

## 자몽종자 추출물 첨가에 따른 양파 퓨레의 이화학적 및 미생물학적 특성 조사

이교연 · 한채연\* · 박채은\* · †최성길\*\*

경상국립대학교 농업생명과학연구원 학술연구교수, \*경상국립대학교 응용생명과학부 응용생명과학전공(BK21) 석사과정생,  
\*\*경상국립대학교 농업생명과학연구원 응용생명과학부(BK21) 식품공학부 교수

### Effect of Grapefruit Seed Extract Addition on Physicochemical and Microbial Characteristics of Onion (*Allium cepa* L.) Puree

Kyo-Yeon Lee, Chae-Yeon Han\*, Chae-Eun Park\* and †Sung-Gil Choi\*\*

Academic Research Professor, Division of Applied Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

\*Master Student, Division of Applied Life Science (BK21), Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

\*\*Professor, Institute of Agriculture and Life Sciences, Division of Applied Life Science (BK21), Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

#### Abstract

This research aimed to examine the effects of grapefruit seed extract (GSE) at various concentrations on the microbial safety and physicochemical characteristics of onion puree (0.01~0.1%). The onion puree was kept at 4°C for 14 days. The results of the study indicated that the addition of GSE did not cause any significant changes in the sample's brix degree and viscosity in onion puree ( $p < 0.05$ ). However, as the concentration of GSE increased, the pH level decreased. On the other hand, as GSE was added, the lightness of the onion puree increased, while the redness and yellowness decreased. Compared to pure onion puree, the GSE-incorporated onion puree had higher levels of total flavonoid and total polyphenol content, indicating that it helps to maintain antioxidant activities. Based on the microbial safety test, aerobic bacteria, yeast, and mold were absent until day 14 of storage. In conclusion, the study suggests that the addition of GSE to onion puree increases its antioxidant activity and shelf-life.

Key words: onion, puree, grapefruit seed extract, physicochemical characteristic, microbial safety

#### 서론

양파(*Allium cepa* L.)는 백합과(Liliaceae)에 속하는 다년생 식물로 전 세계 연간 약 6,600만톤이 생산되며, 국내 생산량은 2021년 1,576천톤이다(Kim 등 2022). 양파는 불확실한 영농 환경 때문에 경영 불확실성이 큰 품목 중 하나로 과잉 생산된 경우 가격하락으로 폐기되고 있어 일정한 수요가 일어날 수 있도록 지속가능한 방안모색이 필요한 실정이다(Jeong 등 2023). 양파는 특유의 향기와 맛으로 인해 식품의 조리 및 가공 중 중요한 식품소재로서 널리 이용되고 있다(Lee 등 2022). 수분함량이 약 91%이며 이외에도 탄수화물(14.1~

14.8%), 단백질(1.5~2.6%), 지방(0.4~0.7%) 및 총 당류(2.3~4.7%)를 함유하고 있으며(Lee 등 2021), 신선중량(fresh weight, FW) 100 g을 기준으로 비타민 C(5.7~6.5 mg), Ca(25.7~46.9 mg), P(30.3~50.6 mg) 및 K(129.0~140.0 mg) 등이 함유되어 있다(Bhattacharjee 등 2013). 양파에 함유된 다양한 생리활성을 부여하는 flavonoid계 화합물에는 quercetin 4'-glucoside, quercetin 4',7-diglycoside, quercetin 3,7-diglycoside, quercetin 3,4'-diglycoside, quercetin, isorhamnetin monoglycoside, kaempferol monoglycoside 등이 있으며(Lee 등 2016), 이중 quercetin의 2당 및 단당 배당체와 그 aglycone인 quercetin이 80%를 차지한다(Leighton 등 1992). 또한, 항산화, 항고혈압, 항균작용 등의

† Corresponding author: Sung-Gil Choi, Professor, Institute of Agriculture and Life Sciences, Division of Applied Life Science (BK21), Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea. Tel: +82-55-772-1906, Fax: +82-55-772-1909, E-mail: sgchoi@gnu.ac.kr

생리활성과 증금속 제거, 혈중콜레스테롤 감소, 성인병 예방, 알레르기 반응억제 등 약리작용이 확인됨에 따라 소비자들의 관심이 증가되고 있다(Lee 등 2008; Park 등 2009; Choi & Surh 2014). 그러나 양파는 향신료 및 조미료 외에도 용도가 다양하고 소비량이 증가하고 있는데 반해 저장성이 떨어지는 단점을 가지고 있어 양파 이용범위를 확대시키고, 부가가치를 향상시키기 위하여 다양한 가공식품에 적용하는 연구가 활발히 진행되고 있다(Jeong 등 2023).

식품을 보존하기 위한 방법으로는 살균, 건조, 저온처리, 화학 첨가물 첨가 등을 비롯하여 각종 저장 조건을 변화시키는 방법이 이용되고 있는데, 특히 가공식품의 경우에는 보존료를 첨가하는 방법이 널리 사용되고 있다. 현재 사용되어지고 있는 보존료는 대부분 화학적 합성품으로 그 안전성에 대한 문제점 및 우려가 제기되고 있는 실정이다. 따라서 안정성이 높은 천연 보존료를 찾아내려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 천연 보존료로 개발될 가능성이 있는 것으로는 향신료, 정유성분, 고분자 화합물, 식물의 추출물 등이 대표적이다. 자몽 종자 추출물(grapefruit seed extract, DF-100)은 대표적인 천연 보존료로 알려져 있으며, 각종 식품에 대한 항균 및 항산화 작용이 뛰어나고 독성변패 산물의 생성을 억제하여 식품의 신선도 및 유통기간을 연장시켜준다. 자몽종자추출물은 천연 식품 보존제로서 LD값이 2,900 mg/kg로 독성이 거의 없고, 부식성이 없으며, 열에 매우 안정한 천연 유기혼합물로서 환경오염이 되지 않는 안전한 천연 항균제이다(Park 등 2006). 추출물의 성분 중 ascorbic acid, ascorbyl palmitate, naringin 및 토코페롤 등이 미생물의 세포벽 및 세포막의 기능을 약화시키고 효소 활성을 저해하며 DNA, RNA에서 비롯되는 세포 증식 기작을 억제하여 미생물에 대한 살균 효과가 크다고 보고되고 있다(Cho 등 1990; Chin 등 2005).

퓨레(Puree)는 과일이나 채소를 갈아서 걸쭉하게 만든 농축물을 말하며 상대적으로 보관 기간이 짧은 과일 및 채소류의 저장성 향상을 가능하게 한다(Park 등 2021). 퓨레 또는 페이스트 등은 가공 중간 소재로 가공원료 또는 첨가물로 편리하게 이용되고 있으며 대부분 외국에서 수입되고 있는 실정임을 감안할 때 양파 가공제품의 다양화는 물론 가공용 중간 소재의 개발에 관한 체계적인 연구가 요구되고 있는 실정이다.

양파가공에 관한 연구로는 건조방법에 따른 양파를 첨가한 딸기잼(Kim & Chun 2001), 양파분말을 첨가한 기능성 스펀지 케이크(Chun SS 2003), 양파분말 첨가 식빵(Bae 등 2003), 양파 음료 제조를 위한 기능성 성분 추출 최적화(Hou & Go 2004), 동결건조 양파분말을 첨가한 두부(Kang 등 2007), 양파즙의 항산화능과 항균작용(Jung & Park 2013), 양

파분말을 첨가한 국수(Kim 등 2016), 양파분말을 첨가한 마요네즈(Lee 등 2022) 등의 연구들이 수행되고 있다.

