pISSN 1225-4339 eISSN 2287-4992
Korean J. Food Nutr. Vol. 34. No. 4, 398~406 (2021)
https://doi.org/10.9799/ksfan.2021.34.4.398

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

충북산 산채 4종(배암차즈기, 일당귀, 명월초 및 삼백초)의 영양성분 및 생리활성

†엄현주 · 정유영* · 권누리* · 김기현 · 연은솔 · 윤향식 · 류용재** · 김인재***
충청북도농업기술원 지방농업연구사, *충청북도농업기술원 연구원,
**충청북도보건환경연구원 지방보건연구사, ***충청북도농업기술원 지방농업연구관

Nutritional Components and Physiological Activity of 4 Wild Vegetables (*Salvia plebeia* R. Br, *Angelica acutiloba*, *Gynura procumbens* and *Saururus chinensis* Baill) Cultivated in Chungbuk Province

†Hyun-Ju Eom, Yu Yeong Jeong*, Nu Ri Kwon*, Ki Hyun Kim, Eunsol Yeon, Hyang-Sik Yoon, Yong-jae Ryu** and In Jae Kim***
Associate Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea
**Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea*
***Associate Researcher, Chungcheongbukdo Research Institute of Health and Environment, Cheongju 28160, Korea*
****Senior Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea*

Abstract

This study investigated on the nutritional components and physiological activity of four wild vegetables namely *Salvia plebeia* R. Br., *Angelica acutiloba*, *Gynura procumbens* and *Saururus chinensis* Baill for the development of representative wild vegetables in Chungbuk. *Salvia plebeia* possessed the highest radical scavenging activity and beta-carotene, but exhibited the lowest α-glucosidase inhibitory activity compared to the other three vegetables. *Angelica acutiloba* showed high crude protein content and α-glucosidase inhibitory activity, but contained low total polyphenol content, radical scavenging ability and beta-carotene compared to the other three vegetables. *Gynura procumbens* showed high mineral content, beta-carotene, vitamin K1 content and α-glucosidase inhibitory activity, but showed the lowest total polyphenol content and radical scavenging ability compared to the other three vegetables. *Saururus chinensis* showed high crude fiber content and total polyphenol content, but contained the lowest mineral and vitamin K1 content. To conclude, it is suggested to use *Salvia plebeia* or *Saururus chinensis* as antioxidant food materials and *Angelica acutiloba* and *Gynura procumbens* as food materials and sources of α-glucosidase inhibitors. In particular, it is believed that *Saururus chinensis*, which possessed high content of crude fiber, is suitable for low-calorie food materials such as diet products.

Key words: *Salvia plebeia* R. Br, *Angelica acutiloba*, *Gynura procumbens*, *Saururus chinensis* Baill

서 론

최근 급격한 경제성장과 더불어 생활수준이 향상되고 식생활에도 많은 변화가 진행되고 있으며, 특히 1인 가구 및 맞벌이 부부의 증가는 식품 소비의 트랜드도 변화시키고 있다. 여기에 코로나 19팬데믹으로 인해 그 변화는 가속화되고 있으며, 소비자들의 건강에 대한 관심이 높아져 패스트푸드의 섭취를 줄이고, 면역력이 우수한 건강기능성 식품이나 김치와 같은 발효식품 등에 대한 소비와 관심이 고조되고 있는 실정이다(Lee & Moon 2012; Lee & Kim 2021). 이런 이유로 인삼 가공류, 비타민류 및 프로바이오틱스와 같은 제품의 소비가 큰 폭으로 증가하였으며, 노화나 각종 성인병 예방에

† Corresponding author: Hyun-Ju Eom, Associate Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea. Tel: +82-43-220-5692, Fax: +82-43-220-5679, E-mail: hyunjueom@korea.kr

도움을 주는 채소나 과일을 구입하고 소비하려는 추세가 전 연령층에서 이루어지고 있다(Kim 등 2020). 이들 식품의 특징으로는 활성산소를 제거하는 항산화 활성이 우수하고 혈당강하능, 인지능력 개선, 항균활성 및 항염증 등 다양한 효과가 있는 것으로 알려지고 있다(Ahn 등 2015; Nam 등 2017; Han 등 2019).

