

나문재 분말과 추출물 첨가 절편의 항산화 활성

†박 경 속

장안대학교 건강과학부 식품영양과 부교수

Antioxidative Activity of Jeolpyun containing *Suaeda glauca* (Bunge) Bunge Powder and Extract

†Kyung-Sook Park

Associate Professor, Dept. of Food & Nutrition, Jangan University, Whasung 18331, Korea

Abstract

In this study, the antioxidative activity of Jeolpyun containing *S. glauca* (Bunge) Bunge powder (2%, 4%, 6%, and 8%) and extract (2%, 4%, 6%, and 8%) was evaluated based on the total polyphenol contents, electron-donating ability, scavenging of superoxide anion radical, and decomposition of hydrogen peroxide. Total polyphenol contents of Jeolpyun containing 8% *S. glauca* (Bunge) Bunge powder were the highest with a value of $2,280 \pm 0.00 \mu\text{g GAE/mL}$. It was observed that total polyphenol content exhibited a significant relation with concentrations at $p < 0.05$. The electron-donating ability of Jeolpyun containing 8% *S. glauca* (Bunge) Bunge extract was the highest with a value of $83.93 \pm 0.69\%$. The electron-donating abilities revealed significant differences between concentrations ($p < 0.05$). The superoxide radical scavenging ability of the blank was 0.01523 ± 0.00068 and Jeolpyun containing 6% *S. glauca* (Bunge) Bunge powder was the highest with a value of 0.00977 ± 0.00842 . The hydrogen peroxide decomposing ability of Jeolpyun containing 0% *S. glauca* (Bunge) Bunge powder was -0.00377 ± 0.0049 ; 8% *S. glauca* (Bunge) Bunge powder revealed the highest decomposing ability of -0.0476 ± 0.0234 . Hydrogen peroxide decomposing abilities revealed significant differences between concentrations ($p < 0.05$). Jeolpyun containing *S. glauca* (Bunge) Bunge powder and extract demonstrated improved antioxidative activities.

Key words: *S. glauca* (Bunge) Bunge powder, *S. glauca* (Bunge) Bunge extract, total polyphenol contents, electron donating ability, superoxide anion radical

서 론

현대의 생활이 다양화되고 수명 또한 장수로 연장이 되면서 건강한 삶이 중요한 이슈가 되어 다양한 기능성 식품에 대한 관심과 연구가 여러 분야에 걸쳐서 진행되고 있다. 식품에서 기능성을 부여한 기능성 식품의 개발로는 유청가수 분해단백분말을 활용한 기능성 식품 개발연구(Noh 등 2016), 오가자 열매 추출물에 대한 항산화 활성 및 항염증 효능 규명으로 오가자의 기능성 식품소재로의 활용 가능성을 제시하였고(Jung & Lee 2010), 유산균을 이용한 기능성 발효 음료의 기능성 음료시장에 진입으로의 전망 가능성(Choi 등 2009) 등이 있으며, Park & You(2020)는 기능성 식품에 대한

구매행동과 소비자 지식의 조절효과 분석에서 기능성 식품에 대한 소비자의 지식이 높을수록 호의적인 태도를 보이므로 정보 제공을 통해서 건강증진 효능과 같은 기능성 식품에 대한 가치를 소비자가 느낄 수 있게 할 필요가 있음을 밝혔다. 이러한 기능성 식품을 제도적으로 인증하기 위한 시행규칙을 마련하기 위한 방안의 하나로 Lee 등(2014)은 국내 기능성 축산식품 관리제도 도입에서 이를 반영하기 위한 기능성 물질의 과학적 분석기술 및 기능성 축산물별 검사 방법 등 세부관리기준과 인증 방안을 위한 시행규칙의 제안을 하였다. Chung & Lee(2012)는 피부미용 관련 건강기능식품 국내 특허 등록 현황에서 피부미용과 관련한 건강기능식품이 주로 이용되는 산업분야는 식품, 식료품, 음료 등과 관련된 분야

† Corresponding author: Kyung-Sook Park, Associate Professor, Dept. of Food & Nutrition, Jangan University, Whasung 18331, Korea. Tel: +82-31-299-3066, Fax: +82-31-299-3609, E-mail: pksook0730@jangan.ac.kr

에서의 특허출원이 활발한 것으로 보고하여 기능성을 활용한 분야가 다양한 산업 분야에서 활발하게 진행되고 있음을 알 수 있다.

절편은 다른 떡과는 달리 찰지고 씹는 식감이 있으며, 떡을 넓게 늘여서 여러 모양으로 절단하든지 혹은 일정한 크기로 빗어서 다양한 문양의 기구로 눌러 모양을 낸다. 시루떡이나 인절미와 달리 고물을 묻히지 않으며, 흔히 쑥을 첨가하여 만들기도 한다. 쑥 이외에도 톳가루를 첨가한 절편의 품질 특성(Pyun 등 2012), 수리취 첨가한 절편의 특성(Kim 등 1994), 모시잎 첨가량에 따른 절편의 품질특성(Yoon & Jang 2006), 백복령 가루 첨가 절편(Lee 등 2008), 구기자가루 첨가 절편(Lee & Kim 2007), 유자잎 가루 첨가 절편(Joo 등 2010), 황기 농축액 첨가 절편(Hwang & Ahn 2008) 등 다양한 첨가물이 절편제조에 활용되어 그 관능적 특성을 연구하였고, Hwang & Kim(2004)은 실크 단백질을 첨가한 절편에서 단백질 이용 면이 더 우수한 기능성 식품 소재로 응용 개발할 수 있다고 보고하였다. Lee & Park(2019)은 나문재[*Suaeda glauca* (Bunge) Bunge]의 추출물과 분획물에서 과산화수소의 분해능과 전자공여능 등에서 항산화 효능이 있는 것으로 보고하였다. 본 연구는 이를 활용한 상품 개발의 하나로 나문재 분말과 나문재 추출물의 첨가량을 달리하는 절편을 제조하여 이들의 항산화 효능을 검증함으로써 향후 나문재를 활용한 기능성 식품 제조에 필요한 기초 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