따라서 본 연구에서는 천연 보존제로 알려진 자몽종자추출물 첨가에 따른 양파퓨레의 품질특성 및 저장성 향상에 미치는 영향을 조사함으로써 과학적 기초자료 제시 및 양파의 부가가치 극대화 및 양파 소비 확대에 이바지 하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료 및 시약

본 실험에 사용된 양파는 경상남도 창녕군에서 2023년에 재배 및 수확한 황룡볼 품종으로 경남농업기술원 양파연구소(Changnyeong, Korea)에서 제공받아 실험에 사용하였다. 자몽종자추출물(grapefruit seed extract, DF-100)은 ES 식품원료(esfood Co., Ltd., Gunpo, Korea)에서 제조된 것을 구입하여 실험에 사용하였으며, 추출물은 수용성/액상 타입이고, 원료 및 함량은 자몽종자추출물 100%(글리세린 50%, 나린진 0.48%)이다. Folin-Ciocalteu's phenol reagent, gallic acid, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH), 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS), potassium persulfate, acetic acid, 2,4,6-tripyridyl-1,3,5-triazine(TPTZ), FeCl<sub>3</sub>, 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid(Trolox), ascorbic acid, methanol은 Sigma-Aldrich(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, Mo, USA)사에서 구입하여 실험에 사용하였다.

### 2. 자몽종자추출물 첨가 양파퓨레 제조

양파의 껍질을 제거하고 수세한 후 표면의 물기를 제거한 후, 8등분으로 절단하여 믹서기(HMF-630WG, Hanil, Electric, Wonju, Korea)에 100 g씩 취하고 60초간 분쇄를 진행하였다. 자몽종자추출물은 각각 0%(대조구), 0.03%, 0.05%, 0.1% 첨가하여 분쇄하기 직전에 첨가하여 분쇄를 진행하였다. 분쇄 직후 각각의 시료는 0.07 mm Ny/PE 필름(15 × 20 cm)에 밀봉하여 4±1 °C에서 14일동안 저장하며 양파퓨레의 품질특성 및 미생물특성을 조사하였다.

### 3. 당도 및 pH

자몽종자추출물 첨가에 따른 양파 퓨레의 당도 변화는 Abbe refractometer(501-DS, ATAGO Co, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였고, pH측정은 pH Meter(pH-200L, Istek, Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였다.

### 4. 점도

자몽종자추출물 첨가에 따른 양파 퓨레의 점도를 측정하기 위하여 용기에 시료 30 mL를 담고, Brookfield viscometer

(DV II+, Brookfield engineering labs, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 측정조건은 25°C에서 Probe는 LV-4 spindle, spindle speed는 10 rpm, spindle increment는 10 rpm으로 하여 상대점도를 측정하였다.

### 5. 색도 및 갈변도

자몽종자추출물 첨가에 따른 양파퓨레의 색도 변화를 조사하기 위하여 색차계(CR-400, Minolta, Japan)를 사용하였으며, 표준백색판(L=93.6, a=0.31, b=0.32)으로 보정하였다. 각 시료는 3회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었다. 자몽종자추출물 첨가에 따른 양파 퓨레의 갈변도 측정은 시료 2 g에 증류수 20 mL를 가하고 10% trichloroacetic acid 10 mL를 가한 후 상온에서 2시간 동안 방치한 후 여과하여 분광광도계(UV-1800, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다(Kim 등 2015).

### 6. 시료 추출물 제조

각각의 시료 20 g에 동일한 양의 80% 메탄올을 넣고 균질기(Wiggen Hauser, D-50, Berlin, Germany)를 사용하여 15,000 rpm에서 1분간 균질화시켰다. 이를 Shaker(n-Biotech, NB-303, Inchen, Korea)를 이용하여 250 rpm으로 4°C에서 2시간 동안 추출한 후 원심분리기(FLETA 5, Hanil, Korea)를 이용하여 1,026×g에서 20분간 원심분리하고 회수한 상등액을 여과지(Whatman No. 2, GE healthcare, Chicago, IL, USA)로 여과한 후 분석용 시료로 사용하였다.

### 7. 총 플라보노이드 함량 및 총 폴리페놀 함량

자몽종자추출물 첨가에 따른 양파 퓨레의 총 플라보노이드 함량을 분석하기 위하여 여과액 100 µL와 99% diethylene glycol 900 µL를 혼합한 후 1 N NaOH 20 µL를 첨가하여 37°C 항온수조에서 20분 동안 반응시켰다. 이를 분광광도계를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 총 플라보노이드 함량은 mg rutin equivalent(RE)/kg DW로 나타내었다(Lee 등 2019a).

총 폴리페놀 함량의 경우 여과액 1 mL와 증류수 9 mL를 혼합하여 1 mL의 Folin & Ciocalteu's phenol reagent를 첨가한 후 실온의 암실에서 5분간 반응한다. 그 후 7% sodium carbonate 10 mL와 증류수 4 mL를 첨가하여 총량을 25 mL로 하였다. 이를 실온 암실에서 2시간 동안 방치한 다음 분광광도계를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 총 폴리페놀 함량은 mg gallic acid equivalent(GAE)/kg DW로 나타내었다(Singleton & Rossi 1965).

### 8. 항산화 활성

자몽종자추출물 첨가에 따른 양파 퓨레의 항산화활성은 DPPH 라디칼 소거 활성, ABTS 라디칼 소거 활성 및 FRAP 활성을 측정하였다. DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 라디칼 소거 활성은 Blois MS(1958)의 방법을 수정하여 여과액 100 µL는 DPPH 용액(OD:1.000) 900 µL와 혼합하여 실온 암실에서 30분간 반응 후 분광광도계를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 이를 mg butylated hydroxyanisole equivalent(BHAE)/kg로 나타내었다.

2-2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS) 라디칼 소거능은 Biglari 등(2008)의 방법을 수정하여 실험을 진행하였다. 여과액 20 µL와 ABTS 용액 980 µL를 혼합 후 실온 암실에서 6분 동안 반응한 후 분광광도계를 이용하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS 라디칼 소거능은 mg ascorbic acid equivalent(AAE)/kg DW로 나타내었다.

FRAP(ferrous ion reducing antioxidant power) 측정은 Benzie와 Strain(1996)의 방법을 수정하여 실험을 진행하였다. 여과액 50 µL와 FRAP 용액 1.5 mL를 혼합 후 실온 암실에서 30분간 방치한 후 분광광도계를 이용하여 593 nm에서 흡광도를 측정하였다. FRAP 환원력은 mg Fe(II)/kg DW로 나타내었다.

### 9. 미생물 수

저장기간에 따른 자몽종자추출물 첨가 양파 퓨레의 일반세균수, 효모 및 곰팡이 그리고, 대장균군 수를 측정하였다. 멸균된 stomacher bag에 시료를 넣은 후, 0.85% 멸균생리식염수로 10배 희석하고 자동균질기(Stomacher LS-1250A, BNF Korea, Gimpo, Korea)를 이용하여 120초간 균질화하였다. 이후 10배씩 단계별 희석하여 시료를 준비하였으며 희석한 시료 1 mL를 일반세균 Petrifilm™ aerobic count plate(3M Co., St. Paul, MN, USA)에 접종하였다. 배지를 35°C에서 배양 후 집락을 계수하여 확인하였고, 검출된 미생물 수는 시료 1 g 당 log colony forming unit(log CFU/g)으로 나타내었다. 효모 및 곰팡이는 상기의 방법과 동일하게 실시한 후 Petrifilm™ yeast and mold count plate(3M Co., St. Paul, MN, USA)를 이용하여 120시간 동안 25°C에서 배양 후 집락을 계수하여 확인하였다. 대장균군은 상기의 방법과 동일하게 실시한 후 Petrifilm™ coliform count plate(3M Co., St. Paul, MN, USA)를 이용하여 24시간 동안 35°C에서 배양 후 집락을 계수하여 확인하였다.

