가정간편식(HMR) 활용을 위한 수프용 양파 플레이크 제조 및 품질 특성

김두리 · 천지연

제주대학교 식품생명공학과

Processing Optimization of Onion Flakes for Home Meal Replacement Type Soup

Duri Kim and Ji-Yeon Chun

Department of Food Bioengineering, Jeju National University

ABSTRACT This study was undertaken to optimize the blanching process for producing onion flakes generally added in solid type HMR soup. Briefly, peeled and chopped onions were water-blanching at various temperatures and times (50, 60, 70°C/ 1, 2, 3 min), followed by hot air-blast drying (60°C, 9 h). Results revealed that the 50°C blanching treatment had a higher L-value and lower a-value than the 70°C blanching treatment. Moreover, the pH value, Brix, and total phenolic contents of onion flakes showed a dose-dependent decrease with increasing blanching temperature and time. Blanching at low temperature for a shorter time was effective in preventing the browning of onion flakes. In blanching at 70°C, the rehydration ratio was increased according to the increase of blanching time. Taken together, the results of this study reveal that water blanching at 70°C for 1 min is the optimal pre-treatment condition for commercial processing of onion flakes, wherein the nutritional properties are optimally retained.

Key words: home meal replacement, onion flakes, pre-treatment, blanching, hot air-blast drying

서 론

최근 1인 가구는 지속적으로 빠르게 증가하고 있으며 2019년 1인 가구의 비중은 전체 가구의 29.8%를 차지하고 있다(Statistics Korea, 2020). 또한 맞벌이 부부, 여성의 사회 진출 증가, 소득증가와 같은 사회 구조적, 문화적 변화에 따라 번거롭지 않은 간단한 방법으로 조리하면서 가정식처럼 먹을 수 있는 가정간편식(HMR)이 각광을 받고 있다. HMR 시장은 12년 대비 18년 146.4% 성장하였으며 국내 수프 시장은 약 580억 원 규모로 꾸준히 증가하고 있다. 수프는 우리나라의 죽, 국과 같이 아침 식사 대용으로 소비되고 있으며(Kwon, 2020), 한국농수산식품유통공사에서 편저한 가공식품 세분시장 현황 중 2016년 발행된 건조과일 채소시장과 2019년 발행된 간편식 시장 보고서를 살펴보면 수프의 기대요인으로 맛/식감 다음으로 메뉴 및 구성이 높게 나타났다(FIS, 2017; FIS, 2019). 이에 따라 수프에 부재료로 첨가되는 건조채소의 이용이 증가하고 다양화되고 있다. 일반적으로 이용되는 건조채소류는 간편식품 제조 시 첨가

되는 건더기 수프로 양파, 당근, 대파, 고추 등이 있다(Lee 등, 2012).

양파(*Allium cepa* L.)는 백합과의 다년생 식물로서 국내에서 재배되는 대표적인 조미채소 중 하나이며 지중해 연안이나 서아시아에 서식하고 있다. 특히 제주도는 2018년 기준 조생양파 재배면적이 전국 생산면적의 19.1%, 생산량 13.3%를 차지하고 있으며 양파의 주산지라 불린다. 양파는 수분이 92.9%로 가장 많으며 가용성 무질소 물 5.13%, 조단백 1.09%, 조섬유 0.47%, 회분 0.36% 및 조지방 0.15%를 구성하고 있다(Kim 등, 2014). 또한 quercetin, rutin, kaempferol 등 플라보노이드류의 화합물이 다량 함유되어 있어 항산화, 항노화 작용, 콜레스테롤 저하, 혈액순환 증가, 항비만 효과 등 여러 생리활성이 보고되어 있다(Kang 등, 2010; Choi와 Lee, 2012; Jeong 등, 2015a). 이처럼 양파는 기능성 생리물질이 많고 영양성분이 풍부하지만 높은 수분함량으로 저장 중 손실이 크며 소비 형태는 주로 생식으로 한정되어 있어 가공식품으로 개발 및 제조되는 경우가 드물다. 또한 중국산 수입, 과잉생산에 따른 가격 폭락이 문제가 되고 있어 장기보관을 위한 가공공정이 필요하다.

현재 농산물의 수급 불안정을 해소하고 유통 안정성, 저장성을 위해 농업 현장에서 건조기술의 수요가 증가하고 있다. 건조채소류는 주로 취나물, 고추, 무, 연근, 도라지가 있고, 주로 찌개, 국 등의 국물 요리, 무침, 볶음으로 섭취하고 있다(FIS, 2017). 건조 방법 중 열풍건조는 공정이 간단하고

신속하며 균일하게 이루어져 경제적인 이유로 산업체에서 선호하는 건조 방법이지만 고온의 열풍에 의해 영양성분 손실, 갈변현상, 표면경화, 재복원을 감소, 조직감 저하와 같은 물리 화학적 변화가 발생하는 단점이 있다(Lee 등, 2003).

이러한 단점을 개선하기 위해 건조 전에 다양한 전처리 공정이 적용되고 있으며(Kim 등, 2013) 주로 이용되는 공정으로 water, steam, microwave를 이용한 데치기 방법, ascorbic acid, citric acid 등 유기산을 이용하여 pH를 낮추는 방법(Chang 등, 2010), 항산화제를 이용하는 방법, 당이나 염에 침지하는 삼투처리 방법(Kim 등, 2011) 등이 있다. 이중 가장 잘 알려진 데치기 방법은 열수 처리로 각종 효소를 불활성화시킴으로써 저장성을 높일 수 있으며 기호성과 기능성을 보존하고 갈변을 방지할 수 있다(Sim 등, 2016). 그러나 물과 접촉하는 시간이 길어지면 색, 맛의 변화, 수용성 영양소, 향기 성분 손실을 일으켜 제품의 품질을 저하시키는 단점을 갖고 있다(Beom 등, 2015).