3월~5월에 걸쳐서 경기도 화성시 제부도 인근에서 채취한 *S. glauca* (Bunge) Bunge를 증류수로 씻은 후에 냉동보관을 하였고, 본 실험을 하기 전에 상온에서 해동하여 다시 증류수로 3회 반복하여 씻은 다음에 음지에서 5일간 건조한 것을 분쇄하여 실험에 사용하였다. 절편 제조에 사용된 분말은 분쇄된 *S. glauca* (Bunge) Bunge를 20 mesh 체로 걸렀고, 걸러진 100.0 g을 1:2:3:4의 비로 나눠서(10 g, 20 g, 30 g, 40 g) 절편 제조에 사용하였으며, 절편 제조에 사용된 추출물은 분말 절편 제조에 사용된 동일한 질량인 분말 100 g에서 70% 에탄올로 추출하였다. 즉, *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말 100 g에 분말질량의 10배인 70% 에탄올을 붓고 상온에서 24 hr 정치하여 추출하는 방법으로 3회 반복하여 추출하였고, 추출액은 여과한 후에 감압·농축하였으며, 농축액은 1:2:3:4의 부피비로 분배하여 절편 제조에 사용하였다.

2. 절편 제조

S. glauca (Bunge) Bunge 분말과 추출물을 첨가한 절편의

제조는 Fig. 1과 같은 방법으로 제조하였고, 절편 제조에 첨가된 *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말과 추출물의 양은 각각 Table 1과 Table 2에 나타내었다.

쌀가루에 나문재 분말을 각각 0%, 2%, 4%, 6%, 8%와 소금 1%, 물 22%를 섞어 20 mesh 체에 내렸다. 물솥(지름 31cm, 높이 16 cm)에 물 1.5 L를 넣고 찜틀(지름: 외경 30cm, 내경 27.5 cm, 높이: 1단 외경높이 7.5 cm, 1단 내경높이 4 cm)을 올린 후 가열하여 끓기 시작하면 젖은 면보를 깔고 재료를 혼합하여 찜틀에서 20분간 찌고, 5분간 뜸을 들인 후 반죽기(위즈웰 스마트 홈베이킹 스탠드 믹서기 WSS-6835P)로 1단에서 15분간 교반 시킨 다음 30 g씩 떼어내어 높이 1 cm 두께가 되도록 밀대로 밀어서 5×5×1 cm의 크기로 일정하게 성형한 것을 petri dish(SPL Lifescience Co. Ltd. Korea)에 넣고 랩으로 포장하여 30분간 상온에서 방냉한 후에 냉동 보관(-20℃)하였다. 냉동된 절편들은 실험에 사용하기 1 hr 전에 상온에서 해동한 후 실험에 사용하였다. 항산화 효과를 비교 분석하기 위한 대조구인 *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물 함유 절편의 제조는 100 g의 분쇄한 *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말을 70% 에탄올로 추출하여 농축한 것을 1:2:3:4의 비로 나누어서

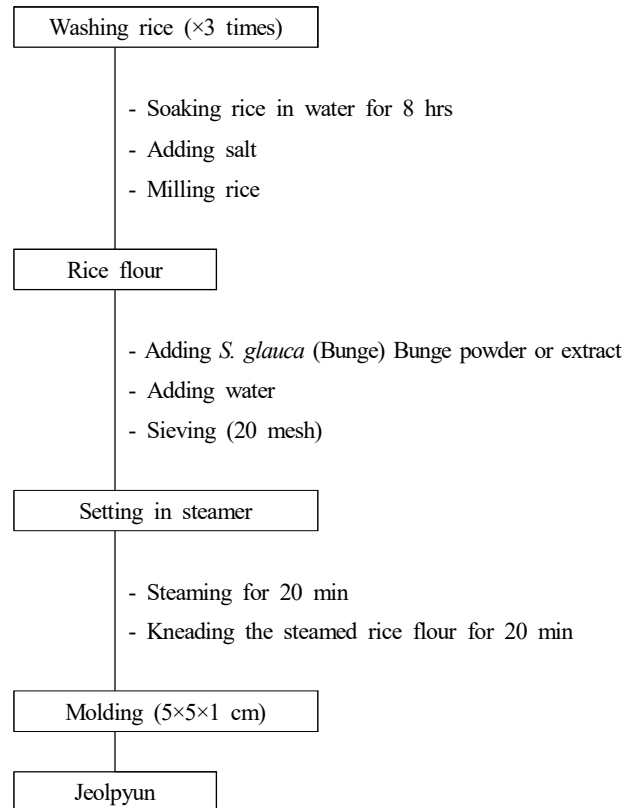


Fig. 1. Procedure for Jeolpyun made from *S. glauca* (Bunge) Bunge powder and extract.

Table 1. Formulas for Jeolpyun added *S. glauca* (Bunge) Bunge powder

Ingredients	Samples				
	0%	2%	4%	6%	8%
Rice flour (g)	500	490	480	470	460
<i>S. glauca</i> (Bunge) Bunge powder (g)	0	10	20	30	40
Salt (g)	5	5	5	5	5
Water (g)	110	110	110	110	110

Table 2. Formulas for Jeolpyun added *S. glauca* (Bunge) Bunge extract

Ingredients	Samples				
	0%	2%	4%	6%	8%
Rice flour (g)	500	500	500	500	500
<i>S. glauca</i> (Bunge) Bunge extract (g)	0	20	40	60	80
Salt (g)	5	5	5	5	5
Water (g)	110	90	70	50	30

