



Research Article

# Changes in antioxidant activity and vitamin B<sub>2</sub> content of *Aster glehni* based on blanching time

## 데침 시간에 따른 섬쑥부쟁이의 항산화 활성 및 비타민 B<sub>2</sub> 함량 변화

Sung Ran Yoon\*, Bo Ram So, Jeongmin Park, Jung A Ryu

윤성란\* · 소보람 · 박정민 · 류정아

Division of Agriculture Environment Research, Gyongsangbuk-do Agricultural Research and Extension Services, Daegu 41404, Korea

경상북도농업기술원 농업환경연구과

**Abstract** This study analyzed the changes in total polyphenol and flavonoid contents of *Aster glehni* based on blanching time and examined the relationships between their contents and antioxidant activities. In addition, vitamin B<sub>2</sub> content in green vegetables was determined to use as basic data for the availability of *A. glehni*. Compared with non-treatment, the total polyphenol and flavonoid contents considerably decreased to 13.05-52.96% and 36.63-81.75%, respectively, with the passage of blanching time (1-5 min). Furthermore, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl and 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical scavenging abilities considerably decreased with the antioxidant activity. Before blanching, vitamin B<sub>2</sub> content in *A. glehni* was 1.17 mg/100 g of dried sample, and at the blanching time of 3 min, it decreased to 0.60 mg/100 g (less than 50%) of dried sample. Therefore, further research should be conducted on either additives or cooking methods to prevent the leakage of physiologically active substances in the cooking water at the time of blanching *A. glehni*.

**Keywords** blanching, *Aster glehni*, vitamin B<sub>2</sub>, antioxidant activity



OPEN ACCESS

**Citation:** Yoon SR, So BR, Park J, Ryu JA. Changes in antioxidant activity and vitamin B<sub>2</sub> content of *Aster glehni* based on blanching time. Korean J Food Preserv, 29(7), 1139-1149 (2022)

**Received:** September 22, 2022

**Revised:** December 01, 2022

**Accepted:** December 07, 2022

**\*Corresponding author**

Sung Ran Yoon  
 Tel: +82-53-320-0232  
 E-mail: sryoon@korea.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

섬쑥부쟁이(*Aster glehni* F. Schmit)는 울릉도 산지에서 자생하는 국화과 개미취 속 다년초로서, 모양은 취나물과 비슷하게 생겼으며, 울릉도에서는 부지깽이로 부르고 있으며, 이른 봄 새순을 잘라 식용으로 이용하고 있다(Lee 등, 1998). 높이 1-1.5 m로 근경이 옆으로 자라며, 잎은 장타원형이며 끝이 뾰족하고 가장자리에 불규칙한 톱니가 있으며, 꽃은 8-9월에 피고 원줄기 끝의 산방화서에 달린다(Lee, 2006). 현재까지 알려진 섬쑥부쟁이의 약리 성분은  $\beta$ -amyrin acetate, phytol, alismol,  $\alpha$ -tocopheryl, quinone,  $\alpha$ -spinasterol, 10-O-methyl-alismoxide, alismoxide, 3-O-[6'-O-palmitoyl- $\beta$ -Dglucosyl]-spinasta-7, 22-diene,  $\alpha$ -pinene, limonene,  $\delta$ -elemene,  $\beta$ -pienene, cis-3-hexenol, myrcene 외 25종과 살초활성물질인 coumarin이 있다(Kim 등, 2008). 섬쑥부쟁이는 오래전부터 섭취되고 있어

안전성이 보고되어 있으며, 이들의 약리 성분은 염증, 천식, 해열, 이노 등의 효능이 있다고 알려져 있다(Lee 등, 2019). 또한, 항산화 및 항염증 활성, 동맥경화 억제 효과 등을 가지고 있다고 보고된 바 있다(Kim 등, 2010). 특히 산화적 스트레스는 동맥경화, 암, 뇌졸중, 당뇨병 등의 질병을 일으키는 것으로 알려져 있다(Yosida와 Shimakwa, 2003). 산화적 스트레스로 인한 활성산소는 세포의 구성성분인 지질, 핵산, 단백질 등에 과산화적 반응을 일으켜 세포막 손상, 핵산 및 지질의 손상 등을 일으켜 세포 내 정상적인 대사를 저해시킨다(Hileman 등, 2004). 따라서, 체내 자유라디칼 생성을 억제하는 것이 질병 예방을 위한 중요한 과제이다. Seo(2013)에 따르면 섬쭉부쟁이 항산화 물질로 페놀산 성분으로 caffeic acid, protocatechuic acid, 4-hydroxybenzoic acid, salicylic acid, vanillic acid, ferulic acid, cinnamic acid가 검출되었으며, 플라보노이드 성분으로 astragalol, hyperoside, kaempferol, rutin, quercetin, cosmosiin, luteolin, quercitrin이 검출된다고 보고하였다.

섬쭉부쟁이는 주로 조리가공으로 삶거나 데치기와 같이 수분을 첨가하여 열처리하는 경우가 많은데, 특히, 데치기는 짧은 시간 고온 가열하여 품질 저하에 관련된 pectinesterase, polygalacturonase, polyphenol oxidase 등의 효소를 불활성화시켜 저장기간 동안 색상 변화 방지와 조직의 연화를 최소화하여 기호성과 기능성을 보존할 수 있는 전처리 공정이다(Maharaj와 Sankat, 1996). 이러한 데침 조리 방법은 조리 수로 수용성 비타민과 기능 성분 등이 용출되어 그 함량이 감소되는 것으로 보고되고 있다(Chung 등, 2016). 특히 수용성인 비타민 B<sub>2</sub>는 동물계에 널리 분포되어 있고 녹색 잎에 많이 존재하며, 생체 세포 내에서 인산 등과 결합해서 조효소의 구성성분이 되어 탄수화물, 지방, 단백질, 무기질의 대사에 관여하고, 단백질과 결합해서 황색 효소를 생성하고, 산화환원 작용에 관여하는 것으로 알려져 있다(Kwak 등, 2006). 비타민 B<sub>2</sub>는 한국인에게 섭취 부족 우려가 있는 대표적인 영양성분으로 국민건강통계에서 에너지, 칼슘, 철, 비타민 A와 함께 영양 섭취 부족자 분율을 산출할 때 고려하는 영양소이며, 2020년 국민건강 영양조사에 따르면 비타민 B<sub>2</sub> 평균 필요량 미만 섭취자는 27.7%로 2010년 43.8% 대비 점차 감소하고 있는 추세인 것으로 보고되고 있다(Lee 등, 2022). 우리의 주식인 곡류에는 배아