천연 자연식품 중 산채는 산에서 나는 나물이라는 뜻으로 우리나라 전역에 자생하고 있으며, 400여종이 식용이 가능하나 현재는 수 십종 정도만 먹고 있는 실정이다(Ahn 등 2015). 우리나라에서 생산과 소비가 가장 많은 산채는 고사리, 취나물, 곤드레로, 주로 잎을 많이 먹고 있으나, 도라지, 더덕, 잔대 등은 잎과 뿌리를 모두 먹을 수 있다. 또 일부 산채는 식용뿐만 아니라 약재로도 널리 애용되고 있다. 산채는 재배 지역과 식용부위에 따라 특유의 향과 조직감이 있으며, 기능성 성분도 매우 다양하다. 이런 산채에 대한 선행연구로 쑥, 두릅, 곰취 등 12종 산채에 대하여 항산화활성 및 호흡기 질환의 원인 세균에 대한 항균활성을 조사하거나(Lee & Moon 2012), 울릉미역취 등 울릉도산 산채류 7종에 대한 항산화활성을 조사한 연구(Lee 등 2005) 및 우리나라 일부 산채의 산화방지 활성, α-glucosidase 및 췌장 ligase 저해활성(Ahn 등 2015)에 대한 조사한 연구 등 다양한 연구가 있었으나 여전히 제한된 산채 종류에 대한 기능성 평가만이 이루어지고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 충북에서 새롭게 재배가 시도되고 있는 명월초(삼붕냐와)를 비롯하여 항염, 항산화 효과가 높다고 알려져 최근 재배가 늘어나고 있는 배암차즈기(곰보배추), 식용보다 약용작물로 알려진 삼백초 및 독특한 향을 내는 일당귀 총 4종의 산채류가 가지는 기능성을 알리고자 조섬유를 포함한 일반성분, 무기질, 항산화활성, α-glucosidase 저해활성, 카로티노이드 및 비타민을 분석하여 4종의 산채를 비교 평가하여 다양한 식품소재를 사용하기 위한 기초정보를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험 재료 및 전처리

본 연구에 사용된 배암차즈기(*Salvia plebeia* R. Br.), 일당귀(*Angelica acutiloba*) 및 삼백초(*Saururus chinensis* Baill) 잎은 2021년 3월 충청북도농업기술원 특작시험 포장 하우스에서 재배중인 것과, 명월초(*Gynura procumbens*)는 2021년 3월 충청북도농업기술원 유기농업연구소 시험포장 하우스에서 재배중인 시료를 채취하여 동결건조(PVTFD 30R, Ilshin, Dongducheon, Korea) 후 사용하였다. 동결건조된 산채류의 일반성분 및 무기질은 시료를 분쇄하여 분석하였고, 생리활성 분석은 분말을 60% ethanol로 3시간 동안 진탕 추출하였고, 원심분리(8,000 rpm, 20 min) 하여 감압여과(Adventec No.2, Adventec, Tokyo, Japan) 후 분석하였다. 비타민 K 분석에 필요한 비타민 K_1(phylloquinone)은 Wako Co.(Tokyo, Japan)에서 구입하여 사용하였다. Sodium acetate, zinc powder는 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA), acetic acid는 Merck Co.(Darmstadt, Germany)에서 구입하여 사용하였다. Methanol, n-hexane, dichloromethane, water는 HPLC 등급으로 Burdick & Jackson Co.(Muskegon, MI, USA) 제품을 사용하였다. 카로티노이드 분석에 필요한 베타카로틴(≥95% HPLC, Merck Co., Darmstadt, Germany), 알파카로틴(≥95% HPLC, Merck Co., Darmstadt, Germany), 베타크립토잔틴(≥97% TLC, Merck Co., Darmstadt, Germany)은 표준품을 구입하여 사용하였다. Pyrogallol, dibutyl hydroxyl toluene(BHT), potassium hydroxide, ethanol, magnesium sulfate anhydrous는 일반시약(normal-grade)을 사용하였으며, 정량을 위한 기기분석에서 사용된 n-hexane, ethyl acetate, chloroform, acetonitrile, methanol은 특급시약(HPLC grade)을 사용하였다.

2. 일반성분 및 무기질 분석

4종 산채의 일반성분 분석은 AOAC 방법(1990)에 따라 측정하였다. 수분 함량은 105℃ 상압가열건조법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분의 함량은 550℃ 직접회화법을 사용하였고, 조단백질은 Micro-Kjeldahl법으로 최종 분해된 시료의 질수를 정량한 후 단백질량(6.25)으로 환산하였으며, 마지막으로 조섬유는 Fibertec system M(Tecator Co., Hoganas, Sweden)을 이용하여 Henneberg-Stohmann 개량법으로 분석하였다. 탄수화물의 함량은 100%에 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분 함량을 뺀 값으로 정의하였다.