### 10. 통계처리

각 실험결과는 3회 반복실험의 평균 ± 표준편차로 나타내었고, 통계처리는 Windows용 SAS 9.4 version(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여  $p < 0.05$  수준에서 분산분석

(analysis of variance)을 실시한 후, Duncan의 다중 범위 검정법(Duncan's multiple range test)으로 유의성을 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 당도, pH 및 점도

자몽종자추출물 첨가량을 달리한 양파퓨레의 저장기간에 따른 당도 및 pH 변화를 측정된 결과는 Table 1에 나타내었다. 당도의 경우, 자몽종자추출물 첨가 양파퓨레 제조 직후 대조구의 당도는 6.90이었으며, 자몽종자추출물을 0.03%, 0.05%, 0.1% 첨가한 시험구는 각각 6.90, 6.92, 6.90으로 유의적으로 차이가 없는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 또한 저장기간 14일차까지 저장하며 당도를 측정된 결과에서도 유의적으로 차이가 없는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 자몽종자추출물 첨가 양파퓨레의 제조 직후 대조구 샘플의 pH는 5.68이었으며, 자몽종자추출물을 0.03%, 0.05%, 0.1% 첨가한 시험구는 각각 4.96, 4.92, 4.82로 나타나 자몽종자추출물 첨가량이 증가할수록 pH가 유의적으로 낮아지는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 자몽종자추출물 첨가량을 달리한 양파퓨레를 저장 중 pH를 조사한 결과 저장기간이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 0~14일 저장기간에 따른 pH는 대조구에서 5.68~5.20, 자몽종자추출물 0.03%, 0.05%, 0.1% 첨가구에서 각각 4.96~4.85, 4.92~4.76 및 4.82~4.68로 나타났다. Park & Chang(2003)은 자몽종자추출물 분말제제를 첨가한 김치에서 자몽종자추출물 분말제제 첨가량이 증가할수록 pH가 감소하는 경향을 나타내었다고 보고하였다. 또한, Kang 등(2013)은 자몽종자 추출

물 첨가가 떡볶이떡 품질 개선에 미치는 영향을 조사한 결과에서 자몽종자 추출물 첨가에 의해 pH가 감소하였으며 저장기간이 증가함에 따라 pH가 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다고 보고하였다.

자몽종자추출물 첨가량을 달리한 양파퓨레의 저장기간에 따른 점도를 측정된 결과, 0일차 및 7일차에서는 대조구 및 자몽종자추출물 첨가구 모두 유의적으로 차이가 없는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 저장기간 14일차에서는 모든 시료에서 점도가 감소하는 것으로 나타났다. 과채류 퓨레의 유변학적 특성(rheological behaviour)에 영향을 미치는 다양한 요인은 온도, 농도, 입자크기, 수분함량, 총 가용성 고형분함량 등이 알려져 있다고 보고하였고(Balestra 등 2011), 이러한 퓨레는 수용성 당, 펙틴 물질 및 부유 고형물 간의 복잡한 상호작용의 결과로 비뉴턴 유체처럼 거동한다고 보고하였다(Ahmed 등 2004).

### 2. 색도 및 갈변도

변색 및 갈변은 과채류 가공 시 입자크기 감소로 인하여 산소와의 접촉이 용이해지면서 주로 발생하는 현상으로 색도는 외관상 품질을 평가하는 데 중요한 요인 중의 하나이다(Choi 등 2022). 자몽종자추출물 첨가량을 달리한 양파퓨레의 저장기간에 따른 색도 및 갈변도를 측정하였고 그 결과는 Table 2에 나타내었다. 0일차에서 밝기를 나타내는 L값은 대조구가 80.28, 자몽종자추출물을 0.03%, 0.05%, 0.1% 첨가한 시험구에서 각각 83.13, 84.37, 88.10으로 나타났다. 자몽종자추출물 첨가량이 증가할수록 밝기가 유의적으로 증가하는

**Table 1. Brix degree, pH and viscosity according to storage time of onion puree added with grapefruit seed extract (GSE) at different concentrations**

Concentration of GSE (%)	Storage time (day)	°Brix	pH	Viscosity (cps)
0	0	6.90±0.00 <sup>a1)</sup>	5.68±0.00 <sup>a</sup>	5,656.79±50.00 <sup>a</sup>
	7	6.90±0.06 <sup>a</sup>	5.34±0.06 <sup>b</sup>	5,656.79±60.00 <sup>a</sup>
	14	6.90±0.00 <sup>a</sup>	5.20±0.10 <sup>c</sup>	4,159.00±200.00 <sup>b</sup>
0.03	0	6.90±0.00 <sup>a</sup>	4.96±0.01 <sup>d</sup>	5,493.00±20.00 <sup>a</sup>
	7	6.90±0.04 <sup>a</sup>	4.94±0.01 <sup>d</sup>	5,493.00±20.00 <sup>a</sup>
	14	6.90±0.05 <sup>a</sup>	4.85±0.01 <sup>e</sup>	4,200.00±521.00 <sup>b</sup>
0.05	0	6.92±0.04 <sup>a</sup>	4.92±0.00 <sup>d</sup>	5,317.00±20.00 <sup>a</sup>
	7	6.91±0.05 <sup>a</sup>	4.82±0.01 <sup>e</sup>	5,317.00±20.00 <sup>a</sup>
	14	6.90±0.05 <sup>a</sup>	4.76±0.01 <sup>f</sup>	4,108.00±561.00 <sup>b</sup>
0.1	0	6.90±0.04 <sup>a</sup>	4.82±0.01 <sup>e</sup>	5,192.00±20.00 <sup>a</sup>
	7	6.90±0.00 <sup>a</sup>	4.76±0.00 <sup>f</sup>	5,192.00±20.00 <sup>a</sup>
	14	6.90±0.00 <sup>a</sup>	4.68±0.01 <sup>g</sup>	3,983.00±666.00 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Means±S.D. (n=5) in a column followed by same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

**Table 2. Color value and Browning degree according to storage time of onion puree added with grapefruit seed extract (GSE) at different concentrations**