속에 집중되어 있기 때문에 도정 과정에서 대부분 상실하게 되고 곡류는 비타민 B<sub>2</sub>가 소량인 식품으로 알려져 있으며, 비타민 B<sub>2</sub>는 동물계에 널리 분포되어 있고, 녹색 잎에도 비교적 많이 분포되어 있는 것으로 보고되고 있다(Yu, 1975). Yoon 등(2019)의 연구에서 국내에서 섭취되는 나물류의 수용성 비타민 함량 분석 결과에서 비타민 B<sub>2</sub>는 0.01-0.28 mg/100 g 범위인 것으로 조사되었다. 섬쭉부쟁이는 녹색 잎으로 되어 있으며, 주로 데쳐서 나물 반찬으로 소비가 되므로, 곡류와 섭취 시 영양적인 보완을 해줄 수 있을 것으로 판단된다. 그러므로 데침에 따른 비타민 B<sub>2</sub> 함량의 변화를 보는 것은 영양 정보 측면에서 중요한 것으로 판단된다. 그러나 섬쭉부쟁이의 기능성분에 관한 보고는 많이 되어 있으나, 섬쭉부쟁이를 이용하는 방법으로 데치기와 같은 조리방법에 의한 생리 활성물질 및 비타민 B<sub>2</sub>의 변화에 대한 연구는 부족한 실정이다.

본 연구에서는 울릉도 특산 산나물이라고 알려져 있는 섬쭉부쟁이 활용의 기초자료를 제공하고자, 데침 처리 시간에 따른 총폴리페놀, 총플라보노이드 함량 변화를 분석하고, 이들 함량 변화에 따른 항산화 활성을 조사하고자 하였다. 또한, 섬쭉부쟁이에 존재하는 비타민 B<sub>2</sub> 함량의 데침에 따른 감소율에 대한 기초자료를 제시하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 실험 재료

본 실험에 사용한 섬쭉부쟁이(*A. glehni*)는 2022년 4월 경북 울릉군에서 재배된 것을 구입하여 실험 재료로 사용하였다.

### 2.2. 데침 및 시료 전처리

섬쭉부쟁이 중량 1 kg을 기준으로 10배(10 L)의 물을 끓이다가 95°C 이상이 되었을 때 섬쭉부쟁이를 넣고 데침 시간(1분, 2분, 3분, 4분, 5분)으로 데친 후 건져 5배의 냉수로 3회 행굼을 하였다(Fig. 1). 행굼 처리한 섬쭉부쟁이는 1시간 동안 자연적으로 물기를 빼고, 시료의 균일성을 위하여 동결건조한 다음 분쇄하여, 40 mesh로 체질하여 -20°C의 냉동고에 보관하면서 분석에 사용하였다. 각 데침처리에 따른 데침은 3반복을 실시하였다. 섬쭉부쟁이 추출액은 건조 분말 1 g에 90% 메탄올 100 mL를 가하여 실온에서 1

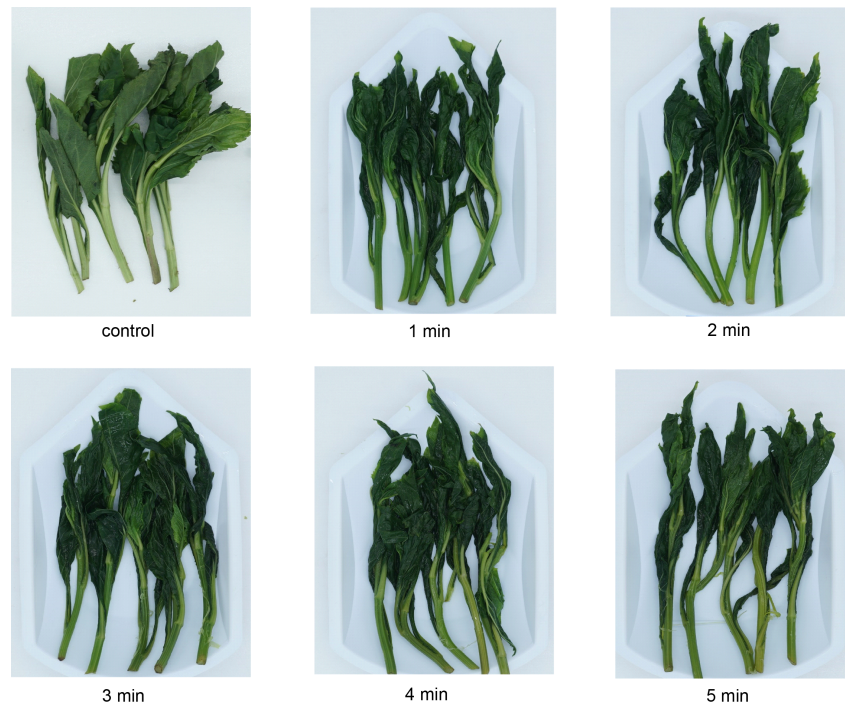


Fig. 1. Photograph of *Aster glehni* based on blanching time.

시간 교반(180 rpm)한 후 여과지(Whatman No. 2, GE Healthcare, IL, USA)로 여과하여 총폴리페놀, 총플라보노이드, 항산화능 분석에 사용하였다.

### 2.3. 총폴리페놀 함량 측정

총폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법(Singleton 등, 1999)을 변형하여 측정하였다. 즉, 각 추출물 시료 용액 0.3 mL에 50% Folin & Ciocalteu's phenol reagent(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 0.3 mL를 가하여 실온에서 3분간 반응시킨 뒤, 10%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (Sigma-Aldrich Co.) 용액 0.3 mL를 가하여 혼합한 뒤 실온에서 1시간 반응시킨 다음, SPECTROstar<sup>Nano</sup>(BMG LABTECH, Ortenberg, Germany)를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 gallic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 이용하여 0-50  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 의 농도로 증류수에 녹여 표준곡선을 구하고, g gallic acid equivalent (GAE)/100 g dried sample로 함량을 표기하였다.