3. 무기질 분석

4종 산채의 무기질 분석은 Osborne & Voogt(1981)의 방법에 따라 시료를 질산과 과산화수소, 증류수를 이용하여 마이크로웨이브 분해기(Ultrawave, Milestone, Italy)로 시료를 분해하였다. 냉각 후 소량의 증류수로 희석한 후 50 mL 정용 플라스크로 옮겨서 증류수로 정용하였다. 구리(Cu)를 제외한 8가지 무기성분(Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, Zn)은 ICP-OES (Agilent 720-ES, Australia)로 분석하여 각각의 무기성분 함량을 구하였다. 표준용액은 ICP multi-element standard solution Ⅳ 1,000 mg/L(AccuStandard, New Haven, CT, USA)를 사용하여 0.5 N 질산으로 희석하였고, 분석조건은 power는 1.20 kw, analysis pump rate는 15 rpm, rinse time은 10 sec로 하였다. 구리는 ICP-MS(Analytik Jena Aurora Elite, Germany)를 이용하였고, 혼합표준용액은 Multi-Element Calibration standard solution

Ⅳ-ICPMS-71A 10 mg/L(INORGANIC ventures, Argyle, TX, USA)을 사용하여 0.5N 질산으로 희석하여 검량선을 작성하였고, 분석조건은 power 1.45 kw, analysis pump rate 10 rpm, rinse time은 10 sec로 하였다.

4. 총 폴리페놀 함량 측정

4종 산채의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu's 방법에 따라 분석하였다(Jang 등 2012). 추출물 50 μL에 2% Na_2CO_3 1 mL를 혼합하여 3분 방치하고, 50% Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma-Aldrich Co., Darmstadt, Germany) 50 μL를 혼합하여 1시간 반응시킨 후 750 nm에서 흡광도 값을 측정하였다. 표준물질 gallic acid(Sigma-Aldrich Co., Darmstadt, Germany)를 사용하여 검량선을 작성하였고, mg gallic acid equivalent (GAE)/g(dry basis)로 나타내었다.

5. 자유라디칼 소거능

4종 산채의 자유라디칼 소거능은 DPPH 라디칼 소거능 및 ABTS 라디칼 소거능으로 측정하였다. 먼저, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 라디칼 소거능은 0.4 mM DPPH(Sigma-Aldrich Co.) 용액을 525 nm 흡광도에서 1.3~1.4가 되도록 희석한 후 추출물 0.2 mL에 DPPH 용액 0.8 mL를 가한 후 실온에서 30분간 방치 후 525 nm에서 흡광도를 측정하였다(Choi 등 2003). 이때 전자공여능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다. 2,2'-azino-3-ethlybenzothiazoline-6-sulfonic acid(ABTS) 라디칼 소거능은 7.4 mM ABTS와 2.6 mM potassium persulfate을 하룻동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이 용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 몰 흡광계수($\varepsilon=3.6\times10^4 M^{-1}cm^{-1}$)를 이용하여 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS 용액 1 mL에 시료추출물 50 μL를 가하여 30분간 반응시켜 흡광도를 측정하였다(Re 등 1999). ABTS 라디칼의 소거능은 시료 첨가구와 시료를 첨가하지 않은 경우의 흡광도를 백분율로 나타내었다.

6. α-Glucosidase 저해활성 분석

4종 산채의 α-glucosidase 저해활성은 Tibbot & Skadsen (1996) 방법을 참고하여 측정하였다. 1.5 mM *p*-nitrophenol-α-D-glucopyranoside(*p*NPG, Sigma-Aldrich Co., Darmstadt, Germany) 50 μL와 3.5 unit/mL α-glucosidase 효소액 100 μL를 혼합하고, 대조구에는 증류수 50 μL와 처리구에는 여과한 시료 50 μL를 넣어 발색시켰다. 이때 생성된 *p*-nitrophenol(*p*NP, Sigma-Aldrich Co., Darmstadt, Germany)는 405 nm에서 분광광도계로 흡광도를 측정하여 대조구에 대한 흡광도 감소 정도를 백분율로 표현하였으며, 양성대조구로 10 mg/mL acarbose(Sigma-Aldrich Co., Darmstadt, Germany)를 사용하였다.

7. 카로티노이드 분석

4종 산채의 카로티노이드(*α*-carotene, β-carotene 및 β-cryptoxanthin) 분석은 검화방법으로 추출 후 HPLC를 이용하여 측정하였다(Eom 등 2019). 검화는 용기에 시료를 약 1 g 취하여 6% pyrogallol을 포함한 에탄올 20 mL를 가한 후 5분간 sonication 시키고 60% KOH를 8 mL 첨가하여 1분간 질소가스로 충진하였다. 용기에 냉각관을 연결 후 70℃ shaking water bath(BS-21, Lab Companion, Jeiotech, Daejeon, Korea)에서 120 rpm으로 50분간 검화 시킨 후 충분히 냉각하였다. 이후 추출관에 2% NaCl 용액 30 mL를 첨가하였고, 0.01% butylated hydroxytoluene(BHT)이 포함된 추출용매(*n*-hexane: thyl acetate=85:15, v/v) 20 mL를 첨가하여 혼합한 후 층분리가 되었을 때 상층액을 취하고, 3회 반복 추출하여 상층액을 회수하였다. 상층액은 무수 $MgSO_4$가 포함된 여과지를 통과하여 수분을 제거한 후 50 mL로 정용하였다. 정용한 추출액에서 10 mL를 취하여 질소가스로 용매를 제거한 후 재용해 용매(acetonitrile:chloroform=6:4, v/v) 1 mL를 가하여 재용해한 다음 0.45 μm PTEF syringe filter(Whatman, Clifton, NJ, USA)로 여과하여 HPLC 분석 시료로 사용하였다. HPLC 조건은 자외부흡광검출기(1290 Infinity, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)가 있는 HPLC(Agilent 1200 series, Agilent Technologies) 시스템을 이용하였다. 컬럼의 온도는 35℃로 유지하였다. 자외부흡광검출기의 파장은 excitation 파장 473 nm를 이용하였으며, 이동상으로는 acetonitril: ethanol(7:3, v/v), 유속은 1.0 mL/min 및 시료 주입량은 20 μL였다.