Concentration of GSE (%)	Storage time (day)	Color value			Browning index (420 nm)
		L*	a*	b*	
0	0	80.28±0.01 <sup>1j</sup>	1.88±0.04 <sup>c</sup>	21.93±0.02 <sup>c</sup>	0.25±0.02 <sup>c</sup>
	7	76.88±0.03 <sup>k</sup>	2.43±0.02 <sup>b</sup>	23.80±0.01 <sup>b</sup>	0.31±0.01 <sup>b</sup>
	14	76.08±0.06 <sup>l</sup>	3.79±0.05 <sup>a</sup>	24.50±0.02 <sup>a</sup>	0.40±0.02 <sup>a</sup>
0.03	0	83.13±0.02 <sup>g</sup>	0.63±0.01 <sup>f</sup>	20.47±0.00 <sup>f</sup>	0.14±0.01 <sup>e</sup>
	7	83.08±0.01 <sup>h</sup>	1.02±0.05 <sup>c</sup>	21.27±0.02 <sup>c</sup>	0.17±0.01 <sup>d</sup>
	14	80.31±0.01 <sup>i</sup>	1.32±0.01 <sup>d</sup>	21.64±0.01 <sup>d</sup>	0.18±0.02 <sup>d</sup>
0.05	0	84.37±0.01 <sup>d</sup>	0.40±0.02 <sup>i</sup>	18.43±0.01 <sup>i</sup>	0.09±0.01 <sup>e</sup>
	7	83.27±0.01 <sup>e</sup>	0.04±0.04 <sup>h</sup>	18.80±0.01 <sup>h</sup>	0.10±0.00 <sup>g</sup>
	14	84.24±0.02 <sup>f</sup>	0.55±0.03 <sup>g</sup>	18.94±0.01 <sup>g</sup>	0.12±0.00 <sup>f</sup>
0.1	0	88.10±0.02 <sup>a</sup>	-1.89±0.01 <sup>l</sup>	12.03±0.01 <sup>l</sup>	0.03±0.00 <sup>j</sup>
	7	86.84±0.01 <sup>b</sup>	-1.36±0.02 <sup>k</sup>	13.87±0.01 <sup>k</sup>	0.05±0.01 <sup>i</sup>
	14	85.78±0.01 <sup>c</sup>	-0.90±0.02 <sup>j</sup>	13.98±0.01 <sup>i</sup>	0.07±0.01 <sup>h</sup>

<sup>1)</sup> Means±S.D. (n=5) in a column followed by same letter (<sup>a-l</sup>) are not significantly different by Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ).

것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 적색도를 나타내는 a값의 경우에는 대조구가 1.88, 자몽종자추출물을 0.03%, 0.05%, 0.1% 첨가한 시험구에서 각각 0.63, 0.40, -1.89로 유의적으로 감소하는 경향을 보였다( $p<0.05$ ). 황색도를 의미하는 b값은 대조구 21.93으로 나타났고, 자몽종자추출물을 0.03%, 0.05%, 0.1% 첨가한 시험구에서 각각 20.47, 18.43, 12.03으로 유의적으로 감소하는 경향으로 나타났다 ( $p<0.05$ ). 전체적으로 자몽종자추출물 첨가량이 증가함에 따라 밝기가 증가하고 적색도 및 황색도가 감소하는 것으로 나타났다. 저장기간에 따른 색도 변화에서도 자몽종자추출물 무첨가구(대조구)에서 밝기가 가장 많이 감소하여 저장 14일차에서 76.08로 나타났고 자몽종자추출물을 0.03%, 0.05%, 0.1% 첨가한 시험구에서는 각각 80.31, 84.24, 85.78로 나타났다. a값은 저장 14일차 대조구에서 3.79로 가장 높았고, 다음으로 저장 7일차 대조구가 2.43으로 높게 나타났다. 저장 14일차 자몽종자추출물을 0.03%, 0.05%, 0.1% 첨가한 시험구에서는 각각 1.32, 0.55, -0.90으로 나타났다. b값에서도 저장 14일차 대조구가 24.50으로 가장 높았고, 저장 7일차가 23.80으로 다음으로 높은 황색도를 나타내었다. 저장 14일차 자몽종자추출물을 0.03%, 0.05%, 0.1% 첨가한 시험구에서는 각각 21.64, 18.94, 13.98로 나타났다. 저장기간에 따른 양파퓨레의 색도에서 자몽종자추출물 첨가량이 증가할수록 a값과 b값의 증가를 억제하는 것으로 나타났다. 일반적으로 식품의 색도 중 명도를 나타내는 L값과 적색도를 나타내는 a값은 갈변도의 지표로 이용되며 L값의 감소와 a값의 증가는 갈변현상을 의미한다(Erenturk 등

2005).

자몽종자추출물 첨가량을 달리한 양파퓨레의 저장기간에 따른 갈변도를 측정된 결과, 0일차에서 대조구 0.25, 자몽종자추출물을 0.03%, 0.05%, 0.1% 첨가한 시험구에서는 각각 0.14, 0.09, 0.03으로 나타났다. 자몽종자추출물 첨가량이 증가할수록 갈변도가 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다 ( $p<0.05$ ). 저장기간에 따른 양파퓨레의 갈변도를 분석한 결과에서도 저장 14일차 대조구가 0.40으로 가장 높은 갈변도를 나타내었고, 다음으로 저장 7일차 대조구가 0.31로 높은 갈변도를 나타내었다. 반면에, 자몽종자추출물 첨가량이 증가할수록 낮은 갈변도를 가지는 것으로 나타났다. 저장기간 0~14일차에서 자몽종자추출물을 0.03%, 0.05%, 0.1% 첨가한 양파퓨레의 갈변도는 각각 0.14~0.18, 0.09~0.12, 0.03~0.07로 나타나 자몽종자추출물 첨가량 0.1%에서 가장 낮은 갈변도를 나타내었다. Park 등(1998)은 저장 중 절단 양파의 갈변도를 조사한 결과에서 유의적으로 증가하였다고 보고하였고, Son 등(1996)은 첨가물 종류에 따른 양파농축액의 항갈색화 효과를 조사한 결과에서 대조구에서 저장기간이 증가함에 따라 양파농축액의 갈변도가 증가는 경향을 보였다고 보고하였다. 여러 연구들에 의하면 양파의 갈변을 방지하기 위해서는 citric acid와 같은 첨가물을 첨가하거나(Son 등 1996; Park 등 1998, Kee & Park 2000), 전처리로 데치기 공정에 의한 효소 불활성화를 통해 갈변 억제 및 미생물 억제를 통해 식품의외관과 저장에 도움을 줄 수 있다고 보고하였다(Choi 등 2022).

### 3. 총 플라보노이드함량 및 총 폴리페놀함량

자몽종자추출물 첨가량을 달리한 양파퓨레의 저장기간에 따른 총 플라보노이드 함량 및 총 폴리페놀 함량을 각각 Fig. 1 및 Fig. 2에 나타내었다. 총 플라보노이드 함량의 경우, 0일차에서 대조구가 928.28 mg RE/kg, 자몽종자추출물을 0.03%, 0.05%, 0.1% 첨가한 시험구에서는 각각 1,491.41, 1,800.00, 2,072.73 mg RE/kg으로 나타났다. 자몽종자추출물 첨가량이 증가할수록 유의적으로 총 플라보노이드함량이 증가하는 것으로 나타났다 ( $p < 0.05$ ). 저장기간에 0~14일차 동안 자몽종자추출물 첨가량을 달리한 양파퓨레의 총 플라보노이드 함량을 조사한 결과, 저장기간이 증가할수록 대조구 및 0.03% 첨가구에서는 급격하게 감소하는 경향을 보이는 것으로 나타났다. 대조구의 경우에는 928.28~300.00 mg RE/kg으로 저장기간이 증가할수록 총 플라보노이드 함량이 3일차 이후부터 감소하여 5일차부터 급격하게 감소하는 것으로 나타났다 ( $p < 0.05$ ). 또한, 저장기간에 0~14일차에서 자몽종자추출물 0.03% 첨가구는 1,491.41~622.00 mg RE/kg으로 나타났으며, 초기 총 플라보노이드함량은 대조구보다 1.6배 높았으나 저장 3일차부터 급격하게 감소하는 패턴을 보여 저장 14일차에는 2.4배 감소하였다. 저장기간에 0~14일차 동안 자몽종자추출물 0.05% 및 0.1% 첨가구는 각각 1,800.00~1,585.00 mg RE/kg, 2,072.73~1,994.00 mg RE/kg으로 나타났다. Lachman 등(2003)은 저장기간 및 저장온도에 따른 황색과 적색 양파에서 저장기간이 증가함에 따라 퀘세틴 함량이 감소하여 플라보노이드 함량이 감소하였다고 보고하였다. Shin 등(2014)은 일반적으로 양파는 채소 중에서 가장 높은 총 플라보노이드 함량을 가지며, 주성분으로는 퀘르세틴(querctin)으로 알려져 있다고 보고하였다. 양파의 플라보노이드의 생합성은 기상 조건, 재배지 및 수확시기와 같은 다양한 재배 조건에 의해 영향을 받으며 플라보노이드 함량은 총 폴리페놀함량에 직접적인 영향을 미친다고 알려져 있습니다(Lu 등 2011).