### 2.4. 총플라보노이드 함량 측정

총플라보노이드 함량 측정은 Yoon 등(2016)의 방법을

변형하여 섬썩부쟁이 추출액 0.4 mL에 0.5%  $\text{NaNO}_2$  (Sigma-Aldrich) 0.12 mL를 가하여 혼합한 뒤, 실온에서 5분간 반응시킨 후 1%  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Daejung Chemicals Co., Siheung, Korea) 0.12 mL를 가하여 3분간 반응시켜 0.5 N NaOH(Junsei Chemical Co., Tokyo, Japan) 0.16 mL를 넣어 교반한 후 SPECTROstar<sup>Nano</sup>(BMG LABTECH)를 이용하여 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 catechin(Sigma-Aldrich Co.)을 0-200  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 의 농도로 증류수에 녹여 검량곡선을 구하고, g catechin equivalent (CE)/100g dried sample로 함량을 표기하였다.

### 2.5. DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH 라디칼 소거능 측정을 위한 시약으로 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH)(Sigma-Aldrich Co.) 12 mg에 80% 에탄올 100 mL를 가하여 녹인 후, 50% 에탄올을 이용하여 517 nm에서 흡광도값 1.0으로 조정하여 DPPH 용액을 조제하였다. 섬썩부쟁이 추출액 0.3 mL에 조제한 DPPH 용액 3 mL를 가하여 실온에서 5분간 반응하여 교반한 뒤 SPECTROstar<sup>Nano</sup>(BMG LABTECH)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라

디칼 소거 활성(%)은  $[1 - (\text{시료 용액 첨가군의 흡광도} / \text{무첨가군의 흡광도})] \times 100$ 으로 계산하였다.

## 2.6. ABTS 라디칼 소거능 측정

ABTS 라디칼 소거능 측정을 위한 시약은 7 mM 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS) (Thermo Scientific, MA, USA) 용액과 potassium persulfate(Sigma-Aldrich Co.) 용액을 1:1로 혼합(v/v) 하여 실온의 어두운 곳에서 24시간 동안 방치시킨 뒤, 734 nm에서 흡광도값 1.0으로 조정하여 ABTS 용액을 조제하였다. 섬썩부쟁이 추출액 0.3 mL에 조제한 ABTS 용액 2.7 mL를 가하여 실온에서 5분간 반응하여 교반한 뒤 SPECTROstar<sup>Nano</sup>(BMG LABTECH)를 이용하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS 라디칼 소거 활성(%)은  $[1 - (\text{시료용액 첨가군의 흡광도} / \text{무첨가군의 흡광도})] \times 100$ 으로 계산하였다.

## 2.7. 비타민 B<sub>2</sub> 분석

균질화된 건조 분말 시료 약 1 g에 증류수 20 mL를 첨가한 후 80°C의 조건에서 30분간 환류 추출하였다. 추출액을 9,190 × g, 30분간 원심분리(CR 22N, Himac, Ibaraki, Japan)하고, 0.2 μm syringe filter(Chromdisc, Hwaseong, Korea)를 이용하여 상등액을 여과한 후 분석에 사용하였다. 비타민 B<sub>2</sub>의 HPLC/FLD(high performance liquid chromatography/fluorometric detector) 분석에는 Shimadzu Prominence HPLC system(LC-20AD pump, RF-20A XS fluorescence detector, SIL-20A auto sampler, CBM-20A controller, Shimadzu co., Tokyo, Japan)을 이용하였다. 분석용 칼럼은 SCINChrom C 18G (250 mm×4.6 mm, 5 μm. Scinco, Seoul, Korea)를 사용하였고, 칼럼 온도는 40°C, 분석 파장은 여기 파장(excitation) 445 nm, 방출 파장(emission) 530 nm로 설정하여 분석하였다. 이동상 용매는 75:25(v/v) 비율의 10 mM NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>(pH 5.5) 및 메탄올 용매를 이용하여 분당 유속 0.8 mL로 분석을 실시하였다. 비타민 B<sub>2</sub>의 경우, 식품 중에서 유리형인 리보플라빈 혹은 탄수화물 및 단백질과 결합한 복합체 상태로 존재하며, 주로 인산 결합형인 riboflavin-5'-adenosyl diphosphate(FAD) 및 riboflavin-5'-

phosphate(FMN) 형태로 발견된다(Kim 등, 2002). 따라서 본 연구에서 표준물질로 FAD, FMN, riboflavin(Sigma-Aldrich Co.)의 농도를 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1 μg/mL로 초순수를 이용하여 제조한 후, 분석한 area값과 표준용액 농도 간의 검량곡선을 구한 후 식품공전(MFDS, 2022)에 따라 riboflavin으로 환산하여 나타내었다. 또한, 분석법의 정확성은 분석 품질관리를 위해 인증값이 제시된 표준참고물질 SRM 1546a, SRM 3234를 위 추출법으로 추출한 후 분석하여 미국 국립 표준기술소(NIST)에서 제시한 인증참고값(reference value)과 비교하여 회수율(%)로 나타내어 확인하였다.

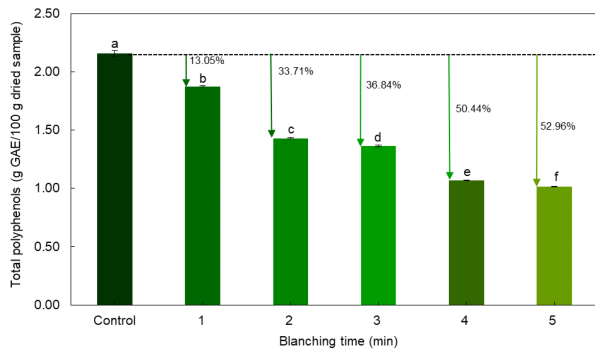
## 2.8. 통계처리

모든 데이터는 3회 반복 측정하였으며, mean±SD로 표현하였다. 또한 얻어진 결과를 통계프로그램(Statistical Analysis System; version 9.2, SAS Institute, Cary, NC, USA)을 이용하여 각각의 변수에 대한 특성을 분석하였으며, 각 시험 구간의 평균차이에 대한 유의성 검정은 Duncan's multiple range test를 이용하여 p<0.05 수준 일 때 유의한 차이가 있는 것으로 간주하였다.