S. glauca (Bunge) Bunge powder로 절편을 제조한 동일한 방법으로 절편을 제조, 보관하여 실험에 사용하였다.

3. *S. glauca* (Bunge) Bunge 함유 Jeolpyun에서의 추출액 제조

S. glauca (Bunge) Bunge powder(0%, 2%, 4%, 6%, 8%)와 *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출액(0%, 2%, 4%, 6%, 8%)으로 제조한 절편은 30 g 단위로 제조하여 냉동고(IBK-1200RF, Infobitech, Daejeon, Korea)에 냉동(-20℃)으로 보관하였으며, 실험 1 hr 전에 상온에서 해동하여 실험에 사용하였고, 항산화 실험에 필요한 추출물의 제조는 다음과 같으며 모든 농도에 대하여 동일한 방법으로 추출하였다. 먼저 30 g으로 제조된 절편을 작은 크기로 자른 후에 분쇄기(ProBlend 6, Philips, Netherland)의 강한 모드상에서 2분간 분쇄한 후에 300 mL(시료 질량의 ×10배)의 70% 에탄올을 붓고 상온에서 24시간 정치하여 추출하는 방법으로 3회 반복하였으며, 추출액은 여과를 한 후, 감압 하에 농축한 다음 -80℃에서 동결하였다. 동결된 추출물은 동결건조기(freezing dryer, ilShinBioBase Co., Ltd., Korea)를 사용하여 고체상의 시료를 얻었고, 동결 건조된 추출물 3 g을 취하여 5 mL의 70% 에탄올에 다시 용해시킨 후, vortex mixer(Thermolyne, Iowa, USA)에서 강하게 저어준 다음에 원심분리기(Multi-tube Carrier Refrigerated Centrifuge VS-550, VISION SCIENTIFIC Co, Korea)로 3,000 rpm에서 3분간 원심분리하여 분리된 상등액만을 취해서 총 폴리페놀류 측정, 항산화성 측정, superoxide 제거능 측정 그리고 hydrogen peroxide 제거능에 대하여 측정을 하여 *S. glauca* (Bunge) Bunge powder와 추출물의 농도를 달리하여 제조한

절편의 항산화 효능을 비교하였다.

4. 실험방법

1) 수득률

농도를 달리하여 제조한 *S. glauca* (Bunge) Bunge powder 함유 절편과 추출물 함유 절편은 70% 에탄올로 추출하여 여과한 후에 감압 하에 농축하고 이를 동결 건조하는 방법으로 3회 반복하여 얻은 결과를 평균±표준편차로 나타내었다. 수득률은 다음 식에 의거하여 구하였고, 절편 한 개당(30 g) 첨가된 powder와 추출물의 양에 따라서 얻어진 70% 에탄올 추출물의 상관관계를 비교하였다.

$$\text{Yield (\%)} = A \text{ experiment} / 30 \text{ (g)} \times 100$$

A experiment: *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말 혹은 추출물로 제조된 절편에서의 추출물 (g)

2) 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량 측정은 Folin-Ciocalteu법(Singleton & Rossi 1965)에 의거하여 측정하였다. 2% *S. glauca* (Bunge) Bunge powder, 2%, 4%, 6% *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물 함유 Jeolpyun은 100배로 희석, 8% *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물 함유 Jeolpyun은 150배 희석, 4%, 6%, 8% *S. glauca* (Bunge) Bunge 함유 Jeolpyun은 300배 희석하여 총 폴리페놀 함량을 측정하여 얻어진 결과에 희석 배율을 곱해 주는 방법으로 결과를 얻었으며, 측정방법은 다음과 같다. 먼저 물 3 mL에 희석한 시료액 400 μL를 넣고, Folin-Ciocalteu reagent 200 μL를

혼합한 후에 포화 Na_2CO_3 용액 400 μL 를 넣은 후, vortex mixer에서 강하게 저어준 다음 상온에서 1시간 정치시켰다. 총 폴리페놀 함량의 측정은 UV spectrophotometer(Infinite 200 PRO NanoQuant UV/VIS Spectrophotometer, TACAN, Salzburg, Australia)를 사용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량 산출은 표준물질로 사용한 gallic acid로 표준 검량선을 구하였고, 총 폴리페놀 함량은 gallic acid equivalents (GAE $\mu\text{g}/\text{mL}$ extract)로 환산하였다.

3) 전자공여능 측정

농도를 달리하여 제조한 *S. glauca* (Bunge) Bunge powder 함유 Jeolpyun과 추출물 함유 절편을 70% 에탄올로 추출하였고, 이를 동결건조한 3 g을 5 mL의 70% 에탄올에 다시 용해시킨 것을 원심분리하여 취한 상등액의 DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)에 대한 전자공여능 측정은 희석하지 않고 Lee & Park(2015)의 방법에 준하여 전체 부피를 조정하는 방법으로 실험을 하였다. 즉, 95% 에탄올로 제조된 0.2 mM DPPH 용액 800 μL 에 시료 20 μL 를 첨가한 후 vortex mixer에서 강하게 저어준 다음 1시간 동안 37°C의 항온조(PSHWB-30, LAB PARTENER, Seoul, Korea)에서 반응시켰으며, 이후에 UV spectrophotometer를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였고, 전자공여능(EDA%) 다음 식에 의하여 구하였다.

Electron donating ability(EDA%)=[1 - (A experiment/B blank)]×100

A experiment: 시료가 첨가된 반응물의 흡광도

B blank: 시료가 첨가되지 않은 대조군의 흡광도

4) Superoxide anion radical 제거능 측정

Superoxide 제거 능력 측정은 McCord & Fridovich(1968)가 제시한 활성산소종의 하나인 superoxide anion radical에 의해 cytochrome c가 환원되는 양을 측정하는 방법으로 농도를 달리하여 제조한 *S. glauca* (Bunge) Bunge powder 함유 Jeolpyun과 추출물 함유 절편을 70% 에탄올로 추출하였고, 이를 동결건조한 3 g을 5 mL의 70% 에탄올에 다시 용해시킨 것을 원심분리하여 취한 상등액을 만들어서 측정하였다. 즉, 0.1 mM EDTA를 함유하는 50 mM 인산염 완충액(pH 7.8) 2.1 mL와 50 μM KCN 0.1 mL, 0.5 mM xanthine 0.3 mL, 1% sodium deoxycholate 0.1 mL에 xanthine oxidase 0.1 mL(시료를 넣지 않은 상태에서 흡광도가 0.02되게 조절한 것), 0.1 mM cytochrome c 0.3 mL와 시료액 10 μL 를 넣고 550 nm에서 흡광도의 증가를 1분 동안 측정하였다.