따라서 본 연구에서는 수프용 채소 플레이크를 제조하기 위해 제주산 양파를 선정하였고, 품질 변화를 최소화하는 전처리 공정을 확립하기 위해 데치기 시간과 온도에 따라 양파를 열풍건조 한 후 양파 플레이크의 품질 분석을 진행하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용한 양파(수분함량 92.83%, pH 5.801, Brix 0.6%)는 제주특별자치도 제주시 한경면에 위치한 띠앗 농장에서 재배한 양파를 구매하여 사용하였다. 양파는 껍질을 벗긴 후 진공포장기(V4880-071, Simatech Industrial Co., Ltd., Seoul, Korea)로 진공 포장하여 $3\pm1^{\circ}\text{C}$ 에서 저장하면서 실험에 사용하였다.

열풍건조 및 수분활성도 측정

양파 플레이크의 건조 조건을 선정하기 위하여 사용된 시판 분말수프 5종의 수분활성도를 수분활성도 측정기(Aqua Lab Pre water activity meter, METER Group, Pullman, Washington, DC, USA)를 이용하여 측정하였다. 그 후 건조 온도 60°C 일 때 수분활성도가 시판하는 수프 수준에 도달하는 건조 시간을 결정하기 위하여 처리군별로 1 kg을 산업용 스테인리스 열풍건조기(YM-30, Samsung Electronics Co., Ltd., Suwon, Korea)에 넣어 특정 시간마다 수분활성도를 측정하였다. 수분활성도는 수분활성도 측정기(METER Group)를 이용하여 측정하였으며 각 시료를 3회 반복하여 평균값으로 나타내었다.

양파 플레이크 제조 및 건조 수율 측정

양파 플레이크 제조 공정의 모식도는 Fig. 1에 나타내었다. 양파는 흐르는 물에 세척하여 물기를 없앤 후 야채 슬라이

Fig. 1. A manufacturing process and parameters in an onion flakes for HMR (home meal replacement) soup.

이서(vegetable chopper, Yiwu Tengmao Crafts Co., Ltd., Zhejiang, China)를 이용하여 0.5×0.5 cm 형태로 절단하였다. 세절된 양파는 증류수를 1:4(w/v) 비율로 첨가하여 온도(50, 60, 70°C), 시간(1, 2, 3분)별로 데치기를 실시하였으며, 10분 동안 실온에서 탈수한 후 처리군별로 1 kg을 산업용 스테인리스 열풍건조기(Samsung Electronics Co., Ltd.)를 이용해 60°C 에서 9시간 동안 건조하였다. 건조 수율은 건조 전후 무게를 측정하여 아래 식에 의하여 계산하였다. 시료는 위의 조건에 따라 데치기 하지 않은 대조구와 데치기 한 처리구로 준비하였다. 이후 분석을 위해 믹서(BL133AKR, Zhejiang Shaoxing Supor Domestic Electrical Appliance Co., Ltd., Hangzhou, China)로 분쇄한 뒤 입자크기 40 mesh 이하의 분말로 제조하여 분석에 사용하였다.

$$\text{건조 수율}(\%) = \frac{\text{건조 후 중량}}{\text{건조 전 중량}} \times 100$$

색도

색도는 시료를 페트리접시에 담아 그 표면색을 색차계(CS-200, Hangzhou CHNSpec Technology Co., Ltd., Hangzhou, China)를 사용하여 L, a, b 값을 측정하였고, 3회 측정하여 평균값으로 나타내었다. 표준색판(L=93.80, a=3.93, b=-9.50)을 표준으로 사용하였다.

갈변도

갈변도는 Lee 등(2003)의 방법을 변형하여 사용하였다. 시료 1 g에 증류수 40 mL를 가하고 10% trichloro acetic acid(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 10 mL를 가하여 상온에서 2시간 동안 방치 후 원심분리기(Labo-Gene 1248R, GYROZEN Co., Ltd., Daejeon, Korea)에 넣어 20°C 에서 $3,134\times g$, 10분간 원심분리한 다음 여과하여 microplate spectrophotometer(EPOCHTM, BioTek Instruments, Inc., Winooski, VT, USA)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

pH 및 가용성 고형분(Brix)

시료 5 g을 증류수 50 mL와 혼합한 후 Ultra-Turrax(T25D, IKA, Staufen, Germany)를 이용하여 5,000 rpm에

서 2분간 균질한 다음 원심분리기(GYROZEN Co., Ltd.)에 넣어 20°C에서 3,134×g, 10분간 원심분리한 후 여과하여 시료를 준비하였다. pH는 유리전극 pH meter(S470 Seven Excellence™, Mettler Toledo, Schwerzenbach, Switzerland)로 3회 측정하여 평균값으로 나타내었고, 가용성 고형분은 양파 시료의 당분 함량을 간접적으로 측정하기 위해 당도계(PAL-BX/ACID181 Master Kit, ATAGO Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 3회 측정하여 평균값으로 나타내었다.