# 3. 결과 및 고찰

## 3.1. 데침 시간에 따른 총폴리페놀 함량 변화

폴리페놀은 식물에서 발견되는 화학물질로 총폴리페놀의 함량은 항산화와 관계가 있는 것으로 알려져 있다(Ra 등, 1997). 섬썩부쟁이 데침 시간에 따른 총폴리페놀 함량 분석 결과, 데침 시간이 경과함에 따라 총폴리페놀 함량이 유의적으로 감소하였다(p<0.05, Fig. 2). 데침 전 섬썩부쟁이의 총폴리페놀 함량은 건조 시료 기준으로 2.16 g GAE/100 g이었으며, 1-5분 데침 시간에서 총폴리페놀 함량은 무처리군 대비 각각 13.05%, 33.71%, 36.84%, 50.44%, 52.96%로 감소하였다. Jung 등(2007)에 의하면 총폴리페놀 함량은 신선한 참취에 비하여 데치기 조건에 따라 49.5%- 54.4%의 감소를 나타내었다고 하여 본 연구와 유사함을 알 수 있었다. Lee 등(2011)의 연구에서 다양한 종류의 산채 추출물의 총폴리페놀 함량은 데침 처리 후 감소되는 것으로 보고하였으며, 이는 데침 공정 중 수용성인

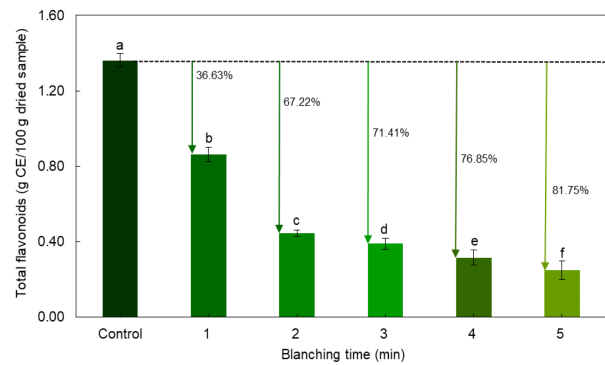


**Fig. 2.** Changes in the contents of total polyphenols in *Aster glehni* based on blanching time. Total polyphenol contents are expressed as gallic acid equivalents (GAE). Values represent the mean $\pm$ SD (n=3). Mean with different letters above a bar are significantly different at  $p < 0.05$ .

폴리페놀 물질이 소실된 것으로 보고하였다. 또한, Lutz 등 (2011)의 연구에서는 총폴리페놀은 데칠 때 산화로 인한 열분해와 항산화제의 손실 및 물속으로의 침출에 의해 그 함량이 감소하는 것으로 보고하였다. Seo(2013)의 연구에 의하면 섬썩부쟁이의 항산화능을 나타내는 페놀산 성분이 caffeic acid, protocatechuic acid, 4-hydroxybenzoic acid, salicylic acid, vanillic acid, ferulic acid, cinnamic acid인 것으로 보고하였는데, 이러한 성분들이 데침에 의한 열분해 또는 데침물로 용출이 되었을 것으로 추측된다. 또한, Jung 등(2007) 연구에서 참취 데침 시 1% 가염하였을 때 총폴리페놀 35.9% 감소 억제력을 나타내며, 2% 가염 시 80.4% 감소 억제력을 나타낸다고 하였다. 따라서 추후 연구에서는 데침 시 폴리페놀 성분들의 함량 감소를 억제할 수 있는 조리법으로 가염처리를 고려할 필요가 있을 것으로 판단된다.

### 3.2. 데침 시간에 따른 총플라보노이드 함량 변화

플라보노이드는 식물성 폴리페놀계 화합물의 가장 큰 부류이며, 항산화 물질이다(Jeong 등, 2014). 플라보노이드의 약리작용은 항암효과, 혈관보호 효과, 항염증 효과 등 산화에 의한 손상을 저해하는 것으로 알려져 있다(Ahn 등, 2007). 데침 섬썩부쟁이의 플라보노이드 함량을 분석한 결과, Fig. 3에서와 보는 바와 같이 데침 시간이 경과함에 따라 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 데침 전 섬썩부쟁이(1.36 g



**Fig. 3.** Changes in the contents of total flavonoids in *Aster glehni* based on blanching time. Total flavonoids contents are expressed as catechin equivalents (CE). Values represent the mean $\pm$ SD (n=3). Mean with different letters above a bar are significantly different at  $p < 0.05$ .

CE/100 g dried sample)와 비교했을 때 1-5분 데침 시 총 플라보노이드 함량은 각각 36.63%, 67.22%, 71.41%, 76.85%, 81.75% 감소하였다. 이는 총폴리페놀 함량 변화와 마찬가지로 데침 과정에서 플라보노이드가 조리수로 용출되어 나왔기 때문인 것으로 판단된다. Seo(2013)에 따르면 섬썩부쟁이 플라보노이드 성분으로 astragalin, hyperoside, kaempferol, rutin, quercetin, cosmosiin, luteolin, quercitrin이 검출되었다고 보고하였으며, 이들 성분들 중 일부의 수용성 물질들이 조리수로의 용출이 되었을 것으로 추측된다. Choi 등(2001)의 연구에서 참취 데침 시간에 따른 플라보노이드 함량 분석 결과에서도 1분 데침에 비해 5분 데침 시 38.68% 더 감소되었다고 보고하였으며, 또한, 소금 첨가로 총플라보노이드와 총폴리페놀의 손실 억제 효과가 있는 것으로 보고하였다. Kim 등(1992)의 보고에 의하면 중조, 소금 등의 첨가는 데침 과정 중 데침 액의 용질이 높아지거나 pH를 변화시킴으로써 용출되는 성분에 영향을 미친 것으로 보고하였다. Kim과 Youn(2014)에 따르면 데침액에 용질로 0.1% sodium bicarbonate, 0.1% magnesium sulfate, 0.1% soluble Ca를 처리하였을 때, 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 magnesium sulfate 데침 액에서 용출이 억제되는 정도가 가장 높았으며, 대조군에 비하여 용출되는 정도는 각각 9.67% 및 27.79% 억제되는 것으로 보고하였다. 따라서 추후 연구에서는 섬썩부쟁이 데침 시 첨가되는 용질에 따른 유용성분들의 유출 방지 효과에 관