5) Hydrogen peroxide 분해능 측정

Hydrogen peroxide 분해능 실험은 Aebi H(1974)의 방법에

의하여 농도를 달리하여 제조한 *S. glauca* (Bunge) Bunge powder 함유 Jeolpyun과 추출물 함유 절편을 70% 에탄올로 추출하였고, 이를 동결건조한 3 g을 5 mL의 70% 에탄올에 다시 용해시킨 것을 원심분리하여 취한 상등액을 만들어서 측정하였다. 즉, 2 mL의 50 mM 인산염 완충액(pH 7.0)에 시료 10 μL 와 기질 10 mM H_2O_2 용액 1 mL를 가하여 240 nm에서 흡광도 변화를 관찰하고, 1분 동안에 1 μM 의 H_2O_2 를 분해하는 능력을 1 unit로 하였다.

6) 자료의 통계처리

모든 실험은 반복해서 3회 실행하여 얻은 결과를 평균±표준편차로 산출하였다. 모든 자료의 통계처리는 Statistical Package for the Social Science Program(SPSS, version 21)을 사용하여 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였고, 실험군 간의 유의성은 Duncan's multiple range test로 $p < 0.05$ 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 수득률

농도를 달리하여 제조한 *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말 함유 절편과 추출물 함유 절편을 70% 에탄올로 추출하였고, 이를 동결 건조한 결과는 Table 3에 나타내었다. 수득률에 대한 *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말 절편의 상관계수(r) 값은 0.978

Table 3. Yield(%) for extract obtained from Jeolpyun added *S. glauca* (Bunge) Bunge powder and extract

Content	Extracts (g)	Yield (%) [*]	Yield (%) ^{**}
0% powder	0.13±0.007 ^a	0.433	0.000
2% powder	0.30±0.006 ^b	0.985	14.778
4% powder	0.31±0.004 ^c	1.041	7.806
6% powder	0.43±0.007 ^d	1.437	7.185
8% powder	0.51±0.007 ^e	1.711	6.417
<i>F</i> -value	1,064.117		
0% powder	0.13±0.007 ^a	0.433	0.000
2% extract	0.23±0.010 ^b	0.756	11.333
4% extract	0.38±0.010 ^c	1.252	9.389
6% extract	0.45±0.008 ^d	1.507	7.537
8% extract	0.53±0.007 ^e	1.778	6.667
<i>F</i> -value	749.784		

The data are displayed with mean±standard deviation (n=3).

Means with different letters (^{a-e}) within a column are significantly different at $p < 0.05$.

^{*} The extracted (g)/30 (g)×100.

^{**} The extracted (g)/the added (g)×100.

이며, *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물 절편의 상관계수(r) 값은 0.993으로 높은 상관 관계가 있는 것으로 나타났다.

S. glauca (Bunge) Bunge를 전혀 첨가하지 않은 절편에서 0.13±0.007 g의 추출물을 얻은 것은 쌀 분말 자체에 무기질과 전당성분 및 조단백질이 함유되어 있기 때문이고(Kim JG 1995), *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말 함유 절편에서의 추출물 수득률은 첨가된 *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말의 양이 많을수록 수득률이 증가하는 것으로 나타났으며, 유의수준 5%에서 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말의 첨가량에 따른 추출물의 수득률은 2%의 농도에서 가장 높은 수득률을 나타내었고, 첨가되는 분말의 양이 많을수록 수득률은 감소되는 것으로 나타나 추출되는 양은 첨가되는 양에 비례하여 추출되지 않는 것으로 나타났다. *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물 함유 절편에서의 추출물 수득률도 첨가된 *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물의 양이 많을수록 수득률이 증가하는 것으로 나타났으며, 유의수준 5%에서 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말 첨가 절편과 유사하게 추출물의 양에 따른 추출물의 수득률은 2% 농도에서 가장 높은 수득률을 나타내었고, 첨가되는 추출물의 양이 많을수록 수득률은 감소하는 것으로 나타나 추출되는 양은 첨가하는 양에 비례하여 증가하지 않는 것으로 나타났다. Lee & Park(2019)의 *S. glauca* (Bunge) Bunge의 70% 에탄올 추출에서는 8.35% 수득률과 유사한 수득률을 나타내었다.

2. 총 폴리페놀 함량

Table 4에서 보는 바와 같이 8% *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말로 제조한 절편 추출물의 총 폴리페놀 함량은 2,280±0.00 µg GAE/mL로 가장 높은 함량을 나타내었고, 6%, 4%, 2% *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말 함유 절편의 총 폴리페놀 함량은 각각 2,190.00±51.96, 2,170.00±17.32, 756.67±5.77 µg GAE/mL로 *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말 함량이 적을수록 총 폴리페놀 함량도 낮아지며, 유의수준 5%에서 통계학적으로 유의한 차이가 있고, *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말 절편 상관계수(R) 값은 0.910, *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물 절편 상관계수(R)은 0.908로 높은 상관 관계가 있는 것으로 나타났다.