재복원율

전처리 방법에 따라 제조된 양파 플레이크의 재복원율은 시료 5 g을 80°C water bath에 5분간 침지한 다음 꺼내어 Buchner funnel에 방치하여 표면수를 제거하고 무게를 측정하였으며 재복원 전 시료의 중량에 대한 재복원 후 시료의 중량 백분율을 재복원율로 나타내었다.

$$\text{재복원율(\%)} = \frac{\text{재복원 후 시료무게} - \text{재복원 전 시료무게}}{\text{재복원 전 시료무게}} \times 100$$

총 페놀 함량

총 페놀 함량은 Singleton과 Rossi(1965)의 Folin-Ciocalteu 방법을 변형하여 사용하였다. 시험용액은 시료를 10배 희석한 후 1시간 동안 교반한 용액을 원심분리기(GYROZEN Co., Ltd.)에 넣어 20°C에서 3,134×g, 10분간 원심분리한 후 여과하여 사용하였다. 각 시험용액 200 µL에 증류수 900 µL를 혼합하여 2 M Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma-Aldrich Co., St. Gallen, Switzerland) 100 µL를 가하였다. 암소에서 5분간 반응 후 2% Na₂CO₃(Daejung Chemicals&Metals Co., Ltd., Gyeonggi, Korea) 300 µL와 증류수 500 µL를 혼합하였다. 이를 1시간 동안 상온에서 암소 반응한 후 microplate spectrophotometer (BioTek Instruments, Inc.)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 gallic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 이용하여 나타내었다.

상관관계 분석 및 통계처리

수분활성도, pH, 색도, Brix, 갈변도 분석 결과와의 상관관계 분석은 SPSS 24.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)의 Pearson test를 이용하여 분석하였다.

실험 결과는 최소 3회 이상 반복 실시하여 평균±표준편차로 나타내었다. 본 연구의 유의성 검증은 Minitab 18 (Minitab Inc., State College, PA, USA)을 이용하여 ANOVA를 따르고, 각 실험값 간의 유의성은 $P < 0.05$ 수준으로 Tukey's multiple range test를 통하여 실시하였다.

결과 및 고찰

열풍건조 조건

시판 분말수프 5종의 수분활성도(Aw)를 측정한 결과 Aw

Fig. 2. Water activity curve of hot air-blast dried onion flake depending on different blanching conditions (temp. and time) at certain drying time; (A) 50°C blanching temperature, (B) 60°C blanching temperature, (C) 70°C blanching temperature. Means with different blanching time followed by the same letter (A-C) are not significantly by Tukey's multiple range test at $P < 0.05$.

0.165~0.437을 나타내었다. 이를 고려하여 처리군별 Aw 0.2~0.3 수준이 되는 건조 시간을 결정하기 위해 시간마다 측정한 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 시료 1 kg을 건조기에 넣은 후 모든 처리구의 수분활성도가 0.3 이하로 도달하는 시간을 확인 후 적정 건조 시간을 9시간으로 설정하였다.

건조 수율

60°C에서 열풍건조 한 양파 플레이크의 데치기 조건에 따른 건조 수율을 Table 1에 나타내었다. 양파 플레이크의 건조 수율은 데치기 조건과 관계없이 생양파 대비 5.83~7.24%의 수율이었고 데치기 하지 않은 경우(대조구) 7.80%의 수율을 나타냈다. 50°C 혹은 60°C에서 1분간 데치기 한 처리구를 제외하고 모두 대조구보다 유의적으로 낮은 수율을

Table 1. Dry yield of onion flake as affected by blanching condition

Blanching conditions		Dry yield (%)
Control ¹⁾		7.80±0.67 ^a
50°C	1 min	7.24±0.29 ^{ab}
	2 min	6.48±0.29 ^{bcd}
	3 min	6.65±0.66 ^{bcd}
60°C	1 min	7.00±0.41 ^{abc}
	2 min	6.57±0.32 ^{bcd}
	3 min	6.20±0.21 ^{bcd}
70°C	1 min	6.62±0.07 ^{bcd}
	2 min	5.95±0.08 ^{cd}
	3 min	5.83±0.19 ^d

¹⁾Non-blanching onion flakes.

All values are mean±SD (n=3).

Means followed by the same letter (a-d) are not significantly different by Tukey's multiple range test at $P<0.05$.

나타냈다($P<0.05$). 전처리조건을 달리하여 분말 마늘을 제조한 Chung과 Kim(2009)의 연구에 따르면 데치기 한 후 열풍건조 한 경우 33.0%, 열풍건조만 한 경우 33.6%로 전 처리에 따라 차이를 나타내었고 본 연구에서도 유사한 경향을 나타냈다.

수분활성도

데치기 온도와 시간에 따른 양파 플레이크의 수분활성도를 Table 2에 나타내었다. 데치기를 하지 않고 열풍건조 한 경우 모든 데치기 온도에서 유의적으로 낮은 수분활성도를

Table 2. Water activity of onion flake as affected by blanching condition

Blanching conditions		Water activity (Aw)
Control ¹⁾		0.235±0.017 ^b
50°C	1 min	0.243±0.007 ^{ab}
	2 min	0.252±0.007 ^a
	3 min	0.253±0.008 ^a
Control ¹⁾		0.235±0.017 ^B
60°C	1 min	0.250±0.020 ^A
	2 min	0.256±0.010 ^A
	3 min	0.258±0.005 ^A
Control ¹⁾		0.235±0.017 ^Y
70°C	1 min	0.254±0.007 ^{XY}
	2 min	0.257±0.020 ^X
	3 min	0.267±0.008 ^X

¹⁾Non-blanching onion flakes.

All values are mean±SD (n=3).

Means with different blanching time at 50°C followed by the same letter (a,b) are not significantly different by Tukey's multiple range test at $P<0.05$.

Means with different blanching time at 60°C followed by the same letter (A,B) are not significantly different by Tukey's multiple range test at $P<0.05$.