한 구체적인 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

### 3.3. 데침 시간에 따른 항산화능의 변화

데침 시간에 따른 섬쭈부쟁이의 항산화 효과는 DPPH와 ABTS 라디칼 소거능을 통해 확인하였다. DPPH는 비교적 안정한 라디칼을 갖는 물질로 항산화 물질이 전자 공여하여 산화를 억제하는 정도를 측정하는 방법으로, 시료와 에탄올에 용해되어 있는 짙은 보라색을 띠는 유리라디칼인 DPPH를 반응시켜 짙은 보라색이 탈색되어 색깔 변화를 측정한다 (Gulcin 등, 2005). ABTS 라디칼 소거능은 ABTS 용액과 potassium persulfate 용액의 반응에 의해 생성된 청록색의 ABTS·<sup>+</sup>이 항산화 물질에 의해 제거되면 청록색이 탈색되는 색깔 변화를 측정하는 방법이다(Lee 등, 2011). 섬쭈부쟁이의 데침 시간에 따른 DPPH 라디칼 소거능은 데침 시간이 증가함에 따라 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다(p<0.05, Fig. 4). 1분간 데쳤을 때(82.64%)는 데침 전(81.79%)과 비교 시 통계적으로 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났지만, 2-5분으로 데침 시간이 경과함에 따라 각각 79.02%, 68.79%, 57.51%, 49.90%로 유의적으로 감소하였으며(p<0.05), 5분 데침 시 데침 전과 비교하여 38.99% 감소하였다. 섬쭈부쟁이의 ABTS 라디칼 소거능 또한 데침 시간에 의한 유의적인 영향을 받아 데침 시간이 경과할수록 항산화 활성이 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다(p<0.05, Fig. 5). 데침 전 섬쭈부쟁이의 ABTS 라디칼 소거능(29.37%)은 1-5분으로 데침 시간이 증가함에 따

라 각각 27.97%, 20.76%, 19.95%, 13.91%, 11.92%로 감소하였으며, 5분 데침 시 데침 전과 비교하여 59.41% 감소된 것으로 나타났다(Fig. 5). 이러한 결과는 항산화 효과를 나타내는 것으로 알려진 총폴리페놀 및 총플라보노이드 함량의 변화와 관계가 있을 것으로 사료된다. Kim과 Lee (2004)에 따르면 톳 조리 시 데침 시간이 경과함에 따라 무기질, 비타민, 총폴리페놀의 함량이 감소됨에 따라 항산화 활성 또한 감소됨을 확인해 상관성이 높은 것으로 보고하였다. 또한, Standley 등(2001)의 연구에서 채소류 조리 및 가공으로 폴리페놀 함량 감소와 항산화능 감소가 밀접한 관계가 있는 것으로 보고하였다. 본 연구 결과에서도 섬쭈부쟁이 데침 시 총폴리페놀 및 총플라보노이드가 용출되어, 그 함량 감소로 라디칼 소거능이 감소한 것으로 사료된다.

### 3.4. 데침 시간에 따른 비타민 B<sub>2</sub> 함량 변화

섬쭈부쟁이 비타민 B<sub>2</sub> HPLC 분석 크로마토그램은 Fig. 6과 같다. 비타민 B<sub>2</sub> 분석은 표준품 HPLC 분석 결과(Fig. 6(A))를 이용하여 y축 피크면적과 x축 표준품 용액의 농도 수준에 따른 기울기를 기반으로 한 linear regression equation을 계산하였다. 이때 작성된 검량선을 이용하여 FAD, FMN, 리보플라빈 성분의 R<sup>2</sup>값을 통하여 직선성을 확인한 결과, 0.999 이상으로 1에 가까운 것을 확인할 수 있었다(Table 1). 무처리 및 데침 후 비타민 B<sub>2</sub> HPLC 크로마토그램은 Fig. 6(B), (C)에 각각 나타내었으며, 무처리에 비해 데침 후 리보플라빈의 감소를 확인할 수 있었다. 비타

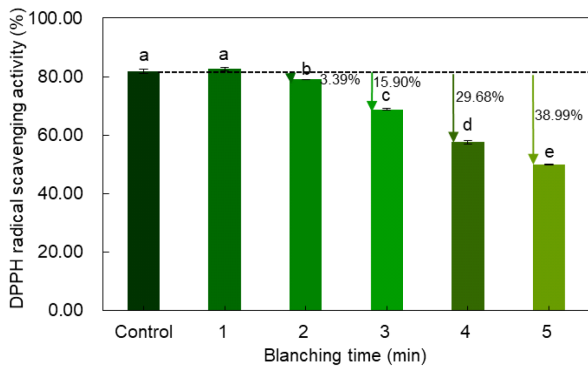


Fig. 4. Effects of blanching time on DPPH radical scavenging activity of *Aster glehni*. Values represent the mean±SD (n=3). Mean with different letters above a bar are significantly different at p<0.05.

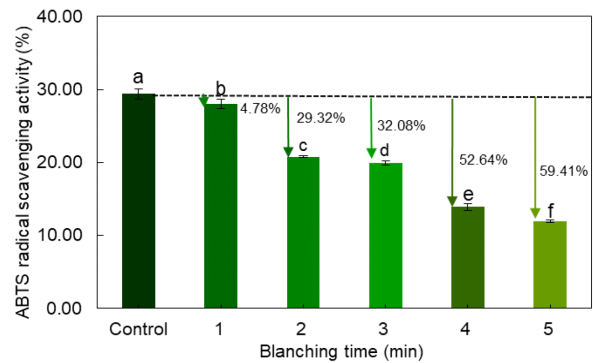


Fig. 5. Effects of blanching time on ABTS radical scavenging activity of *Aster glehni*. Values represent the mean±SD (n=3). Mean with different letters above a bar are significantly different at p<0.05.