자몽종자추출물 첨가량을 달리한 양파퓨레의 저장기간에 따른 총 폴리페놀함량을 측정한 결과, 0일차에서 대조구는 1.08 mg GAE/kg, 자몽종자추출물을 0.03%, 0.05%, 0.1% 첨가한 시험구에서는 각각 1.55, 1.85, 2.33 mg GAE/kg으로 첨가량이 증가할수록 총 폴리페놀함량이 증가하는 것으로 나타났다. 저장기간 0~14일차에서 대조구는 1.08~0.24 mg GAE/kg으로 저장기간이 증가함에 따라 급격하게 감소하여 14일차에 4.5배 감소하였다. 자몽종자추출물 0.03% 첨가구에서도 1.55~0.46 mg GAE/kg으로 저장기간 3일차 이후부터 감소하여 14일차에는 3.4배 감소하는 것으로 나타났다. 자몽종자추출물 첨가 0.05% 및 0.1%는 각각 1.85~1.35 mg GAE/kg, 2.33~2.17 mg GAE/kg으로 나타났다. 식품에 존재하는 폴리페놀 화합물들에 존재하는 aromatic phenolic ring이 free

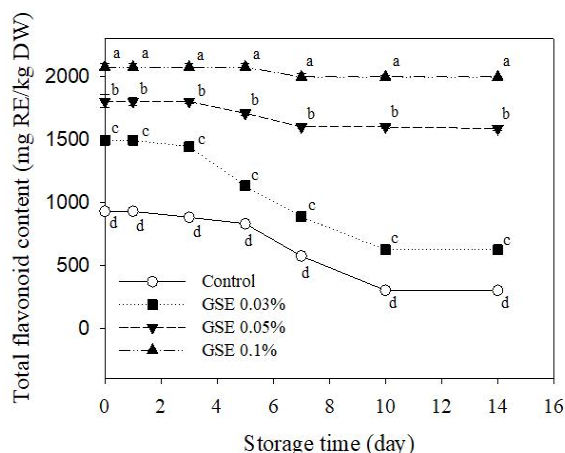


Fig. 1. Total flavonoid content (according to storage time of onion puree added with grapefruit seed extract (GSE) at different concentrations. Different letters indicate significant differences by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

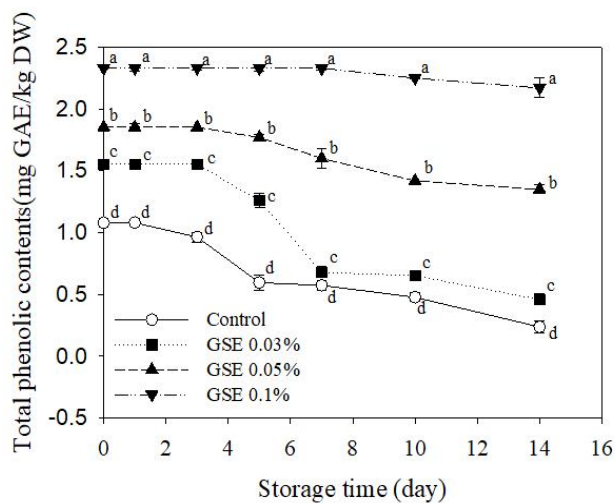


Fig. 2. Total phenolic content according to storage time of onion puree added with grapefruit seed extract (GSE) at different concentrations. Different letters indicate significant differences by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

radical을 안정화시켜 우수한 항산화력을 가진다고 알려져 있다(Lee 등 2022). 페놀성 물질들은 hydroxyl (-OH)기를 가져 단백질 또는 기타 거대 분자들과 결합하고, 특히 단백질과 결합하는 특성은 미생물 세포와 작용하여 성장저해를 유발시켜 항산화, 항암 등 다양한 생리활성에 관여한다고 알려져 있다(Lee 등 2019b). Prakash 등(2007)은 양파의 주요 폴리페놀 물질은 ferulic acid, gallic acid, protocatechuic acid, kaempferol, quercetin이라고 보고하였다.