Means with different blanching time at 70°C followed by the same letter (X,Y) are not significantly different by Tukey's multiple range test at $P<0.05$.

나타내었으나($P<0.05$), 50°C 및 60°C, 70°C에서 각각 데치기 한 처리구는 0.243~0.267로 데치기 시간에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다($P>0.05$). 미생물의 성장과 증식에는 일정량의 수분이 필요하며 수분활성도는 미생물이 실제로 이용할 수 있는 자유수를 의미한다. 일반적으로 세균이 증식할 수 있는 최저 수분활성도는 0.91이며 효모와 곰팡이 생육에 필요한 최고 수분활성도는 각각 0.88, 0.80이다. 한편 내건성 곰팡이는 Aw 0.65 정도에서도 성장이 가능하며, 내삼투압성 효모는 Aw 0.60에서도 성장이 가능하다고 알려져 있다(Lee 등, 2014). 본 연구 결과 모든 처리구가 Aw 0.3 이하를 나타내어 9시간 동안 건조할 경우 미생물에 의한 품질 변화를 늦출 수 있다고 생각된다.

외관 및 색도

데치기 온도와 시간에 따른 양파 플레이크의 외관을 Fig. 3에 나타내었다. 모든 처리구에서 갈변현상이 일어났으며 데치기 조건에 따른 외관상 차이는 나타나지 않았다. 색도는 소비자가 식품을 구매할 때 일차적인 선택 요인으로 향, 맛, 영양성분과 함께 식품의 가치를 나타내는 중요한 품질 특성이다. 채소류의 색 변화는 조리수의 종류, pH, 가열온도, 시간 등에 영향을 받는 것으로 보고되어 있다(Kim 등, 2012). 데치기 온도와 시간에 따른 양파 플레이크의 색도 결과는 Table 3과 같다. L값은 50°C에서 1분 데치기 한 처리구가 86.09로 가장 높았으며 70°C에서 1, 2분간 데치기한 처리구가 84.87, 84.74로 가장 낮게 나타나 유의적인 차이를 보였다($P<0.05$). Hong 등(2004)의 연구에 따르면 양파를 고온의 80°C에서 데치기 한 경우 L값이 50~70°C에 비해 감소하였다. 이는 데치기 과정이나 건조과정에서 색에 변형이 생겨 낮아진 것으로 생각된다. a값은 70°C에서 1, 2분간 데치기 한 처리구가 5.03, 5.31로 가장 높았으며, 50°C에서 1~2분 데치기 한 처리구가 4.15, 4.49로 가장 낮게 나타났다. Shin 등(2012)에 의하면 데치는 온도가 증가함에 따라 단호박의 적색도가 증가하였으며 육안으로도 적색도가 높게 나타났다고 보고하였다. Lee 등(2011)의 연구에서도 도라지를 80, 90°C에서 데치는 경우 데치기 시간이 증가할수록 적색도가 증가한다고 보고하여 데치기를 함으로써 채소의 적색도가 증가하는 것을 알 수 있었다. 이처럼 적색도가 증가하는 것은 데치기 과정 중 높은 온도에서 아미노산의 peptide, 단백질의 α-amino group과 당과의 반응에 의한 갈변반응으로 판단된다(Beom 등, 2015). b값은 6.38~7.71로 뚜렷한 경향이 나타나지 않았다. 따라서 열풍건조 전 데치기 온도와 시간은 양파 플레이크의 L, a값에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

갈변도

갈변현상은 열, 산소, pH, 빛, 효소에 의해 일어나며 특히 가공식품 제조 시 발생하는 갈변은 주로 효소에 의한 것으로 이를 불활성화하기 위해서는 데치기와 같은 열처리를 하는

Fig. 3. Appearance of onion flake as affected by blanching condition. Control: non-blanching onion flakes.

Table 3. Color of onion flake as affected by blanching condition

Blanching conditions		Color ¹⁾		
		L	a	b
Control ²⁾		85.51±1.16 ^{ab}	4.84±0.23 ^{ab}	7.16±0.75 ^{ab}
50°C	1 min	86.09±0.58 ^a	4.15±0.42 ^c	6.54±0.71 ^{ab}
	2 min	85.66±0.43 ^{ab}	4.49±0.39 ^{bc}	7.01±0.83 ^{ab}
	3 min	85.56±1.23 ^{ab}	4.86±0.37 ^{ab}	6.45±1.60 ^{ab}
60°C	1 min	85.67±0.45 ^{ab}	4.85±0.37 ^{ab}	7.04±0.61 ^{ab}
	2 min	85.80±0.35 ^{ab}	4.89±0.25 ^{ab}	6.38±0.39 ^b
	3 min	85.29±0.68 ^{ab}	4.96±0.40 ^{ab}	7.03±0.43 ^{ab}
70°C	1 min	84.87±0.71 ^b	5.03±0.34 ^a	7.61±0.96 ^{ab}
	2 min	84.74±1.12 ^b	5.31±0.21 ^a	7.71±0.91 ^a
	3 min	85.67±0.22 ^{ab}	4.97±0.30 ^{ab}	7.03±0.82 ^{ab}

¹⁾L: Lightness, a: redness, b: yellowness.

²⁾Non-blanching onion flakes.

All values are mean±SD (n=3).

Means followed by the same letter (a-c) are not significantly different by Tukey's multiple range test at $P<0.05$.