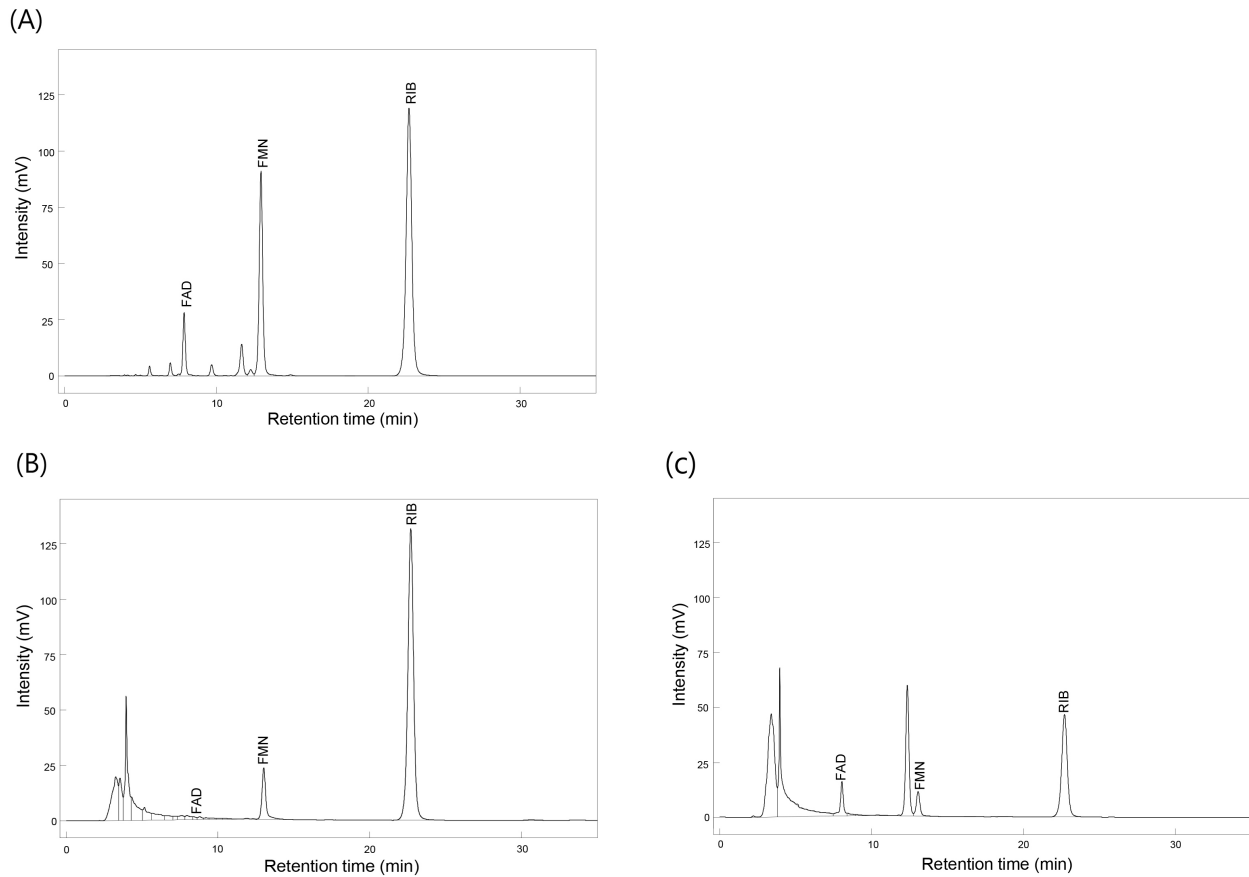


Fig. 6. HPLC chromatogram of vitamin B<sub>2</sub> standards (A), non-blached (B) and blanched (C) *Aster glehni* powder. FAD, flavin adenine dinucleotide; FMN, flavin mononucleotide; RIB, riboflavin.

Table 1. The retention time, calibration curves, and linearity (coefficient) of vitamin B<sub>2</sub>

Compound <sup>1)</sup>	Retention time (min)	Calibration curve	Coefficient of determination (R <sup>2</sup> )
FAD	7.88	Y=492962X-3673.83	0.9995
FMN	12.94	Y=3684540X-10017.6	0.9999
Rivoflavin	22.69	Y=6727140X-18644.1	1.0000

<sup>1)</sup>FAD, flavin adenine dinucleotide; FMN, flavin mononucleotide.

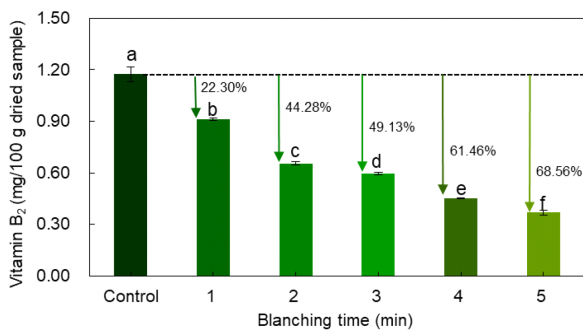
민 B<sub>2</sub> 함량은 식품공전(MFDS, 2022)에 따라 FAD, FMN, 리보플라빈에 대한 면적을 검량선에 대입하여 나온 결과값을 riboflavin으로 환산하여 비타민 B<sub>2</sub> 함량을 나타내었다. 또한, 표준참고물질을 이용하여 비타민 B<sub>2</sub> 성분의 회수율 및 정확성을 검정하여 분석 품질을 확인한 결과, 94.48%, 107.24%의 회수율을 보여 정확도가 높은 분석이 실시되고 있음을 확인하였다(Table 2). 이러한 분석법으로 섬쭈부쟁

이 데침 시간에 따른 비타민 B<sub>2</sub> 함량을 분석한 결과는 Fig. 7에 나타내었다. 본 연구에서 섬쭈부쟁이의 비타민 B<sub>2</sub> 함량은 무치리에 비해 데침 시간이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다(p<0.05). 데침 전 섬쭈부쟁이(1.17 mg/100 g dried sample)와 비교했을 때 1-5분 데침 시 비타민 B<sub>2</sub> 함량은 각각 22.30%, 44.28%, 49.13%, 61.46%, 68.56%로 감소하였다. Kim과 Park(2004)의 시금치 연구 결과에

**Table 2.** Recovery and RSD values of vitamin B<sub>2</sub> contents for certified reference material

Sample	Vitamin B <sub>2</sub> <sup>1)</sup> (mg/100g)		Recovery (%)	RSD <sup>4)</sup> (%)
	Reference value <sup>2)</sup>	Analysis value <sup>3)</sup>		
SRM 1546a (meat homogenate)	0.035	0.033±0.0015)	94.48±1.65	1.74
SRM 3234 (soy flour)	0.336	0.361±0.014	107.24±4.18	3.89

<sup>1)</sup>Vitamin B<sub>2</sub>: (FAD × 0.4537) + (FMN × 0.7869) + Riboflavin.  
<sup>2)</sup>Reference value is the true value provided by NIST.  
<sup>3)</sup>Analysis value is the experimental value obtained by HPLC assay for vitamin B<sub>2</sub>.  
<sup>4)</sup>RSD, relative standard deviation.  
<sup>5)</sup>All values are expressed as the mean±SD of duplicate determinations.