S. glauca (Bunge) Bunge 추출물로 제조한 절편 추출물의 총 폴리페놀 함량은 8% *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물을 함유하는 절편에서 1,265.00±17.32 µg GAE/mL로 *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물 함유 절편 중에서는 가장 높게 나타났으며, 6%, 4%, 2% *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물 함유 절편에서는 각각 883.33±5.77, 836.67±5.77, 763.33 µg GAE/mL로 첨가된 *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물의 함량이 많을수록 총 폴리페놀 함량이 증가하며, 유의수준 5%에서 통계학적으로 유의

Table 4. The total polyphenol contents obtained from extract of Jeolpyun containing *S. glauca* (Bunge) Bunge powder and extract

Content	Total polyphenols (µg/mL) ¹⁾
0% powder	37.80±4.08 ^a
2% powder	756.67±5.77 ^b
4% powder	2,170.00±17.32 ^c
6% powder	2,190.00±51.96 ^c
8% powder	2,280.00±0.00 ^d
<i>F</i> -value	5,195.465
0% powder	37.80±4.08 ^a
2% extract	763.33±5.77 ^b
4% extract	836.67±5.77 ^c
6% extract	883.33±5.77 ^d
8% extract	1,265.00±17.32 ^c
<i>F</i> -value	7,190.393

¹⁾ Total polyphenol content was expressed as µg/mL gallic acid equivalents (GAE).

The data are displayed with mean±standard deviation (n=3).

The data are obtained from 3 g of Jeolpyun extract in 5 mL 70% ethanol.

Means with different letters (^{a-c}) within a column are significantly different at $p<0.05$.

한 차이가 있는 것으로 나타났다. 절편 제조에서 *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말로 제조한 절편에서의 총 폴리페놀 함량은 *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물로 제조한 절편보다 같은 농도에서 총 폴리페놀 함량이 더 높은 것으로 나타났는데, 이는 추출물 첨가 절편에서의 추출은 추출물을 다시 추출하는 과정이어서 총 폴리페놀 함량에 영향을 주는 성분이 추출되는 양이 상대적으로 적게 추출된 것으로 사료된다. Jeong 등(2012)이 보고한 최적 조건인 8.3% 연자육 분말 첨가 절편에서의 총 폴리페놀 함량 37.81±0.45 mg GAE/g보다는 낮게 나타났으나, 연자육 분말의 총 폴리페놀 함량인 298.25±0.78 mg GAE/g과 나문재 분말의 총 폴리페놀 함량인 7,053.3±915.93 µg GAE/mL에 대한 절편 제조 분말의 총 폴리페놀 함량에 따른 절편 총 폴리페놀 비는 12.68%:32.31%로 나문재 분말 제조 절편에서 2.5배 높은 효능이 있는 것으로 나타났다. Choi 등(2016)은 탈지미세조류에서 40% 에탄올로 열수추출하였을 때에 총 폴리페놀 함량은 3.35 mg/g gallic acid equivalent, Jung 등(2018)은 고려영경귀로부터 염기 열수추출 조건으로 최적화한 조건에서는 5.18 mg/g gallic acid equivalent의 총 폴리페놀 함량이 있는 것으로 보고하여 8% *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말로 제조한 절편에 함유된 총 폴리페놀 함량과 유사함을 보였다.

Table 5. Electron donating ability of extract obtained from Jeolpyun containing *S. glauca* (Bunge) Bunge powder and extract

Content	Electron donating ability (EDA) ¹⁾
0% powder	34.39±0.84 ^a
2% powder	66.50±0.95 ^b
4% powder	76.59±3.80 ^c
6% powder	76.50±2.50 ^c
8% powder	80.99±0.43 ^c
<i>F</i> -value	160.717
0% extract	34.39±0.84 ^a
2% extract	73.32±2.03 ^b
4% extract	80.58±2.51 ^c
6% extract	82.96±2.08 ^c
8% extract	83.93±0.69 ^c
<i>F</i> -value	274.233

¹⁾ Electron donating ability (EDA) content was %. The data are displayed with mean±standard deviation (n=3). Means with different letters (^{a-c}) within a column are significantly different at $p<0.05$.

3. 전자공여능 측정(Electron donating ability measurement)

Table 5에서 보는 바와 같이 8% *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말로 제조한 절편 추출물의 전자공여능은 80.99±0.43%로 높은 전자공여능을 보였고, 6%, 4% 분말 함유에서는 각각 76.50±2.50%, 76.59±3.80%로 비슷한 효능이 있는 것으로 나타났고, 2% 분말 함유에서는 66.50±0.95%로 가장 낮게 나타났으며 유의수준 5%에서 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 8% *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물로 제조한 절편 추출물의 전자공여능은 83.93±0.69%로 가장 높게 나타났고, 6%와 4% 그리고 2% 추출물 함유에서는 각각 82.96±2.08%, 80.58±2.51%, 73.32±2.03%로 나타나 제조된 절편에 첨가된 추출물의 농도가 증가함에 따라 전자공여능도 증가하는 것으로 나타났다. 유의수준 5%에서 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. Lee & Park(2019)의 *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물의 실험에서는 70% 에탄올로 추출한 추출물은 -246.15±24.17%로 나타나 전자공여능 보다 라디칼 생성을 오히려 증가시키는 것으로 나타나 이에 대한 규명이 필요하다고 하였다. 본 실험에서는 실험에 사용하는 시료의 전처리 과정에서 원심분리를 시킴으로써 부유물질에 의한 흡광도 변화를 최소화하였고, 이러한 이유로 DPPH의 소거능이 높은 결과를 얻은 것으로 사료된다. Jeong 등(2012)은 연자육 함유 절편에서 89.90±0.021% DPPH 소거능이 있는 것으로 본 실험과 유사한 결과로 발표하였다. 추

출물로 제조한 절편의 DPPH 소거능은 분말로 제조한 절편 보다 더 높은 것으로 나타나 절편 제조에 분말 보다는 추출물로 제조하는 것이 더 효과적인 것으로 나타났으나 다른 첨가물에 대한 적용 여부는 보다 더 면밀한 연구가 필요한 것으로 사료된다. 전자공여능 측정에 대한 *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말 절편의 상관계수(*R*) 값은 0.860이며, *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물 절편의 상관계수(*R*) 값은 0.822로 나타나 연관성이 높음을 알 수 있다.