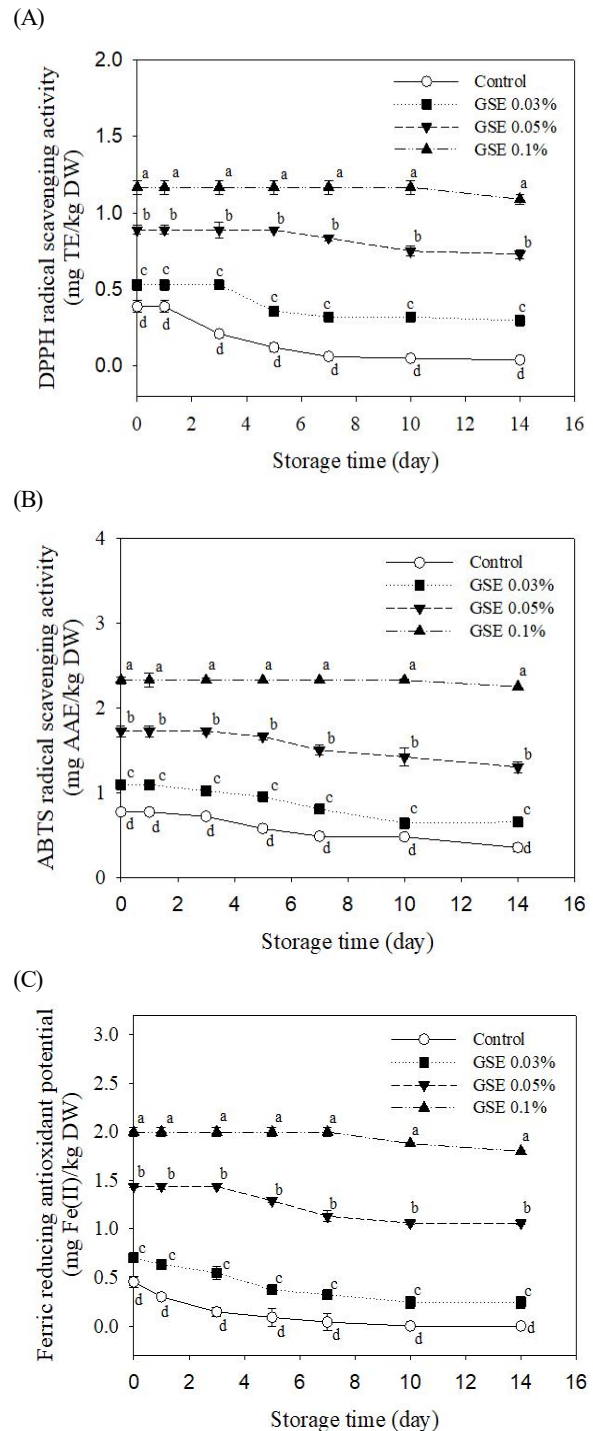


#### 4. 항산화활성

자몽종자추출물 첨가량을 달리한 양파퓨레의 저장기간에 따른 항산화활성은 DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능 및 FRAP을 분석하였으며, 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 먼저, DPPH 라디칼 소거능을 측정된 결과, 0일차에서 대조구는 0.39 mg TE/kg, 자몽종자추출물을 0.03%, 0.05%, 0.1% 첨가한 시험구에서는 각각 0.53, 0.89, 1.17 mg TE/kg으로 나타났다. 자몽종자추출물 첨가량이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거활성이 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다 ( $p < 0.05$ ). 저장기간 0~14일차에서 대조구는 0.38~0.04 mg TE/kg로 저장 3일차부터 감소하여 저장 14일차에는 9.5배 감소한 것으로 나타났다. 자몽종자추출물 0.03% 첨가구에서는 0.53~0.30 mg TE/kg으로 나타났으며, 저장 5일차 이후부터 감소하여 저장 14일차에는 1.76배 감소하였다. 자몽종자추출물 0.05% 첨가구 및 0.1% 첨가구는 각각 0.89~0.73 mg TE/kg 및 1.17~1.09 mg TE/kg으로 나타났다. 자몽종자추출물 0.05% 첨가구에서는 저장기간 5일차 이후부터 감소하는 경향을 보였고, 0.1% 첨가구에서는 저장기간 10일차 이후부터 약간 감소하는 것으로 나타났다.

ABTS 라디칼 소거능은 0일차에서 대조구는 0.77 mg AAE/kg, 자몽종자추출물을 0.03%, 0.05%, 0.1% 첨가한 시험구에서는 각각 1.09, 1.72, 2.33 mg AAE/kg으로 자몽종자추출물 첨가량이 증가할수록 ABTS 라디칼 소거활성이 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다 ( $p < 0.05$ ). 저장기간 0~14일차에서 대조구는 0.77~0.35 mg AAE/kg로 2.2배 감소하였다. 자몽종자추출물 0.03% 첨가구에서는 1.09~0.65 mg AAE/kg으로 1.67배 감소하였다. 자몽종자추출물 0.05% 및 0.1%는 각각 1.72~1.30 mg AAE/kg 및 2.33~2.25 mg AAE/kg으로 나타났다. 자몽종자추출물 0.1% 첨가의 경우 저장 0~10일차까지 활성이 유지되다가 14일차에 0.08 mg AAE/kg 감소하였다.

FRAP은 0일차에서 대조구는 0.45 mg Fe(II)/kg, 자몽종자추출물을 0.03%, 0.05%, 0.1% 첨가한 시험구에서는 각각 0.70, 1.44, 1.99 mg Fe(II)/kg으로 추출물 첨가량이 증가할수록 유의적으로 활성이 증가하는 것으로 나타났다 ( $p < 0.05$ ). 저장기간 0~14일차에서 대조구는 0.45~0.00 mg Fe(II)/kg으로 저장기간 10일차부터 활성이 없어지는 것으로 나타났다. 자몽종자추출물 0.03% 첨가구에서도 0.70~0.25 mg Fe(II)/kg으로 저장기간이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 자몽종자추출물 0.05% 및 0.1%에서는 각각 1.44~1.06 mg Fe(II)/kg, 1.99~1.80 mg Fe(II)/kg으로 나타났다. Stratil 등(2006)은 과채류는 저장 또는 보존하는 동안 항산화 화합물 함량의 변화의 관찰은 매우 중요한 자료이며, 여러 가지 항산화 실험방법을 통하여 항산화 활성을 측정함으로써 정확한 데이터를 얻을 수 있으며 다른 연구와의 비교분석 효과를 높여 매우 중요하다

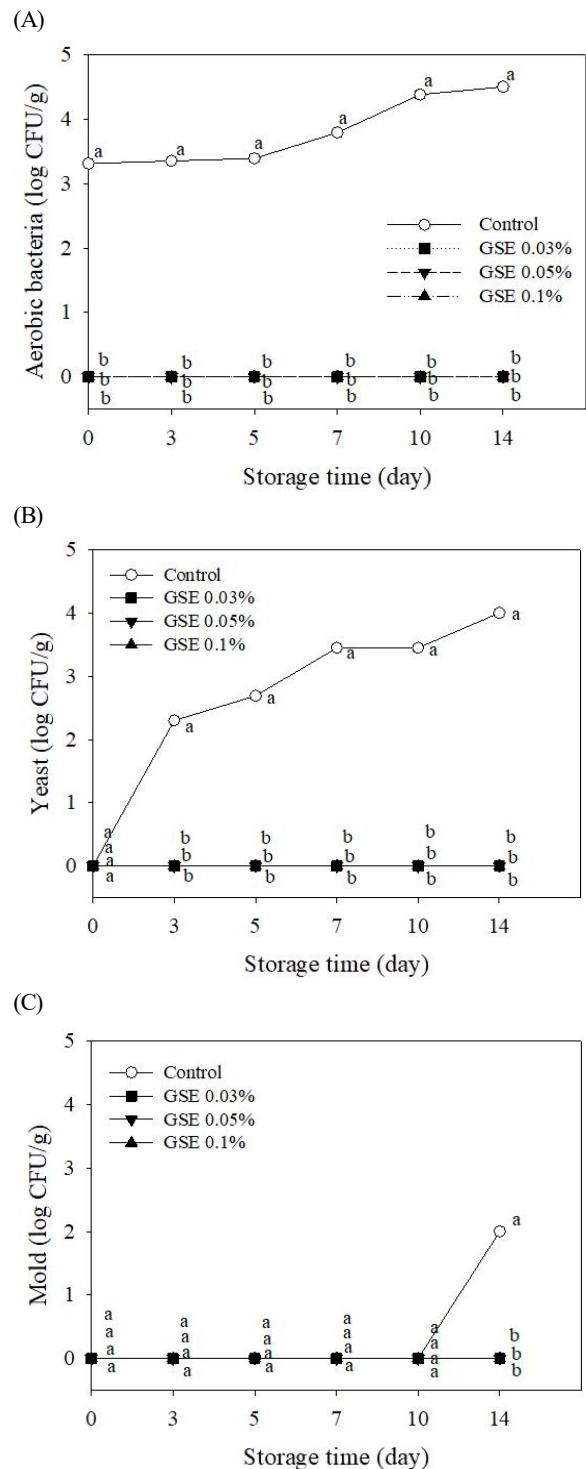


**Fig. 3. Antioxidant activity according to storage time of onion puree added with grapefruit seed extract (GSE) at different concentrations.** Different letters indicate significant differences by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ). (A), DPPH radical scavenging activity, (B) ABTS radical scavenging activity, (C) FRAP (ferric reducing antioxidant power) assay.

