutr*, 17, 226-232 (1988)
- Ku KH, Lee KA, Kim YL, Lee MG. Effects of pre-treatment method on the surface microbes of radish (*Raphanus sativus* L.) leaves. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 35, 649-654 (2006)
- Kwak YS, Shin HJ, Choo JJ. Effects of water activity on micro-bial growth in herb extract. *J Fd Hyg Safety*, 13, 77-82 (1998)
- Lea MA, Randolph VM. Induction of histone acetylation in rat liver and hepatoma by organosulfur compounds including diallyl disulfide. *Anticancer Res*, 21, 2841-2845 (2001)
- Lee HO, Lee YJ, Kim JY, Yoon DH, Kim BS. Quality characteristics of frozen welsh onion (*Allium fistulosum* L.) according to various blanching treatment conditions. *Korean J Food Sci Technol*, 43, 426-431 (2011)
- Lee MK, Kim SH, Ham SS, Lee SY, Chung CK, Kang IJ, Oh DH. The effect of far infrared ray - vacuum drying on the quality changes of *Pimpinella brachycarpa*. *J Korea Soc Food Sci Nutr*, 29, 561-567 (2000)
- Lewicki PP, Witrowa-Rajchert D, Nowak D. Effect of pretreatment on kinetics of convection drying of onion. *Drying Technol*, 16, 83-100 (1998)
- Li H. Drying and quality characteristics of agricultural and fishery products using far-infrared rays. Ph D Thesis, Chungbuk National University, Korea, p 1 (2009)
- Mishra R, Upadhyay SK, Maheshwari PN. Conversion of alliin to allicin in garlic-A kinetic study. *Indian J Chem Technol*, 8, 107-111 (2001)
- Orehhov AN, Tertov VV. *In vitro* effect of garlic powder extract on lipid content in normal and atherosclerotic human aortic cells. *Lipids*, 32, 1055-1060 (1997)
- Rajasree CR, Rajmohan T, Augusti KT. Antiatherogenic and antiperoxidative effects of garlic and soy protein in alcohol fed rats. *Indian J Exp Biol*, 47, 169-175 (2009)
- Ruiz NAQ, Demarchi SM, Massolo JF, Rodoni LM, Giner SA. Evaluation of quality during storage of apple leather. *LWT-Food Sci Technol*, 47, 485-492 (2012)
- Samaniego-Esquerria CM, Boag IF, Robertson GL. Kinetics of quality deterioration in dried onions and green beans as a function of temperature and water activity. *Lebensm Wiss Technol*, 24, 53-58 (1991)
- Scalbert A, Johnson IT, Saltmarsh M. Polyphenols: Antioxidants and beyond. *Am J Clin Nutr*, 81, 215S-217S (2005)
- Schwimmer S, Weston WJ. Onion flavor and odor, enzymatic development of pyruvic acid in onion as measure of pungency. *J Agric Food Chem*, 9,

- 301-304 (1961)
- Shin HR, Park JH, Lee SY, Park BR, Han GJ, Choi MJ. The difference of the quality characteristics of Sheperd's Purse (*Capsella bursa-pastoris*) with the pre-treatment, freezing and thawing methods. *Food Eng Prog*, 20, 269-277 (2016)
- Shin JH, Ju JC, Kwen OC, Yang SM, Lee SJ, Sung NJ. Physicochemical and physiological activities of garlic from different area. *Korean J Food Nutr*, 17, 237-245 (2004)
- Sikorski ZE, Pokorny J, Damodaran S. Physical and chemical interaction of components in food systems. In: Fennema's Food Chemistry. 4th ed, Damodaran S, Parkin KL, Fennema OR, (Editors), CRC Press, Boca Raton, FL, USA, p 849-883 (2008)
- Sim HJ, Kang MJ, Shin JH. Changes in the quality characteristics and chemical compounds of garlic shoots for blanching. *Korean J Food Preserv*, 23, 310-318 (2016)
- Sojo MM, Nuñez-Delgado E, García-Carmona F, Sánchez-Ferrer A. Cyclodextrins as activator and inhibitor of latent banana pulp polyphenol oxidase. *J Agric Food Chem*, 47, 518-523 (1999)
- Son CW, Jeon MR, Kim MH, Kim MR. Quality characteristics and antioxidant activities of green tea garlic paste added calcium. *Korean J Food Cookery Sci*, 24, 876-881 (2008)
- William DC, Lin MH, Chen AO, Pangborn RM, Whitaker JR. Blanching of vegetable for freezing-which indicator enzyme to choose. *Food Technol*, 40, 130-140 (1986)
- Winston PW, Bate DH. Saturated solutions for the control of humidity in biological research. *Ecology*, 41, 232-237 (1960)
- Yoo KW, No DU, Suh HJ. Effect of steeping on browning of onion hydrolysate. *Korean J Food Nutr*, 10, 382-386 (1997)
- Yoon IS. Sensitivity test on the food poisoning bacteria of the garlic extract. *International Journal of Contents*, 9, 339-349 (2009)
- You BR, Kim HR, Kim MJ, Kim MR. Comparison of the quality characteristics and antioxidant activities of the commercial balck garlic and lab-prepared fermented and aged black garlic. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 40, 366-371 (2011)