4. Superoxide radical anion 제거능 측정

Fig. 2에서 보는 바와 같이 *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말로 제조한 절편 추출물의 superoxide radical anion 제거능은 8% 분말 함유 절편에서 0.0133±0.0013으로 blank에서의 0.01523±0.00068 보다 낮게 나타나 superoxide radical anion 제거능이 조금 있는 것으로 나타났고, 6% 분말 함유 절편에서는 0.00977±0.00842로 가장 낮게 나타나 superoxide radical anion 제거능이 가장 좋은 것으로 나타났으며, 4%, 2% 분말 함유 절편에서는 각각 0.01507±0.000586, 0.01527±0.000702로 superoxide radical anion 제거능이 거의 없는 것으로 나타났다. 0%인 절편에서는 0.01767±0.000907로 나타나 *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말을 첨가하여 제조한 절편이 *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말을 첨가하지 않은 절편보다 superoxide radical anion을 제거시키는 능력이 향상된 것으로 나타났지만 5% 유의수준에서 통계학적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물로 제조한 절편의 superoxide radical anion 제거능 측정은 첨가된 추출물의 모든 농도에서 superoxide radical anion을 제거시키는 능력이 향상된 것으로 나타났고, 4%의 추출물 함유 절편에서 0.0136±0.000361로 가장 높은 제거능을 보였으며, 8%, 6%, 2% 추출물이 함유된 절편에서는

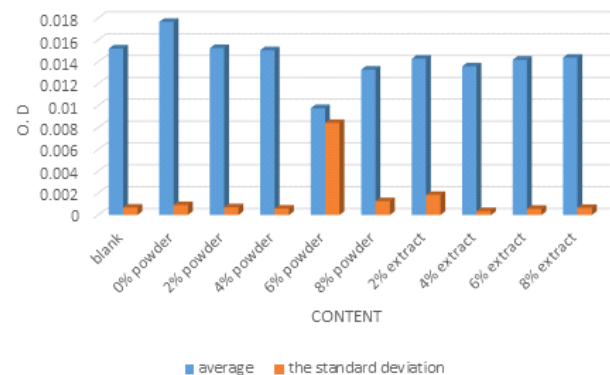


Fig. 2. The measurement of superoxide anion radical for Jeolpyun containing *Suaeda glauca* (Bunge) Bunge powder and extract.

각각 0.0144 ± 0.000651 , 0.0142 ± 0.0000557 , 0.0143 ± 0.00183 으로 나타났으나 5% 유의수준에서 통계학적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. Lee & Park(2019)은 70% 에탄올로 *S. glauca* (Bunge) Bunge를 추출한 추출물에서 높은 superoxide radical anion 제거능이 있는 것으로 발표하여 본 실험과 일치함을 보였다. *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말이거나 추출물로 절편을 제조하면 superoxide radical anion의 제거능이 향상되는 것으로 나타났으나 그 유의성은 없는 것으로 나타났다. Superoxide radical anion 제거능 측정에 대한 *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말 절편의 상관계수(r) 값은 0.897이며, *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물 절편의 상관계수(r) 값은 0.706으로 나타났다.

5. Hydrogen peroxide 분해능 측정

Hydrogen peroxide는 세포 내의 창상치유 과정에서 중요한 각질형성 세포의 이동과 증식에 심각한 저해효과를 나타내고(Park & Lee 1999), 대장에서의 급성 대장염 유발(Kang 등 2005), 섬유주세포의 NO 생성 감소에 따른 세포의 노화 유발(Kim 등 2008), 모발 탈색제로 사용 시 일정 농도 이상에서 모발 손상에 영향을 주며(Kim 등 2007), LOX 유전자 발현조절을 통한 치주세포의 성장과 분화에 중요한 역할을 하는 것(Lee HJ 2013)으로 밝히는 등 산화적 스트레스의 유발물질로 피부노화와 압 유발, 치주염 등 다양한 영역에서 인체에 영향을 주는 물질이다. 측정된 hydrogen peroxide는 Fig. 3에 표준편차 없이 나타내었다. Fig 3에서 보는 바와 같이 측정된 hydrogen peroxide의 분해능은 절편 제조에 첨가된 *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말과 추출물의 모든 부분에서 대조군으로 사용된 0% *S. glauca* (Bunge) Bunge 함유 절편(-0.00377 ± 0.0049)보다 뛰어난 것으로 나타났다. 8% *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말로 제조된 절편이 -0.0476 ± 0.0234 로 가장 높은 분해능을 나타냈고, 6% *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말(-0.0382 ± 0.00465), 4% *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말(-0.0153 ± 0.0164), 2% *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말(-0.0139 ± 0.005) 순으로 나타나 함유된 *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말의 농도가 높을수록 hydrogen peroxide 분해능이 높은 것을 알 수 있으며, 5% 유의 수준에서 통계학적으로 유의한 차이가 있음을 보였다. *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물로 제조된 절편의 hydrogen peroxide 분해능도 첨가된 양이 가장 많은 8% *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물 함유 절편(-0.0229 ± 0.00601)에서 추출물로 제조된 절편 중에서는 가장 높은 분해능을 나타내었고, 4% *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물(-0.01463 ± 0.00936), 6% *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물(-0.0124 ± 0.00467), 2% *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물(-0.0104 ± 0.00546)의 순으로 나타났으며, 5% 유의 수준에서 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것

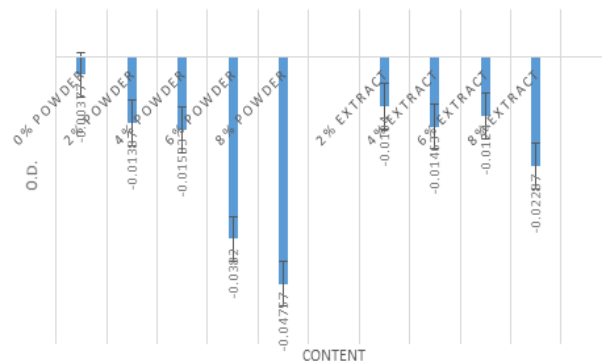


Fig. 3. The measurement of hydrogen peroxide for Jeolpyun containing *Suaeda glauca* (Bunge) Bunge powder and extract. powder F -value=5.69, extract F -value=3.628.