다고 보고하였다. Scott G(1997)은 3가 환원력은 총 페놀 함량 과도 밀접한 관련이 있으며, 이는 페놀의 링 구조에서 hydroxy 그룹의 수소 원자를 공여에서 기인한다고 보고하였다. Bahorun 등(2004)는 양파에 존재하는 퀘세틴 배당체는 다른 페놀계 물질에 비해 라디칼 소거활성이 높지만 환원 활성이 상대적으로 낮다고 보고하였다.

## 5. 미생물 수

자몽종자추출물 첨가량을 달리한 양파퓨레의 저장기간에 따른 일반세균, 대장균군, 효모 및 곰팡이의 변화를 측정할 결과는 Fig. 4와 같다. 대장균군은 모든 시료에서 불검출되었고, 일반세균의 경우 저장기간 0일차에서 대조구는 3.31 log CFU/g 수준이었고, 자몽종자추출물을 0.03%, 0.05%, 0.1% 첨가한 시험구는 불검출이었다. 대조구의 경우 저장기간이 지남에 따라 3.31~4.50 log CFU/g의 범위로 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다 ( $p < 0.05$ ). 반면에 자몽종자추출물 첨가구에서는 저장기간 0~14일차 동안 일반세균이 모두 불검출되었다. 효모의 경우, 저장기간 0일차에서 대조구 및 자몽종자추출물 첨가구에서 불검출되었다. 그러나, 대조구는 저장기간이 지남에 따라 증가하는 경향을 보였고 저장 14일차에는 4.00 log CFU/g 수준까지 검출되었다. 자몽종자추출물 첨가구에서는 저장기간 0~14일차 동안 모두 불검출되었다. 곰팡이의 경우 저장기간 0일차에서 모두 불검출이었다. 저장기간 10일차까지 대조구 및 자몽종자추출물 첨가구에서 모두 불검출되었다. 그러나, 저장기간 14일차에서 대조구에서만 2.00 log CFU/g 수준에서 검출되었다. Kang 등(2013)은 떡볶이떡 및 떡국떡 저장 시 천연추출물인 자몽종자추출물이 미생물 안정성에 미치는 효과에 대하여 연구한 결과에서 추출물 첨가구에서 저장 30일차까지 총균수가 저감화된 것을 확인하였다고 보고하였다. 자몽종자추출물은 부패성 및 병원성 미생물에 대한 살균 효과를 가지는 것으로 알려져 있으며 다량의 토코페롤을 함유하여 악취와 부패취를 없애는 데에도 유용한 물질로 잘 알려져 있다(Park & Kim 2006). 자몽종자추출물에 함유된 naringin 등의 flavonoid 성분은 미생물의 세포벽 및 세포막의 기능을 약화시키고 효소 활성을 저해하며 DNA/RNA에서 비롯되는 세포증식기작을 억제하고, 미생물에 대한 살균효과가 커서 500 ppm 정도의 낮은 희석배율로도 Salmonella 제거에 효과가 있다고 알려져 있으며, 대장균, 포도상구균, 콜레라균 등의 식중독 균에 모두 항균스펙트럼을 가지고 있다고 보고되고 있다. 또한, 금속 킬레이트화(chelation) 효과, 항돌연변이 유발 효과, 유리기(free radical) 봉쇄 효과, 항염증 효과, 항아테롬형성(antiatherogenic) 효과, 치아 우식 원인균인 streptococcus mutans 성장을 억제하는 효과 등 다양한 기능성을 가지고 있다(Yang 등 2011).



**Fig. 4.** The number of aerobic bacteria, mold and yeast according to storage time of onion puree added with grapefruit seed extract (GSE) at different concentrations. Different letters indicate significant differences by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ). (A), Aerobic bacteria (log CFU/g), (B) Mold (log CFU/g), (C) Yeast (log CFU/g).



## 요약 및 결론

자몽종자추출물 첨가량을 달리하여 제조한 양파퓨레의 이화학적 및 미생물학적 특성을 조사하였다. 자몽종자추출물 첨가량에 따른 양파퓨레의 당도의 경우 유의적인 차이를 보이지 않았으며( $p < 0.05$ ), pH는 첨가량이 증가할수록 증가하였고 저장기간이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 점도는 첨가량에 따른 유의적 차이는 없었으며, 저장기간 14일차에서 모든 시료에서 감소하는 것으로 나타났다. 색도는 전체적으로 자몽종자추출물 첨가량이 증가함에 따라 L값이 증가하고 a값 및 b값이 감소하는 것으로 나타났다. 저장기간에 따른 양파퓨레의 색도에서 자몽종자추출물 첨가량이 증가할수록 a값과 b값의 증가가 억제되는 것으로 나타났다. 갈변도에서도 첨가량이 증가할수록 갈변도가 유의적으로 감소하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 총 플라보노이드함량, 총 폴리페놀함량 및 항산화 활성(DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능 및 FRAP)은 자몽종자추출물 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였다. 또한, 자몽종자추출물 0~0.05% 첨가구에서는 저장기간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였으나, 0.1% 첨가구에서는 저장 10일차까지 그 활성이 유지되었고 저장 14일차에 약간 감소하는 경향을 보였다. 자몽종자추출물을 첨가한 시료군의 일반세균, 효모 및 곰팡이는 저장기간 14일차까지 모두 불검출되었다. 이는 자몽종자추출물의 뛰어난 항균효과 특성으로 인해 나타난 효과로 판단된다. 본 연구결과를 통해 양파퓨레에 자몽종자추출물 첨가는 이화학적특성에 영향을 주지 않으면서 저장 중 미생물 생장을 억제시키고 건강 기능성 효과를 가져 첨가제로써 양파퓨레의 품질특성에 긍정적인 영향을 주는 것으로 판단되며 최적 첨가량은 0.1%가 가장 적절한 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 지역특화 작목기술 개발 연구사업의 지원에 의해 수행된 연구 과제(PJ016168012022)이며, 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단 기초연구사업(NRF-2021R1A6A3A01086896)의 지원을 받아 수행된 연구이다. 또한, 교육부의 재원으로 한국 기초과학지원연구원 국가연구시설장비진흥센터(2022R1A6C101B724)의 지원을 받아 수행된 연구결과입니다. 이에 감사드립니다.

## References

Ahmed J, Shivhare US, Singh P. 2004. Colour kinetics and rheology of coriander leaf puree and storage characteristics

of the paste. *Food Chem* 84:605-611

Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C. 2003. Quality characteristics of the white bread added with onion powder. *Korean J Food Sci Technol* 35:1124-1128

Bahorun T, Luximon-Ramma A, Crozier A, Aruoma OI. 2004. Total phenol, flavonoid, proanthocyanidin and vitamin C levels and antioxidant activities of Mauritian vegetables. *J Sci Food Agric* 84:1553-1561

Balestra F, Cocci E, Marsilio G, Dalla Rosa M. 2011. Physico-chemical and rheological changes of fruit purees during storage. *Procedia Food Sci* 1:576-582

Benzie IFF, Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Anal Biochem* 239:70-76

Bhattacharjee S, Sultana A, Sazzad MH, Islam MA, Ahtashom MM, Asaduzzaman. 2013. Analysis of the proximate composition and energy values of two varieties of onion (*Allium cepa* L.) bulbs of different origin: A comparative study. *Int J Nutr Food Sci* 2:246-253

Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200

Biglari F, AlKarkhi AFM, Easa AM. 2008. Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits from Iran. *Food Chem* 107:1636-1641

Chin KB, Kim WY, Kim KH. 2005. Physicochemical and textural properties, and antimicrobial effects of low-fat comminuted sausages manufactured with grapefruit seed extract. *Korean J Food Sci Anim Resour* 25:141-148