**Fig. 7.** Changes in the contents of vitamin B<sub>2</sub> in *Aster glehni* based on blanching time. Vitamin B<sub>2</sub>: FAD × 0.4537 + FMN × 0.7869 + Riboflavin. Values represent the mean±SD (n=3). Mean with different letters above a bar are significantly different at p<0.05.

의하면 무처리 시금치 시료에는 0.351 mg/100 g, 데침 시금치는 0.083 mg/100 g의 비타민 B<sub>2</sub>를 함유한다고 하여 데침으로 인하여 76.35% 감소됨을 보고하였다. 이러한 결과는 데침 시간이 길어질수록 수용성 비타민이 조리수로 용출되어 나오기 때문이라고 할 수 있다(Chung 등, 2016). Kim 등(2012)은 식품을 삶거나 데치는 과정에서 조직의 연화와 파괴로 인해 수용성 비타민이 조리수로 용출되어 그 함량이 감소할 수 있다고 보고하였다. 본 연구 결과, 데침 공정에 의해 섬썩부쟁이의 비타민 B<sub>2</sub> 함량의 감소는 수용성인 비타민 B<sub>2</sub>가 데치는 과정 중 조리수로 용출되었기 때문으로 판단된다. Lim과 Yoon(1990)에 따르면 비타민 B<sub>2</sub> 잔존율은 일광에 노출이 된 경우에 손실이 많다고 보고하고 있으나, 본 연구 결과에 의하면 가수에 의한 열처리인 데침 처리에 의해서도 영향을 받는 것으로 확인하였다. 영양성분인 비타민 B<sub>2</sub>는 체내 지방 대사에 관여하여 결핍 시 지방산 산화 저하를 일으키며, 이러한 경향은 필수지방산의 체내

비율에 부정적인 영향을 미치게 되어 건강 기능성에 저해 요인으로 작용하는 것으로 보고되고 있다(Hoppel 등, 1979). Shaw와 Philips(1941)의 연구에 따르면 동물모델에서 리보플라빈의 결핍은 중추 및 말초 신경계 수초의 퇴화현상을 유발하는데, 이러한 요인을 앞서 언급한 필수지방산의 체내 비율 부족함으로 인한 문제로 제시하고 있다. 따라서 섬썩부쟁이 데침 나물로 섭취 시 비타민 B<sub>2</sub>의 손실 감소를 위해서는, 3분 이내로 데침을 해야 50% 이하의 손실로 영양적인 면에서 우수할 것으로 판단되며, 데침 공정에 의한 비타민 B<sub>2</sub>의 손실을 줄일 수 있는 조리방법에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

#### 4. 요약

본 연구는 섬썩부쟁이의 데침 시간에 따른 총폴리페놀, 총플라보노이드 함량의 변화를 분석하고, 이들 성분변화에 따른 항산화 활성을 분석하였다. 또한, 녹색 채소에 분포하는 비타민 B<sub>2</sub> 함량을 분석하여 섬썩부쟁이 활용의 기초자료를 제공하고자 하였다. 총폴리페놀 및 총플라보노이드 함량은 데침 시간(1-5분)이 경과함에 따라 무처리 대비 감소율이 각각 13.05-52.96%, 36.63-81.75%로 유의적으로 감소하였으며, 그에 따른 항산화 활성으로 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능도 유의적으로 감소하였다. 데침 전 섬썩부쟁이의 비타민 B<sub>2</sub> 함량은 건조 시료 기준 1.17 mg/100 g이었으며, 3분 데침 시 0.60 mg/100 g으로 50% 이하로 감소됨을 확인하였다. 따라서 섬썩부쟁이 데침 시 생리활성 물질 및 비타민 B<sub>2</sub>가 조리수로 용출되는 것을 방지할 수 있는 첨가물이나 조리방법 등에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.



## Acknowledgements

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ014537042022 국민 식생활 밀착형 국가표준식품성분 DB 구축 연구/국민 식생활 밀착형 국가표준식품성분 DB를 위한 식품자원의 비타민 B<sub>2</sub> 분석)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

## Author contributions

Conceptualization: Yoon SR. Methodology: Park J, Ryu JA. Writing - original draft: Yoon SR, So BR. Writing - review & editing: Yoon SR.

## Ethics approval

This article does not require IRB/IACUC approval because there are no human and animal participants.

## ORCID

Sung Ran Yoon (First & Corresponding author)