8. 비타민 K_1 분석

4종 산채에 존재하는 비타민 K_1은 Lee 등(2016)을 참고하여 용매추출법으로 분석하였다. 시료 약 0.2 g을 50 mL 비커에 측정하고, dichloromethane과 methanol을 혼합한 용매(dichloromethan:methanol=2:1, v/v)를 30 mL 첨가하였다. 균질기(HG-15D, Daihan Scientific Co., Wonju, Korea)를 이용하여 2분간 추출한 후 그 액을 sodium sulfate를 담은 여과지(advantec No. 2, Tokyo, Japan)를 통과시키며 50 mL 메스플라스크로 이동시켰고, methanol을 이용하여 최종 50 mL로 정용하였다. 정용한 추출액 2 mL를 취하여 질소를 이용하여 용매를 제거한 후 *n*-hexane 2 mL를 가하여 재용해하였다. 용매(Methanol:water=9:1, v/v) 8 mL를 첨가하여 conical tube에 옮겨 담고 진탕한 후, 2,000 rpm으로 5분간 원심분리를 하였다. 상층액 1 mL를 취하여 질소를 가하며 용매를 완전히 제거한 다음, methanol 1 mL를 이용하여 재용해한 후 0.45 μm PTFE

membrane filter(Whatman, Clifton, NJ, USA)로 여과하고, 형광검출기(1260 Infinity, Agilent Technologies)가 있는 HPLC (Agilent 1200 series, Agilent Technologies) 시스템을 이용하였다. 분석 컬럼은 Ascentis® RP-Amide column(4.6×150 mm, 5 μm, Varian, CA, USA)과 아연 분말로 충진된 포스트 컬럼을 장착하였으며, 컬럼 온도는 35℃로 유지하였다. 분석조건은 형광검출기의 excitation 파장 243 nm, emission 파장 430 nm를 이용하였으며, 이동상으로는 acetonitril:methanol 7:3, v/v)을 사용하였고, 유속은 1.0 mL/min 및 시료 주입량은 20 μL였다.

9. 통계처리

무기질 분석을 제외한 모든 시험은 3반복 진행하였으며 결과는 평균±표준편차(standard deviation, SD)로 나타내었다. 통계분석은 SPSS(Statistical Package for the Social Science, Ver 12.0 SPSS INC., Chicago, USA)를 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시한 후 측정값 간의 유의성을 Duncan's multiple range test로 $p<0.05$ 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 4종 산채의 일반성분 및 무기질

산채 4 종의 일반성분은 Table 1에 나타내었다. 분석에 사용한 산채는 동결건조 후 마쇄하여 분말형태로 사용하였으며, 함량은 모두 % 단위로 나타내었다. 수분함량은 1.39~3.95% 범위로 삼백초가 가장 낮았고, 배암차즈기가 가장 높은 수분을 보유하고 있었다. 일반적으로 건조하지 않은 잎채소의 수분함량은 90% 전후로 동결건조 시 대부분의 수분이 제거된 것으로 보였다. 조회분은 삼백초가 9.59%로 가장 낮았으나, 명월초가 18.07%로 가장 높은 함량을 보여, 명월초가 삼백초 대비 약 2배 정도 높게 검출되었다. 조지방의 경우는 4.48~8.19%로 범위에서 측정되었고, 조단백질은 일당귀가 22.56%로 가장 높게 검출되었고, 명월초가 17.98%로 가장 낮은 함량을 나타냈다. 조섬유의 경우는 삼백초가 49.36%로, 분말 중 약 절반이 섬유질로 존재하였고, 다음으로 명월초와 일당귀가 각각 41.40%, 39.21%로 검출되었으며, 배암차즈기가 31.18%로 가장 낮은 함량을 나타났다. 최종적으로 산채 4종의 수분함량, 조회분, 조단백질, 조지방 및 조섬유의 함량은 종류별로 유의적인 차이가 있었다. 잎을 건조한 다른 선행연구에서도 탄수화물을 포함한 조섬유가 가장 높게 나타났고, 다음으로 조단백질이 많이 검출되어 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다(Kim 등 2014; Lee JM 2016; Eom 등 2021). 본 연구에 사용된 4가지 산채는 농촌진흥청 국가표준식품성분표(RDA 2017)에 삼백초(말린 것)를 제외하고 나머지 3가지는 생잎에 대하여 영양성분이 나와있다. 먼저, 배암차즈기(잎, 생것)의 경우 수분 92.2%, 조회분 0.97%, 조지방 0.62%, 조단백질 1.81%로 나타났고, 생잎인 것을 감안하여 비교하였을 때, 본 분석결과와 유사한 경향성을 보였다. 당귀(일당귀, 잎, 생것)의 경우 수분 86.30%, 조회분 1.30%, 조지방 0.40%, 조단백질 3.20%로, 명월초(삼붕냐와, 생것)의 경우는 수분 92.10%, 조회분 1.35%, 조지방 1.09%, 조단백질 1.62%로 본 데이터와 비교하였을 때 조회분과 조지방이 다소 차이를 보였다. 삼백초(잎, 말린것)는 수분 10.30%, 조회분 13.20%, 조지방 4.10%, 조단백질 12.80%로 본 연구결과와 비교하였을 때 수분, 조회분은 높게 검출된 반면, 조지방과 조단백은 낮게 검출되었다(RDA 2017).