으로 나타났다. 절편 제조시 분말 첨가한 절편의 hydrogen peroxide 분해능이 추출물을 첨가한 절편보다 더 뛰어난 것으로 나타났고, 이는 추출한 용액을 재추출하는 과정에서 hydrogen peroxide 분해능에 관여하는 물질의 손실이 있는 것으로 사료되는데, 이는 Lee & Park(2019)의 *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물을 용매로 분획한 실험에서 methylene chloride로 분획한 분획물의 hydrogen peroxide 분해능이 다른 용매로 분획한 분획물 보다 더 높은 것으로 발표하여 이를 뒷받침하는 것으로 사료되나 이에 대해서는 보다 면밀한 연구에 의한 사실 규명이 필요하다. Hydrogen peroxide 분해능 측정에 대한 *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말 절편의 상관계수(r) 값은 0.966이며, *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물 절편의 상관계수(r) 값은 0.917로 나타났다.

8% *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말로 제조한 절편에서 총 폴리페놀 함량과 hydrogen peroxide 분해능이 높은 것으로 나타났고, 6% *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말 제조 절편은 superoxide radical anion 제거능이 가장 높음을 보여 *S. glauca* (Bunge) Bunge를 활용한 절편 제조는 분말을 사용하는 것이 추출물로 제조하는 것 보다 더 좋은 것으로 나타났으나, 물질 특성과 연계한 조사가 필요한 것으로 사료된다.

요약 및 결론

S. glauca (Bunge) Bunge 분말(0%, 2%, 4%, 6%, 8%)과 추출물(2%, 4%, 6%, 8%)로 30.0 g 단위로 절편을 제조하여 냉동(-20°C) 보관한 것을 실험 전 1 hr 전에 상온에서 해동하여 분쇄기에서 분쇄한 후에 70% 에탄올로 추출하였고, 추출물은 감압 하에 농축하여 동결건조를 거쳐서 고체화한 것 3.0 g을 5.0 mL 에탄올에 재 용해하였으며, 이를 원심분리하여 얻은 상등액으로 총 폴리페놀 함량 측정, DPPH에 대한 전자

공여능 실험, superoxide anion radical의 제거능 실험 그리고 hydrogen peroxide 분해능 측정을 한 결과는 다음과 같다.

1. *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말과 추출물로 제조한 절편인 30.0 g에 대한 추출물의 수득률은 첨가된 분말과 추출물의 양이 많을수록 추출되는 양도 증가함을 보였으나, 첨가한 분말과 추출물에 대한 추출물의 수득률에서는 2%의 농도에서 가장 높은 수득률을 나타냈으며, 첨가되는 분말이나 추출물의 양이 많을수록 수득률은 감소되는 것으로 나타났고, 유의수준 5%에서 통계학적으로 유의한 차이가 있음을 보였다.

2. 8% *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말로 제조한 절편 추출물의 총 폴리페놀 함량은 2,280±0.00 µg GAE/mL로 가장 높은 함량을 나타내었고, *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말 함량이 적을수록 총 폴리페놀 함량도 낮아지며, 유의수준 5%에서 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물로 제조한 절편 추출물의 총 폴리페놀 함량은 8% *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물을 함유하는 절편에서 1,265.00±17.32 µg GAE/mL로 *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물 함유 절편 중에서는 가장 높게 나타났으며, 유의수준 5%에서 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

3. 8% *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말로 제조한 절편 추출물의 전자공여능은 80.99±0.43%로 높은 전자공여능을 보였고, 유의수준 5%에서 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 8% *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물로 제조한 절편 추출물의 전자공여능은 83.93±0.69%로 가장 높게 나타났고, 유의수준 5%에서 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

4. *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말로 제조한 절편 추출물의 superoxide radical anion 제거능은 8% 분말 함유 절편에서 0.0133±0.0013으로 blank에서의 0.01523±0.00068 보다 낮게 나타나 superoxide radical anion 제거능이 조금 있는 것으로 나타났고, 6% 분말 함유 절편에서는 0.00977±0.00842로 가장 낮게 나타나 superoxide radical anion 제거능이 가장 좋은 것으로 나타났지만 5% 유의수준에서 통계학적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물로 제조한 절편의 superoxide radical anion 제거능 측정은 첨가된 추출물의 모든 농도에서 superoxide radical anion을 제거시키는 능력이 향상된 것으로 나타났으며, 4%의 추출물 함유 절편에서 0.0136±0.000361로 가장 높은 제거능을 보였으나 5% 유의수준에서 통계학적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

5. 측정된 hydrogen peroxide의 분해능은 절편 제조에 첨가된 *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말과 추출물의 모든 부분에서 대조군으로 사용된 0% *S. glauca* (Bunge) Bunge 함유 절편 (-0.00377±0.0049)보다 뛰어난 것으로 나타났다. 8% *S. glauca*

(Bunge) Bunge 분말로 제조된 절편이 -0.0476±0.0234로 가장 높은 분해능을 나타냈고, 함유된 *S. glauca* (Bunge) Bunge 분말의 농도가 높을수록 hydrogen peroxide 분해능이 높은 것으로 나타났으며, 5% 유의 수준에서 통계학적으로 유의한 차이가 있음을 보였다. *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물로 제조된 절편의 hydrogen peroxide 분해능도 첨가된 양이 가장 많은 8% *S. glauca* (Bunge) Bunge 추출물 함유 절편(-0.0229±0.00601)에서 가장 높은 분해능을 나타내었고, 5% 유의 수준에서 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 절편 제조시 분말 첨가한 절편의 hydrogen peroxide 분해능이 추출물을 첨가한 절편보다 더 뛰어난 것으로 나타났고, 이는 추출한 용액을 재추출하는 과정에서 hydrogen peroxide 분해능에 관여하는 물질의 손실에 기인한 것으로 이에 대한 규명이 필요한 것으로 사료된다.