것이 효과적이다(Kwon과 Youn, 2014; Choi 등, 2016). 데치기 온도와 시간에 따른 양파 플레이크의 갈변도 변화는 Table 4와 같다. 70°C에서 데친 처리구는 대조구와 유의적 차이가 없었으며($P>0.05$), 50, 60°C에서 1분간 데친 경우 대조구에 비해 갈변이 억제된 것으로 나타났다. 본 실험에서 실행된 데치기 조건을 보면 저온에서 데치기 시간이 짧을수록 갈변을 억제하는 데 효과적이었다. Kee와 Park(2000)의 연구에서는 양파를 데치기 처리했을 때 건조 양파의 갈변억제에 효과가 있다고 나타나 본 실험과 유사한 경향을 나타냈으며, 절단된 양파는 산화적 반응에 의해 효소적 갈변이 일어나고 데치기를 함으로써 절단에 의해 양파세포에서 유출

된 갈변 전구물질이 물에 의한 제거와 효소의 불활성화로 인해 갈변 억제에 효과가 나타난 것으로 판단된다. 이러한 갈변도의 변화는 a값의 경향과 유사한 것으로 나타나 a값이 양파 플레이크의 갈변도를 나타낼 수 있는 지표로 생각된다.

pH

데치기 온도와 시간에 따른 양파 플레이크의 pH는 Table 5와 같다. 일반적인 신선 농산물의 pH는 5.8~6.5로 가공이나 저장조건에 의해 영향을 받는 것으로 보고되었다(Hwang, 2017). 본 연구에서 사용한 생양파 pH는 5.801이었으며 데치기와 열풍건조와 같은 가열 처리를 한 경우 생양파에 비해

Table 4. Brown index of onion flake as affected by blanching condition

Blanching conditions		Brown index (O.D)
Control ¹⁾		0.076±0.003 ^{ab}
50°C	1 min	0.068±0.003 ^c
	2 min	0.072±0.005 ^{abc}
	3 min	0.070±0.040 ^{bc}
60°C	1 min	0.068±0.002 ^c
	2 min	0.071±0.006 ^{abc}
	3 min	0.072±0.004 ^{abc}
70°C	1 min	0.073±0.005 ^{abc}
	2 min	0.076±0.005 ^a
	3 min	0.070±0.002 ^{abc}

¹⁾Non-blanching onion flakes.

All values are mean±SD (n=3).

Means followed by the same letter (a-c) are not significantly different by Tukey's multiple range test at $P<0.05$.

Table 5. pH of onion flake as affected by blanching condition

Blanching conditions		pH
Control ¹⁾		5.427±0.063 ^a
50°C	1 min	5.348±0.029 ^a
	2 min	5.373±0.079 ^a
	3 min	5.370±0.127 ^a
Control ¹⁾		5.427±0.063 ^A
60°C	1 min	5.325±0.059 ^{AB}
	2 min	5.298±0.137 ^{BC}
	3 min	5.206±0.075 ^C
Control ¹⁾		5.427±0.063 ^X
70°C	1 min	5.129±0.026 ^Y
	2 min	5.104±0.075 ^Y
	3 min	4.999±0.093 ^Z

¹⁾Non-blanching onion flakes.

All values are mean±SD (n=3).

Means with different blanching time at 50°C followed by the same letter (a) are not significantly different by Tukey's multiple range test at $P<0.05$.

Means with different blanching time at 60°C followed by the same letter (A-C) are not significantly different by Tukey's multiple range test at $P<0.05$.

Means with different blanching time at 70°C followed by the same letter (X-Z) are not significantly different by Tukey's multiple range test at $P<0.05$.

pH가 감소하는 것으로 나타났다. 각각의 온도에서 시간에 따른 pH 변화를 보면 50°C에서는 데치기 시간에 따른 유의적 차이가 나타나지 않았으며($P>0.05$) 60, 70°C 구간에서는 데치기 시간이 길어질수록 pH가 유의적으로 낮아지는 경향을 보였다($P<0.05$). Clydesdale 등(1972)은 채소류가 가열하는 중에 글루타민이 열로 인한 분해로 생성되는 pyrrolidone carboxylic acid로 인해 pH가 감소한다고 보고하였다. 본 연구에서는 데치기 온도가 높고 시간이 길어지면서 열에 의해 생성된 산이 증가했기 때문에 pH가 감소한 것으로 생각된다. Choi와 Surh(2014)의 연구에서도 착즙 온도와 시간이 증가할수록 양파즙의 pH가 낮아진다고 보고하였

다. 채소류의 경우 상대적으로 pH가 높기 때문에 pH 5.8~6.0에서 유해 미생물의 증식이 쉽게 일어날 수 있다. 따라서 pH 감소가 큰 70°C에서 데치는 것이 미생물의 증식을 억제하는데 적합한 온도라고 생각된다.

가용성 고형분(Brix) 및 재복원율

데치기 온도와 시간에 따른 양파 플레이크의 가용성 고형분(Brix)은 Table 6과 같다. 데치기와 열풍건조를 한 경우 생양파에 비해 7°Bx 이상으로 10배 이상 높은 값을 나타냈다. 또한 데치기 여부에 따라 비교한 결과 데치기 한 양파 플레이크의 가용성 고형분 함량이 낮았고, 데치기 온도와 시간이 증가할수록 가용성 고형분 함량이 유의적으로 낮아지는 경향을 보였다($P<0.05$). 이는 Hwang 등(2009)의 데치기 처리 시 감자의 가용성 고형분 함량이 감소한다는 보고와 유사한 경향을 나타내었다. 또한, Lee 등(2016)은 과일 증기 처리에 따른 양파 침출액의 가용성 고형분 함량을 측정 한 결과 추출온도와 시간이 높아질수록 추출액의 고형분 함량이 증가한다고 보고하였다. 이러한 가용성 고형분 함량의 변화는 데치기 온도가 높고 시간이 길어질수록 양파의 당이 데치기 용액으로 빠져나가기 때문인 것으로 사료된다.