4가지 산채에 대한 무기질은 Table 2와 같이, Al(알루미늄), Ca(칼슘), Fe(철), K(칼륨), Mg(마그네슘), Mn(망간), Na(나트륨), Zn(아연) 및 Cu(구리)에 대하여 분석하였다. 삼백초에서는 Mn이 불검출되었고, 나머지 성분들은 모든 산채에서 검출되었다. 4종 산채의 주요 무기성분은 Ca, K, Mg 및 Na으로 나타났고, 특히, K은 모든 산채에서 가장 높은 값으로 검출되었다. Ca의 경우 명월초, 배암차즈기, 일당귀 및 삼백초 순으로 높게 나타났는데, 명월초 29,016 mg/kg, 삼백초 5,930 mg/kg이 검출되어 명월초가 약 5배 이상 높게 Ca을 함유하고 있었다. Al, Fe, Mn, Zn 및 Cu는 대부분의 산채에서 낮게 검출되었으나 명월초만 Al, Fe 및 Mn도 많은 양이 검출되었다. Al과 Fe의 경우 명월초, 일당귀, 삼백초, 배암차즈기 순으로 높게 검출되었고, Al은 배암차즈기보다 명월초가 약 23배,

Table 1. Proximate composition of 4 wild vegetables (Unit: %)

Scientific name	Moisture	Crude ash	Crude lipid	Crude protein	Carbohydrate	Crude fiber
Salvia plebeia R. Br.	3.95±0.01$^{a1)}$	11.15±0.02^{c}	5.47±0.14^{c}	20.30±0.08^{b}	59.13	31.18±0.70^{c}
Angelica acutiloba	2.96±0.01^{c}	12.88±0.01^{b}	4.48±0.01^{d}	22.56±0.07^{a}	57.12	39.21±1.66^{b}
Gynura procumbens	3.86±0.01^{b}	18.07±0.01^{a}	6.92±0.02^{b}	17.98±0.21^{d}	53.17	41.40±1.02^{b}
Saururus chinensis Baill	1.39±0.01^{d}	9.59±0.00^{d}	8.19±0.02^{a}	18.53±0.04^{c}	62.30	49.36±0.81^{a}

1) All values represent mean±S.D.

a-dValues with different small letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

Table 2. Comparison of mineral contents of 4 wild vegetables (Unit: mg/kg)

	Salvia plebeia R. Br.	*Angelica acutiloba*	*Gynura procumbens*	*Saururus chinensis* Baill
Al	48.93	165.90	1,119.07	89.82
Ca	27,723.39	15,024.15	29,016.35	5,930.64
Fe	56.79	138.35	1,328.76	73.10
K	21,494.55	32,237.52	22,845.59	21,694.98
Mg	10,278.14	2,460.88	10,636.06	3,271.26
Mn	52.24	5.15	1,786.53	ND
Na	6,838.32	3,725.78	7,183.49	1,814.56
Zn	41.96	25.69	16.29	30.70
Cu	1.19	4.77	2.67	6.59
Total	66,535.52	53,788.25	73,934.82	32,911.65

ND: Not detected.