<https://orcid.org/0000-0001-5890-9071>

Bo Ram So

<https://orcid.org/0000-0002-1739-7257>

Jeongmin Park

<https://orcid.org/0000-0002-7049-3504>

Jung A Ryu

<https://orcid.org/0000-0002-7301-066X>

## References

- Ahn SI, Heuing BJ, Son JY. Antioxidative activities and nitrite-scavenging abilities of some phenolic compounds. *Korean J Food Cookery Sci*, 23, 19-24 (2007)
- Choi NS, Oh S, Lee JM. Changes of biologically functional compounds and quality properties of *Aster scaber* (Chamchwi) by blanching conditions. *Korean J Food Sci Technol*, 33, 745-752 (2001)
- Chung HK, Yoon KS, Woo N. Effects of cooking method on the vitamin and mineral contents in frequently used vegetables. *Korean J Food Cook Sci*, 32, 270-278 (2016)
- Gulcin I, Berashvili D, Gepdiremen A. Antiradical and antioxidant activity of total anthocyanins from *Perilla pankinesis* Decne. *J Ethnopharmacol*, 101, 287-293 (2005)
- Hileman EO, Liu J, Albitar M, Keating MJ, Huang P. Intrinsic oxidative stress in cancer cells: A biochemical basis for therapeutics electivity. *Cancer Chemother Pharmacol*, 53, 209-219 (2004)
- Hoppel C, Dimarco JP, Tandler B. Riboflavin and rat hepatic cell structure and function, mitochondrial oxidative metabolism in deficiency states. *J Biol Chem*, 254, 4164-4170 (1979)
- Jeong JS, Kim YJ, Choi BR, Go GB, Son BG, Gang SW, Moon SM. Antioxidant and physicochemical changes in *Salvia plebeia* R. Br. after hot-air drying and blanching. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 43, 893-900 (2014)
- Jung JY, Lim JH, Jeong EH, Kim BS, Jeong MC. Effects of blanching conditons and salt concentrations on the quality properties of *Aster scaber*. *Korean J Food Preserv*, 14, 584-590 (2007)
- Kim BC, Hwang JY, Wu HJ, Lee SM, Cho HY, Yoo YM, Shin HH, Cho EK. Quality changes of vegetables by different cooking methods. *Culi Sci & Hos Res*, 18, 40-53 (2012)
- Kim HH, Park GH, Park KS, Lee JY, An BJ. Anti-oxidant and anti-inflammation activity of fractions from *Aster glehni* Fr. Schm. *Korean J Microbiol Biotechnol*, 38, 434-441 (2010)
- Kim HS, Jang DK, Woo DK, Woo KL. Comparison of preparation methods for water soluble vitamin analysis in foods by reversed-phase high performance liquid chromatography. *Korean J Food Sci Technol*, 34, 141-150 (2002)
- Kim HY, Park HY. Changes in the riboflavin content of spinach salad and sesame leaf salad with various cooking and holding process in foodservice institutions. *Korean J Food Cook Sci*, 20, 34-41 (2004)

- Kim JA, Lee JM. Changes of chemical components and antioxidant activities in *Hizikia fusiformis* (Harvey) Okamura with blanching times. Korean J Soc Food Cookery Sci, 19, 200-208 (2004)
- Kim JW, Youn KS. Phytochemical compounds and quality characteristics of *Aster scaber* Thunb. in response to blanching conditions and treatment with solutes. Korean J Food Preserv, 21, 694-701 (2014)
- Kim KW, Shin JG, Lee DG. Isolation of herbicidal compound from *Aster grehni* Fr. Schm. Kor J Weed Sci, 28, 434-441 (2008)
- Kim MH, Park YK, Jang MS. Effect of boiling method on the physicochemical properties of *Surichwi*. J Korean Soc Food Sci Nutr, 21, 701-705 (1992)
- Kwak BM, Kim SH, Kim KS, Lee KW, Ahn JH, Jang CH. Composition of vitamin A, E, B<sub>1</sub> and B<sub>2</sub> contents in Korean cow's raw milk in Korea. Korean J Food Sci Anim Resour, 26, 245-251 (2006)
- Lee CB. Coloured Flora of Korea. Hyangmoon-sa, Seoul, Korea, p 322 (2006)
- Lee JE, Cho JA, Kim KN. 2020 Dietary reference intakes for Koreans: Riboflavin. J Nutr Health, 55, 321-329 (2022)
- Lee JY, Park JY, Kim HD, Lee SE, Lee JH, Lee Y, Seo KH. Anti-oxidant and anti-adipocyte differentiation of *Aster glehni* and *Aster yomena*. J Nutr Health, 52, 250-257 (2019)
- Lee MS, Chung MS. Analysis of volatile flavor components of *Aster glehni*. Korean J SOC Food Sci, 14, 547-552 (1998)
- Lee YM, Bae JH, Jung HY, Kim JH, Park DS. Antioxidant activity in water and methanol extracts from Korean edible wild plants. J Korean Soc Food Sci Nutr, 40, 29-36 (2011)
- Lim WJ, Yoon JS. The problem on riboflavin content inference of common foods for Korean. J Korean Soc Food Nutr, 19, 73-79 (1990)
- Lutz M, Henriquez C, Escobar M. Chemical composition and antioxidant properties of mature and baby artichokes (*Cynara scolymus* L.), raw and cooked. J Food Comp Anal, 24, 49-54 (2011)
- Maharaj V, Sankat CK. Quality changes in dehydrated dasheen leaves: Effects of blanching pre-treatments and drying conditions. Food Res Int, 29, 563-568 (1996)
- Ministry of Food and Drug Safety. Food code. 2.2.2.3 vitamin B<sub>2</sub>, Available from: [https://foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01\\_03.jsp?idx=316](https://foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=316), Accessed May 3, 2022.
- Ra KS, Suh HJ, Chung SH, Son JY. Antioxidant activity of solvent extract from onion skin. Korean J Food Sci Technol, 29, 595-600 (1997)
- Seo SW. Evaluation of Korean wild vegetables antioxidative activity and analysis on antioxidative components of *Aster glehni* and *Sausurea grandifolia*. Ph D Thesis, Keimyung University, Korea, p 35-67 (2013)
- Shaw JH, Phillips PH. The pathology of riboflavin deficiency in the rat: Sixteen figures. J Nutr, 22, 345-358 (1941)
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Meth Enzymol, 299, 152-178 (1999)
- Standley L, Winterton P, Marnewick JL, Gelderblom CA, Joubert E, Britz TJ. Influence of processing stages on antimutagenic and antioxidant potentials of rooibos tea. J Agric Food Chem, 49, 114-117 (2001)
- Yoon J, Chung H, Kim Y. Analysis of selected water-soluble vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, and B<sub>12</sub> contents in namul (wild greens) consumed in Korea. Korean J Food Nutr, 32, 61-68 (2019)
- Yoon SJ, Rhee JK, Yoo SH, Chung MS, Lee H. Total phenolics contents, total flavonoids contents and antioxidant capacities of commercially available Korean domestic and foreign intermediate food materials. Microbiol Biotechnol Lett, 22, 278-284 (2016)

Yosida YN, Ito N, Shimakawa EN, Niki E.  
Susceptibility of plasma lipids to peroxidation.  
Biochem Biophys Res Commun, 305, 474-753

(2003)  
Yu JY. Vitamin B<sub>2</sub>. Korean J Nutr, 8, 5-6 (1975)