건조채소의 재복원율은 건조채소의 품질 특성을 나타내는 요소 중 하나이며 재복원에 의한 건조식품의 복원은 건조의 역반응이 아니다. 그 이유는 건조에 의해서 비가역적으로 변화가 일어날 수 있으며, 특히 손상된 조직들은 원래 상태로 복구될 수 없어 조직 내의 용질들이 용출되기 때문이다(Jeong 등, 2015b). 또한 재복원율은 건조 방법, 온도, 시간, 전처리 방법 등 다양한 요인에 의해 영향을 받기 때문에 건조 및 전처리에 의한 손상의 척도로 간주될 수 있다(Lewicki, 1998). 데치기 온도와 시간에 따른 양파 플레이크의 재복원율은 Table 6과 같다. 양파 플레이크의 재복원율은 대조구가 338.12±16.28%, 데치기 온도 50°C 처리구가 336.20~354.96%, 데치기 온도 60°C 처리구가 337.25~355.76%

Table 6. Effects of various blanching conditions on Brix and rehydration ratio in onion flakes

Blanching conditions		Brix (%)	Rehydration ratio (%)
Control ¹⁾		7.78±0.12 ^a	338.12±16.28 ^c
50°C	1 min	7.68±0.04 ^{ab}	354.96±6.74 ^{bc}
	2 min	7.56±0.07 ^{cd}	336.20±12.86 ^c
	3 min	7.57±0.10 ^{bcd}	347.92±15.37 ^c
60°C	1 min	7.59±0.08 ^{bc}	337.25±13.83 ^c
	2 min	7.47±0.05 ^{de}	345.56±8.81 ^c
	3 min	7.46±0.09 ^{de}	355.76±11.96 ^{bc}
70°C	1 min	7.36±0.05 ^c	349.50±12.79 ^{bc}
	2 min	7.22±0.04 ^f	367.90±8.83 ^{ab}
	3 min	7.23±0.05 ^f	375.97±11.67 ^a

¹⁾Non-blanching onion flakes.

All values are mean±SD (n=3).

Means followed by the same letter (a-f) are not significantly different by Tukey's multiple range test at $P<0.05$.

Table 7. Total phenolic contents of onion flake as affected by blanching condition

Blanching conditions		Total phenolic contents (mg GAE/g)
Control ¹⁾		1.843±0.147 ^a
50°C	1 min	1.539±0.353 ^{ab}
	2 min	1.598±0.328 ^{ab}
	3 min	1.483±0.157 ^b
Control ¹⁾		1.843±0.147 ^A
60°C	1 min	1.597±0.187 ^{AB}
	2 min	1.551±0.194 ^B
	3 min	1.403±0.249 ^B
Control ¹⁾		1.843±0.147 ^X
70°C	1 min	1.537±0.042 ^Y
	2 min	1.677±0.103 ^{XY}
	3 min	1.523±0.208 ^Y

¹⁾Non-blanching onion flakes.

All values are mean±SD (n=3).

Means with different blanching time at 50°C followed by the same letter (a,b) are not significantly different by Tukey's multiple range test at $P<0.05$.

Means with different blanching time at 60°C followed by the same letter (A,B) are not significantly different by Tukey's multiple range test at $P<0.05$.

Means with different blanching time at 70°C followed by the same letter (X,Y) are not significantly different by Tukey's multiple range test at $P<0.05$.

로 데치기 조건에 따른 유의적인 차이가 없었지만($P>0.05$) 70°C에서는 데치기 시간이 증가할수록 높은 재복원율을 보였다. Doymaz(2014)는 20~80°C에서 브로콜리를 데쳤을 때 데치기 온도가 증가할수록 재복원율이 높아진다고 보고하여 본 연구결과와 유사한 경향을 나타냈다. 이는 높은 온도를 이용하여 데치기 하는 경우 세포가 파괴되어 양파 세포에 기공이 많아졌기 때문이라고 생각된다.

총 페놀 함량

식물계에 널리 분포되어 있는 페놀성 화합물은 다양한 구조와 분자량을 갖고 있으며, phenolic hydroxyl기가 단백질과 같은 거대분자와 결합함으로써 항산화, 항암, 항균 등의 생리 기능성을 나타내는 것으로 알려져 있다(Choi 등, 2016). 데치기 온도와 시간에 따른 양파 플레이크의 총 페놀 함량은 Table 7과 같다. 데치기 한 처리구들의 총 페놀 함량이 1.403

~1.677 mg GAE/g으로 나타났으며, 데치기를 하지 않은 대조구는 1.843±0.147 mg GAE/g으로 가장 높게 나타났다. 데치기 하였을 때 총 페놀 함량이 50°C에서 3분 이상 데친 경우와 60°C에서 2분 이상 데친 경우가 대조구와 유의적인 차이를 나타내었으며($P<0.05$), 70°C에서 데친 경우는 전체적으로 총 폴리페놀 함량이 유의적으로 감소했다($P<0.05$). 이는 데치는 과정 중 열에 의해 식물조직이 파괴되어 수용성인 폴리페놀 물질이 용해되면서 소실되기 때문에 값이 감소하는 것으로 생각된다. Ren 등(2017)은 양파를 60, 70, 80°C에서 데친 후 열풍건조 한 시료의 총 폴리페놀 함량을 측정하였는데, 데치기 온도와 시간이 증가할수록 총 폴리페놀 함량이 감소하는 것으로 보고하여 본 연구결과와 유사한 경향을 나타내었다. 또한 Jeong 등(2015a)의 연구에서 추출 방법에 따른 양파껍질 추출물의 항산화 활성을 측정한 결과 고온 고압에서 추출할수록 총 폴리페놀 함량이 증가한다고 보고하였다. 즉, 데치기 온도가 높거나 혹은 처리시간이 증가하면 세포조직의 손상으로 인해 밖으로 용출되는 기능성분이 증가하여 원물 자체에 생리 기능성을 나타내는 성분들의 함량이 줄어든다고 할 수 있다. 따라서 건조식품의 특성상 데치기와 건조 등의 조리과정을 거치기 때문에 품질 특성 변화를 최소화할 수 있는 전처리 방법을 선정하는 것이 중요할 것으로 생각된다.