Fe은 약 24배 높게 검출되었다. Mn의 경우도 명월초, 배암차즈기, 일당귀 순으로 높게 검출되었고, 삼백초는 불검출되었는데, 그 함량이 최소값에 비해 최대값이 약 360배 이상 차이가 컸다. 이런 결과를 종합해보면 4가지 산채 중 전체 무기질의 경우 명월초가 가장 높게 검출되었는데, 앞서 일반성분 중 조회분의 경우와 일치하는 결과였다. 일반적으로 지역, 품종 및 재배방법에 따라 일반성분의 함량이 다르게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 본 결과를 종합해 보면, 삼백초의 경우는 높은 조섬유를 함유하고 있어 좋은 다이어트 식품으로 가능할 것(Lee 등 2012)으로 판단되며, 명월초의 경우는 조섬유뿐만 아니라 조회분(무기질)을 다량 함유하고 있어 좋은 기능성 식품 소재가 될 것으로 판단된다.

2. 4종 산채의 총 폴리페놀 함량 및 항산화 활성

4종 산채에 대한 총 폴리페놀 함량을 알아본 결과(Table 3), 삼백초가 80.92 mg GAE/g으로 유의적으로 가장 높았고, 다음으로 배암차즈기 65.28 mg GAE/g, 일당귀 28.07 mg GAE/g였으며, 명월초가 11.36 mg GAE/g으로 가장 낮게 나타났다. 배암차즈기 차 제조를 위하여 원료 자체를 동결건조하여 총 폴레페놀 함량을 측정한 선행연구(Jeong 등 2015)에서 71.8 GAE mg/g로 검출되었으며, 열풍 건조한 명월초(Lee 등 2020)의 총 폴리페놀 함량을 측정한 결과 18 mg GAE/g으로 검출되어 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다. Han 등(2019)이 강원도 10종의 산채 중 잎의 총 폴리페놀 함량을 분석했을 때, 두릅은 84.65 mg GAE/g, 곤달비 51.42 mg GAE/g, 산마늘 31.90 mg GAE/g, 곰취 59.92 mg GAE/g, 나물취 38.71 mg GAE/g 및 엉겅퀴 44.37 mg GAE/g로 31.90~84.65 mg GAE/g 범위를 보여, 일부는 본 실험에서 일당귀나 명월초보다는 많은 총 폴리페놀류를 함유하고 있었고, 삼백초와 비교하였을 때는 두릅을 제외하고는 적은 양을 포함하고 있었다. 이는 서로 다른 작물이 다양한 폴리페놀류를 함유하고 있어 그 종류나 함량이 다르기 때문일 것이라 생각된다. 폴리페놀 화합물은 식물계에 널리 존재하는 2차 대사산물로, 다양한 구조와 분자량을 가지며 phenolic hydroxyl기가 단백질 등의 여러 화합물과 쉽게 결합하는 특성으로 항산화, 항염증 효과 등 다양한 생리활성을 나타내는 것으로 보고되고 있다(Manach

Table 3. Analysis of physiological activity of 4 wild vegetables

Scientific name	Total polyphenol (mg GAE/g DM)	DPPH radical scavenging activity (%)	ABTS radical scavenging activity (%)
Salvia plebeia R. Br.	65.28±3.04$^{b1)}$	49.17±0.77^{a}	55.70±0.60^{a}
Angelica acutiloba	28.07±0.86^{c}	9.41±0.50^{c}	10.04±0.82^{c}
Gynura procumbens	11.36±0.52^{d}	4.30±0.47^{d}	4.35±0.40^{d}
Saururus chinensis Baill	80.92±3.88^{a}	46.74±0.92^{b}	50.47±0.30^{b}

1) All values represent mean±S.D.

$^{a-d}$Values with different small letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

등 2004).

동결건조한 4가지 산채를 2,000배 양의 60% 에탄올로 희석한 후 DPPH 라디칼 소거능 확인하였을 때, 배암차즈기(49.17%), 삼백초(46.74%), 일당귀(9.41%), 명월초(4.30%) 순으로 나타나 명월초의 경우 가장 높은 값의 배암차즈기보다 약 11배 낮게 나타났다(Table 3). 또한 60% 에탄올로 500배 희석한 산채 추출액을 ABTS 라디칼 소거능을 분석한 결과도 유사하게 나타나 배암차즈기가 55.70%로 유의적으로 가장 높은 소거능을 나타냈고, 삼백초(50.47%), 일당귀(10.04%), 명월초(4.35%) 순으로 라디칼 소거능이 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다. 두가지 항산화활성에서는 배암차즈기와 삼백초가 나머지 2종(일당귀, 명월초) 보다 다소 높은 활성을 나타났다. 총 폴리페놀 함량 및 라디칼 소거능의 결과를 종합해보면, 두 요소간 상관관계가 있는 것으로 보이며 이런 결과는 다양한 선행연구에서 보고되고 있는데, 강원도 10종 산채류의 총 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거활성, ABTS 라디칼 소거활성은 각각 R^2=0.884(p<0.01), R^2=0.959(p<0.01)로 높은 상관성을 나타낸다고 보고(Han 등 2019)하여 본 연구결과와 일치하는 것으로 보인다. 생약자원 14종 중 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 항산화활성을 분석한 선행연구(Kim 등 2012)에서 삼백초가 각각 194.60 mg/g extract, 23.90 mg/g extract 및 66.27%로 검출되어 가장 높은 함량을 나타낸다고 보고하였고, Kim 등(2005)은 추출조건에 따른 삼백초 추출물의 항산화 활성 분석 결과, 추출조건에 따라 폴리페놀 중 quercetin과 quercetrin의 함량을 비교평가 하였을 때 물 추출보다 40% 에탄올에 추출하였을 때 높은 함량으로 검출되었다고 보고하고 있어, 추후에는 각각의 추출물에 존재하는 폴리페놀 화합물을 MS 및 HPLC를 이용하여 정성 및 정량분석을 통해 항산화활성에 따른 폴리페놀 함량의 상관관계를 밝히는 것이 필요할 것으로 판단된다.