6. 분말로 제조한 절편과 추출물로 제조한 절편의 항산화 비교에서 분말로 제조한 절편이 보다 더 효능이 좋은 것으로 나타났으나, 제조된 절편의 물질 특성에 대한 고찰이 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 장안대학교 2020년도 자체연구비 지원에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다.

References

- Aebi H. 1974. Catalase. In Bergmyer HU (Ed.), *Methods of Enzymatic Analysis*. 2nd ed. vol. 2, pp.673-684. Academic Press
- Choi K, Lee J, Jo J, Shin S, Kim JW. 2016. Optimization of hot-water extraction conditions of polyphenolic compounds from lipid extracted microalgae. *Korean Chem Eng Res* 54:310-314
- Choi YJ, Kim SW, Jang JK, Choi YJ, Park YS, Park H, Shim KS, Lee HS, Chung MS. 2009. Development of fermented functional onion juice using lactic acid bacteria. *Food Eng Prog* 13:1-7
- Chung KT, Lee SH. 2012. Current status of registered Korean patents related to the health functional food for skin care. *Korean J Food Nutr* 25:308-316
- Hwang SJ, Ahn JC. 2008. Quality characteristics of Jeolpyun containing *Astragalus membranaceus* extract. *Korean J Food Cookery Sci* 24:266-271
- Hwang YJ, Kim KO. 2004. A study of functional Jeolpyon

- prepared with silk protein. *Korean J Human Ecol* 7:43-50
- Jeong SH, Kim SI, Sim KH. 2012. Antioxidative activity of *Jeolpyeon* containing lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn) seed powder. *J Korean Soc Food Cult* 27:505-511
- Joo HS, Park JE, Jang MS. 2010. Preference and quality characteristics of *Jeolpyun* containing citron (*Citrus junos* Sieb.) leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci* 26:111-120
- Jung HJ, Han YJ, Lee DK, Gam DH, Kim JW. 2018. Optimization of alkaline hot-water extraction conditions for production of polyphenolic compounds and flavonoids from Korean thistle (*Cirsium japonicum*). *J Adv Eng Technol* 11:95-99
- Jung SK, Lee HJ. 2010. Functional investigation of *Ogaza* extract. *Food Eng Prog* 14:183-187
- Kang NH, Hur BW, Kim HS, Kim CH, Kwon YW, Kim HK, Kim HJ. 2005. A case of hydrogen peroxide induced proctocolitis. *Korean J Gastrointest Endosc* 30:277-280
- Kim CW, Yang JH, Kim AS. 2007. Effects of hydrogen peroxide concentration and bleaching time on hair damage. *J Korean Soc Cosmetol* 13:654-662
- Kim JG. 1995. Nutritional properties of ChOl-PyOn preparation by adding mugwort and pine leaves. *Korean J Soc Food Sci* 11:446-455
- Kim JW, Kim SH, Lee JH. 2008. Effect of hydrogen peroxide-induced oxidative stress on the senescence of trabecular meshwork cells. *J Korean Ophthalmol Soc* 49:1665-1670
- Kim MH, Park MW, Park YK, Jang MS. 1994. Effect of the addition of *Surichwi* on quality characteristics of *Surichwijulpyum*. *Korean J Soc Food Sci* 10:94-98
- Lee HJ. 2013. Effects of relative lysyl oxidase and hydrogen peroxide on odontoblastic differentiation. *J Dent Hyg Sci* 13:321-329
- Lee J, Lee J, Park JM, Kim JM, Kim SH. 2014. Management plan for assessment, standardization, and authentication of functional animal products. *Korean J Dairy Sci Technol* 32:55-62
- Lee KH, Park JE, Jang MS. 2008. Quality characteristics of *Jeolpyun* containing *Baekbokryung* (White *Poria cocos* Wolf) powder based of water content. *Korean J Food Cookery Sci* 24:282-293
- Lee KS, Park KS. 2015. A study of effects of coffee waste extracts obtained from solvents. *Korean J Food Nutr* 28:866-870
- Lee KS, Park KS. 2019. A study of effects of *Suaeda glauca* (Bunge) Bunge extract and its fractions. *Korean J Food Nutr* 32:581-588
- Lee MY, Kim JG. 2007. Quality characteristics of *Jeolpyun* by different ratios of *Lycil fructus* powder. *Korean J Food Cookery Sci* 23:818-823
- McCord JM, Fridovich I. 1968. The reduction of cytochrome *c* by milk xanthine oxidase. *J Biol Chem* 243:5753-5760
- Noh HJ, Cho HH, Kim HK. 2016. Development and research into functional foods from hydrolyzed whey protein powder with sialic acid as its index component. *J Milk Sci Biotechnol* 34:99-116
- Park HJ, Lee JH. 1999. The effects of hydrogen peroxide on the migration and proliferation of the human keratinocytes during wound healing. *Korean J Dermatol* 37:352-357
- Park M, You S. 2020. Consumer behavior of functional food with moderating effect of consumer knowledge. *Korean J Agric Manage Policy* 47:155-181
- Pyun JW, Hyun YH, Nam HW. 2012. Quality characteristics of *Jeolpyun* with *Hizikia fusiforme* powder. *Korean J Food Nutr* 25:196-204
- Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic* 16:144-158
- Yoon SJ, Jang MS. 2006. Characteristics of quality in *Jeolpyun* with different amounts of ramie. *Korean J Food Cookery Sci* 23:636-641

Received 04 October, 2020

Revised 08 October, 2020

Accepted 16 October, 2020