상관관계

데치기 온도와 시간에 따른 양파 플레이크의 pH, 색도, 갈변도, Brix 및 수분활성도 간의 상관관계를 분석한 후 상관계수 값(Pearson's correlation coefficient, r)을 Table 8에 나타내었다. 피어슨 상관계수가 1에 가까울수록 정비례 관계이고, -1에 가까울수록 반비례 관계, 0에 가까울수록 상관관계가 없음을 나타낸다(Seong, 2016). 본 실험에서는 pH와 Brix, L값과 b값, a값과 갈변도, 수분활성도와 Brix 간의 상관관계가 다른 항목들에 비해 유의적인 상관관계를 나타내었다. L값은 b값과 -0.569($P<0.01$)로 음의 상관관계를, a값과 갈변도는 0.424($P<0.01$)로 양의 상관관계를 보였다. 이는 양파를 절단하는 경우 표면에서 세포조직의 체액 유출 또는 효소반응에 의해 갈변현상이 쉽게 발생하기 때문인 것으로 판단되며 a값은 양파 플레이크의 갈변도 변화를 나타내는 지표 역할을 할 수 있을 것으로 생각된다. Brix는

Table 8. Pearson's correlation coefficients of pH, L, a, b, brown index, Brix, and water activity

	pH	L	a	b	Brown index	Brix	Water activity
pH	1.000	0.402**	-0.436**	-0.200	-0.219*	0.668**	-0.441**
L		1.000	-0.132	-0.569**	-0.190	0.357**	-0.272**
a			1.000	0.141	0.424**	-0.347**	0.242*
b				1.000	-0.038	-0.132	0.266
Brown index					1.000	-0.091	-0.279**
Brix						1.000	-0.541**
Water activity							1.000

* $P<0.05$, ** $P<0.01$.

pH와 0.668($P<0.01$)로 양의 상관관계를, 수분활성도와는 -0.541($P<0.01$)로 음의 상관관계를 나타냈다. 따라서 데치기 조건에 따라 양파 플레이크의 물리 화학적 특성이 달라질 수 있을 것으로 보인다.