Cho S, Seo IW, Choi JD, Joo IS. 1990. Inhibitory effects of grapefruit seed extract (DF-100) on growth and toxin production of *Penicillium islandicum*. *J Korean Agric Chem Soc* 33:169-173

Choi B, Surh J. 2014. Effects of heat treatment on the quality of the onion juices prepared with sulfur-applied onion. *Korean J Food Sci Technol* 46:189-197

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

Chun SS. 2003. Development of functional sponge cakes with onion powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:62-66

Erenturk S, Sahin Gulaboglu MS, Gultekin S. 2005. The effects of cutting and drying medium on the vitamin C content of rosehip during drying. *J Food Eng* 68:513-518

- Hou WN, Go EK. 2004. Extractive optimization of functional components for processing of onion health promotion drink. *Korean J Food Sci Technol* 36:403-409
- Jeong JH, Lee CM, Kim SH, Choi YR, Lee DH, Lee CY, Choi BK, Huh CK. 2023. Enhancing the quality, characteristics, and antioxidant activity of Korean soy sauce made using lactic acid bacteria fermentation-based onion extract. *Korean J Food Sci Technol* 55:258-265
- Jung K, Park CS. 2013. Antioxidative and antimicrobial activities of juice from garlic, ginger, and onion. *Korean J Food Preserv* 20:134-139
- Kang HJ, Park JD, Lee HY, Kum JS. 2013. Effect of grapefruit seed extracts and acid regulation agents on the qualities of Topokkidduk. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:948-956
- Kang NS, Kim JH, Kim JK. 2007. Quality characteristics of soybean curd mixed with freeze dried onion powder. *Korean J Food Preserv* 14:47-53
- Kee HJ, Park YK. 2000. Effects of antibrowning agents on the quality and browning of dried onions. *Korean J Food Sci Technol* 32:979-984
- Kim A, Kang SW, Heo HJ, Chun JY, Choi SG. 2015. Effect of heat treatment on quality characteristics and antioxidant activity of Korean traditional actinidia (*Actinidia arguta*) cultivars puree. *Korean J Food Preserv* 22:408-420
- Kim MY, Chun SS. 2001. Effects of onions on the quality characteristics of strawberry jam. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17:316-322
- Kim S, Lee CM, Jeong JH, Choi YR, Lee D, Lee C, Huh CK. 2022. Fermentation of onion extract by lactic acid bacteria enhances its physicochemical properties. *Korean J Food Sci Technol* 54:445-454
- Kim YS, Park NY, No HK. 2016. Quality and shelf life of noodles containing onion powder. *Korean J Food Preserv* 23:218-224
- Lachman J, Proněk D, Hejtmánková A, Dudjak J, Pivec V, Faitová K. 2003. Total polyphenol and main flavonoid antioxidants in different onion (*Allium cepa* L.) varieties. *Hortic Sci* 30:142-147
- Lee JO, Lee SA, Kim KH, Choi JJ, Yook HS. 2008. Quality characteristics of cookies added with hot-air dried yellow and red onion powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:342-347
- Lee KY, Han CY, Pyo MJ, Choi SG. 2022. Effect of onion powder on quality characteristics, antioxidant activities and oxidative stability of perilla oil mayonnaise. *Korean J Food Nutr* 35:417-425
- Lee KY, Kim AN, Rahman MS, Bae WY, Heo HJ, Choi SG. 2019a. Effect of superheated steam treatment on physicochemical characteristics and microbial reduction of mugwort (*Artemisia argyi* H.). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 48:1272-1279
- Lee KY, Kim AN, Rahman MS, Choi SG. 2019b. Effect of red beet (*Beta vulgaris* L.) powder addition on physicochemical and microbial characteristics of tofu. *Korean J Food Preserv* 26:659-666
- Lee MH, Chang YH, Jeong IH. 2021. Fermentation characteristics of anchovy *Engraulis japonicus* sauce amended with onion. *Korean J Fish Aquat Sci* 54:714-723
- Lee YG, Cho JY, Kim YM, Moon JH. 2016. Change in flavonoid composition and antioxidative activity during fermentation of onion (*Allium cepa* L.) by *Leuconostoc mesenteroides* with different salt concentrations. *J Food Sci* 81:C1385-C1393
- Leighton T, Ginther C, Fluss L, Harter WK, Cansado J, Notario V. 1992. Molecular characterization of quercetin and quercetin glycosides in *Allium* vegetables. Their effects on malignant cell transformation. In Huang MT, Ho CT, Lee CY (Eds.), Phenolic Compounds in Food and Their Effects on Health II: Antioxidants and Cancer Prevention. pp.220-238. American Chemical Society
- Lu X, Wang J, Al-Qadiri HM, Ross CF, Powers JR, Tang J, Rasco BA. 2011. Determination of total phenolic content and antioxidant capacity of onion (*Allium cepa*) and shallot (*Allium oschaninii*) using infrared spectroscopy. *Food Chem* 129:637-644
- Park H, Oyunzul G, Suh SW, Park YS, Jang JK, Chung MS, Choi YJ, Shim KS. 2009. Investigation of functional ingredients from onion according to the extraction methods, heat treatment, and storage period. *Food Eng Prog* 13:92-98
- Park HK, Kim SB. 2006. Antimicrobial activity of grapefruit seed extract. *Korean J Food Nutr* 19:526-531
- Park HW, Cha HW, Kim SH, Park HR, Lee SA, Kim YH. 2006. Effects of grapefruit seed extract pretreatment and packaging materials on quality of dried persimmons. *Korean J Food Preserv* 13:168-173
- Park WH, Park SB, Cha SH, Han IB, Bak SL, Hyun TK, Jang KI. 2021. Quality and antioxidant characteristics of apple puree containing peel and added vitamin C. *J Korean Soc*

- Food Sci Nutr* 50:992-1000
- Park WP, Chang DK. 2003. Kimchi quality affected by the addition of grapefruit seed extract powder. *Korean J Food Preserv* 10:288-292
- Park WP, Cho SH, Lee DS. 1998. Screening of antibrowning agents for minimally processed vegetables. *Korean J Food Sci Technol* 30:278-282
- Prakash D, Singh BN, Upadhyay G. 2007. Antioxidant and free radical scavenging activities of phenols from onion (*Allium cepa*). *Food Chem* 102:1389-1393
- Scott G. 1997. Antioxidants in Science, Technology, Medicine and Nutrition. pp.80-92. Albion Publishing
- Shin JH, Kim HW, Lee M, Lee SH, Lee YM, Jang HH, Hwang KA, Cho YS, Kim JB. 2014. Content and distribution of flavanols, flavonols and flavanones on the common vegetables in Korea. *Korean J Environ Agric* 33:205-212
- Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic* 16:144-158
- Son JY, Son HS, Cho WD. 1996. Effects of some antibrowning agent on onion juice concentrate. *J Korean Soc Food Nutr* 25:529-534
- Stratil P, Klejdus B, Kubáň V. 2006. Determination of total content of phenolic compounds and their antioxidant activity in vegetables: Evaluation of spectrophotometric methods. *J Agric Food Chem* 54:607-616
- Yang SK, Kim JJ, Kim SJ, Oh SW. 2011. Synergistic effect of grapefruit seed extract, EDTA and heat on inactivation of *Bacillus cereus* spore. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1469-1473
- 
- Received 06 November, 2023  
Revised 29 November, 2023  
Accepted 05 December, 2023