3. α-Glucosidase 저해활성 분석

약용작물을 포함하는 산채류는 특유의 맛, 질감, 향뿐만 아니라 섬유질, 무기질, 폴리페놀류 등 기능성 물질들이 풍부하며, 이로 인해 몇몇 산채에 대하여 항산화, 항당뇨 및 항비만 등과 관련된 연구들이 보고되어 있다(Ahn 등 2015; Lee & Yoon 2015). 4종 산채가 가지는 혈당조절기능을 알아보기 위해 항당뇨 효과의 지표로 이용되고 있는 α-glucosidase 저해활성을 측정하였는데, α-glucosidase는 소장 상피세포의 brush-border membrane에 존재하는 효소로 α-amylase에 의해 분해된 당질을 최종적으로 단당류로 전환시키는 작용을 한다. Park 등(2013)에 의하면 효소의 활성저해는 당질 가수분해와 흡수과정을 지연시킴으로써 식후 혈당의 농도상승을 억제한다고 알려져 있다. 4종 산채의 동결건조 분말을 60% 에탄올로 100배 희석하여 α-glucosidase 저해활성을 검토한 결과, 양성대조구인 acarbose(10 mg/mL)는 50.07%이었으며(Fig. 1), 배암차즈기는 24.60%, 일당귀 66.09%, 명월초 69.87% 및 삼백초 42.61%로 명월초가 가장 높은 저해활성을, 다음으로 일당귀가 높은 저해활성을 나타났지만, 두 값에 유의적인 차이는 없었다(p<0.05). 다음으로 삼백초, 배암차즈기 순으로 명월초나 일당귀보다 낮은 저해활성을 보였다. 삼나물, 미역취, 다래순, 방풀 및 참나물에 대한 α-glucosidase 저해활성을 보고한 선행연구(Ahn 등 2015)에서 12.3~23.7% 범위에서 저해활성을 나타냈으며, 양성대조구인 acarbose와 비교하였을 때 28~54%의 저해활성을 보였다. 또한 Lee & Yoon(2015)은 약용식물 23종을 대상으로 α-glucosidase 저해 활성을 측정하였을때, 대조구인 acarbose는 80.28%의 저해활성을 나타냈으며, 두충, 화살나무 줄기, 마, 율무, 녹두 6종이 80% 이상의 우수한 α-glucosidase 저해 활성을 보였다. 또한 삼백초(전체)의 경우는 40.94%로, 본 연구(42.61%)와 유사한 값을 나타냈고, 다른 산채나 약용작물에 비해 높은 α-glucosidase 저해활성은 가지지 않았으며, 23종 약용작물 중 두충의 경우는 astragalin 등 다량의 플라보노이드를 함유되어 있어 우수한 α-glucosidase 저해활성을 나타냈다고 보고했다(Lee & Yoon 2015). 본 연구결과에서 4종 산채 중 총 폴리페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능 및 ABTS 라디컬 소거능(Table 3) 모두 배암차즈기와 삼백초는 일당귀와 명월초보다는 높게 측정되었지만, α-glucosidase 저해활성은 일당귀와 명월초가 높게 나

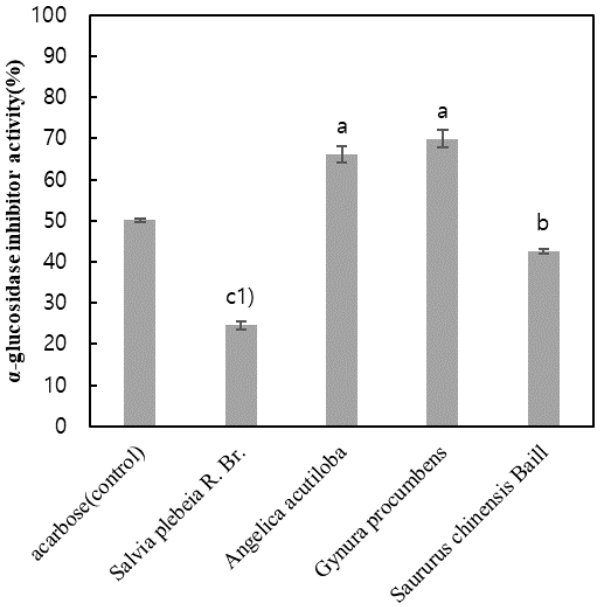

Fig. 1. α-Glucosidase inhibitor activity of 4 wild vegetables. 1) a-cValues with different small letters are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