요 약

본 연구에서는 가정간편식용 수프에 첨가되는 양파 플레이크를 제조하기 위한 데치기 공정을 확립하고 이를 통해 제주 산 농산물을 이용한 가정간편식용 수프 개발 시 첨가되는 양파 플레이크를 생산하기 위한 기초자료를 제공하고자 다양한 온도와 시간에 따른 양파의 색도, 수분활성도, 갈변도, pH, 가용성 고형분(Brix), 재복원율, 총 페놀 함량을 측정하였다. 데치기 조건에 따른 양파 플레이크의 수분활성도는 처리구별 큰 차이를 보이지 않았으며, 색도는 50°C 데치기 처리구가 70°C 데치기 처리구에 비해 L값이 증가하였고 a 값이 감소하였다. 또한 저온에서 단시간 데치기가 양파 플레이크의 갈변을 억제하는 것으로 관찰되었다. pH와 가용성 고형분 함량은 데치기 온도와 시간이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며 재복원율은 70°C의 높은 온도를 이용하여 데치는 경우 높은 재복원율을 보였다. 총 페놀 함량은 데치기 온도와 시간이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 결론적으로 본 연구에서는 pH가 낮아 미생물의 증식을 억제할 수 있는 70°C를 데치기 온도의 최적으로 선정하였고, 이 온도에서 데치기 시간에 따른 물리적, 영양학적 검사를 비교한 결과 데치기 시간이 증가할수록 재복원율이 높아졌지만 가용성 고형분 함량은 낮아지는 경향을 나타냈다. 또한 열처리 효율성과 상업적으로 이용성을 고려하여 1분 동안 처리하는 것을 최적으로 선정하였다. 이는 제주형 HMR 제품을 개발하는 데 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단되며 양파 플레이크를 수프에 적용하는 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호 PJ014962012020)의 지원에 의해 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Beom SW, Jiang GH, Eun JB. Effect of blanching time on physicochemical characteristics and sensory evaluation of *Aster scaber*. Korean J Food Preserv. 2015. 22:51-55.
- Chang SK, Lee HH, Hong SI, Han YS. Effect of organic acid treatment on the quality attributes of buckwheat sprout during storage. Korean J Food Sci Technol. 2010. 42:190-197.
- 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. 2014. 46:189-197.
- Choi IH, Lee GD. Monitoring of the steaming and drying conditions for onion dehydration. Korean J Food Preserv. 2012. 19:703-711.
- Choi JS, Kong MH, Yeo SH, Choi HS, Jeong ST. Effects of pretreatments and storage temperature on the quality of lotus leaves. Korean J Food Preserv. 2016. 23:155-161.
- 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. 2009. 38:188-194.
- Clydesdale FM, Lin YD, Francis FJ. Formation of 2-pyrroldione-5-carboxylic acid from glutamine during processing and storage of spinach puree. J Food Sci. 1972. 37:45-47.
- Doymaz I. Effect of blanching temperature and dipping time on drying time of broccoli. Food Sci Technol Int. 2014. 20:149-157.
- Food Information Statistics System. 2016 Processed food segment market status. 2017 [cited 2020 Sep 21]. Available from: <https://www.atfis.or.kr/article/M001050000/view.do?articleId=2467&boardId=3&page=&searchKey=&searchString=&searchCategory=>
- Food Information Statistics System. 2019 Processed food segment market status. 2019 [cited 2020 Sep 21]. Available from: <https://www.atfis.or.kr/article/M001050000/view.do?articleId=3260&page=&searchKey=&searchString=&searchCategory=>
- Hong SI, Lee HH, Son SM, Kim D. Effect of hot water treatment on storage quality of minimally processed onion. Korean J Food Sci Technol. 2004. 36:239-245.
- Hwang TY, Jang JH, Moon KD. Quality changes in fresh-cut potato (*Solanum tuberosum* var. Romano) after low-temperature blanching and treatment with anti-browning agents. Korean J Food Preserv. 2009. 16:499-505.
- Hwang TY. Quality and minimal processing characteristics of 'Ssam' vegetables during storage. Korean J Food Sci Technol. 2017. 49:632-637.
- Jeong DS, Back DA, Kwon YR, Kwon KM, Youn KS. Quality characteristics and antioxidant activity of onion peel extracts by extraction methods. Korean J Food Preserv. 2015a. 22: 267-274.
- Jeong DW, Park YK, Nam SS, Han SK. Effect of hot-air drying temperature on nutritional components and rehydration rate of sweetpotato leaves. Korean J Food Preserv. 2015b. 22:498-504.
- Kang WY, Kim MY, Jin JY, Yang H, Hong HJ, Kim DG, et al. Anti-obesity effects of onion juice in high fat diet-induced obese rats. Korean J Vet Res. 2010. 50:1-10.
- Kee HJ, Park YK. Effects of antibrowning agents on the quality and browning of dried onions. Korean J Food Sci Technol. 2000. 32:979-984.
- Kim BC, Hwang JY, Wu HJ, Lee SM, Cho HY, Yoo YM, et al. Quality changes of vegetables by different cooking methods. Culi Sci & Hos Res. 2012. 18:40-53.
- Kim GC, Lee SY, Kim KM, Kim Y, Kim JS, Kim HR. Quality characteristics of hot-air and freeze dried apples slices after osmotic dehydration. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2011. 40:848-852.
- Kim JW, Lee SH, No HK, Hong JH, Park CS, Youn KS. Effects of pretreatment and drying methods on quality and antioxidant activities of dried jujube (*Zizyphus jujuba*) fruit. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2013. 42:1242-1248.
- Kim KI, Hwang IG, Yu SM, Min SG, Lee SY, Choi MJ. Effect of various pretreatments methods under physicochemical and nutritional properties of onions. Food Eng Prog. 2014. 18: 382-390.
- Kwon KS. Quality characteristics of cream soup added with ginseng powder. Master's thesis. Chungbuk National University, Cheongju, Korea. 2020.

- Kwon YR, Youn KS. Physicochemical of burdock (*Arctium lappa* L.) tea depending on steaming and roasting treatment. Korean J Food Preserv. 2014. 21:646-651.
- Lee JW, Sung KS, Park JW. The effect of far infrared ray-vacuum drying having reflection and dispersion functions on the quality changes of dried-rehydrated food. Korean J Food Nutr. 2012. 25:538-545.
- Lee KS, Park KH, Lee SH, Choe EO, Lee HG. The quality properties of dried carrots as affected by blanching and drying methods during storage. Korean J Food Sci Technol. 2003. 35:1086-1092.
- Lee MH, Lee KY, Kim A, Heo HJ, Kim HJ, Chun JY, et al. Effects of superheated steam treatment on volatile compounds and quality characteristics of onion. Korean J Food Preserv. 2016. 23:369-377.
- Lee S, Moon HK, Lee SW, Moon JN, Kim JK. Effects of drying methods on quality characteristics and antioxidative effects of omija (*Schizandra chinensis* bailon). Korean J Food Preserv. 2014. 21:341-349.
- Lee YJ, Lee HO, Kim JY, Kwon KH, Cha HS. Quality characteristics of frozen Doraji (*Platycodon grandiflorum*) according to various blanching treatment conditions. Korean J Food Preserv. 2011. 18:661-668.
- Lewicki PP. Some remarks on rehydration of dried foods. J Food Eng. 1998. 36:81-87.
- Ren F, Perussello CA, Zhang Z, Gaffney MT, Kerry JP, Tiwari BK. Enhancement of phytochemical content and drying efficiency of onions (*Allium cepa* L.) through blanching. J Sci Food Agric. 2017. 98:1300-1309.
- Seong K. Relationship between texture and major components of radish. Master's thesis. Chungnam National University, Daejeon, Korea. 2016.
- Shin DS, Yoo SM, Hwang Y. Effect of sugar infusions and pre-treatment conditions on quality characteristics of dried sweet pumpkin. Korean J Food Cook Sci. 2012. 28:857-863.
- Sim HJ, Kang MJ, Shin JH. Changes in the quality characteristics and chemical compounds of garlic shoots for blanching. Korean J Food Preserv. 2016. 23:310-318.
- Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am J Enol Vitic. 1965. 16:114-158.
- Statistics Korea. 2019 Population and housing census. 2020 [cited 2020 Nov 28]. Available from: http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1JC1516&conn_path=I2