타나 항산화활성과 α-glucosidase 저해활성 사이에 상관관계가 없는 것으로 판단된다. 많은 연구에서 총 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능이 높을수록 α-glucosidase 저해활성이 높다고 보고(Xu 등 2010; Lee & Yoon 2015)하며 본 연구와는 상이한 결과를 보였다. 또한 다른 연구에서는 상관관계가 높지 않고 소재를 구성하는 다양한 개별 화합물의 조성과 관련이 있다고 하여 항상 상관관계가 성립하는 것은 아니라고 보고하였다(Ahn 등 2015). 따라서 항산화활성과 α-glucosidase 저해활성이 반대로 나온 이유는 일반성분 분석 중 조회분과 무기질의 함량에 의한 것으로, 일반적으로 α-glucosidase 효소는 Cu, Mg, Fe, Zn, Ca, Ag, Mn 등의 금속이온에 의해 저해활성을 가지고 있다고 알려져 있어(Wang 등 2004) 조회분의 함량이 높았던 일당귀와 명월초가 높은 저해활성을 보인 것으로 판단되며, 무기성분 중 Fe의 함량이 높았던 결과로 생각된다. 위의 결과를 종합할 때, 명월초와 일당귀는 우수한 α-glucosidase 활성 억제효과를 보여 향후 항당뇨 효과를 갖는 후보물질 탐색에 활용이 가능할 수 있을 것으로 판단되나, 추후 무기성분 또는 플라보노이드 등 특정 화합물인지는 좀더 세밀한 연구가 필요하다.

4. 카로티노이드 및 비타민 K_1 분석

4종 산채에 대한 카로티노이드(α-carotene, β-carotene, β-ryptoxanthin) 및 비타민 K_1의 함량은 Table 4와 같았다. 카로티노이드는 빨강, 노란, 주황색 계통의 과일과 채소에 많이 함유되어 있는 식물 색소로, 가장 잘 알려져 있는 베타카로틴을 포함하여 알파카로틴, 베타크립토잔틴, 라이코펜(lycopene), 루테인(lutein) 등이 포함된다. 이들 카로티노이드는 강력한 항산화제뿐만 아니라 면역력 향상, 항암 등 다양한 기능성이 보고되고 있다(Eom 등 2019). 비타민 K_1은 지용성 비타민으로 혈액 응고와 골대사와 관련이 있다고 알려져 있다(Lee 등 2016). 먼저 3가지 카로티노이드 분석을 위하여 4가지 산채는 동결건조한 시료를 검화방법으로 추출한 결과 배암차즈기 11.05 mg/100 g, 명월초 10.34 mg/100 g 및 삼백초가 11.14 mg/100 g으로 유의적으로 차이는 없었고, 일당귀가 9.00 mg/100 g로 다른 3종 산채에 비해서는 유의적으로 낮게 검출되었다 (p<0.05). 또한 모든 산채류에서 알파카로틴과 베타크립토잔틴은 검출되지 않았다. 비타민 K_1은 명월초가 4.25 mg/100 g으로 가장 높게 검출되었고, 다음으로 일당귀 3.20 mg/100 g, 배암차즈기 3.17 mg/100 g 및 삼백초에서는 2.05 mg/100 g으로 가장 낮게 검출되었다. 본 연구에 사용된 4종 산채 중 일부에 대하여 농촌진흥청 국가표준식품성분표(RDA 2017)에 베타카로틴과 비타민 K_1 함량에 대한 데이터가 제시되어 있는데, 배암차즈기(생잎)는 각각 261 ug/100 g, 152 ug/100 g, 당귀(일당귀, 생잎)는 베타카로틴 211 ug/100 g, 비타민 K_1에 대한 데이터는 없으며, 명월초(삼붕냐와, 생잎)는 224 ug/100 g, 274 ug/100 g으로, 삼백초(잎, 말린것)는 베타카로틴은 검출되지 않았고, 비타민 K_1에 대한 데이터는 없는 실정이어서 정확한 비교분석은 되지 않았다. 그러나 본 연구에 의하면 4종의 산채 건조분말의 경우 상당량의 베타카로틴과 비타민 K_1이 존재하였으며, 산채류는 생으로 먹기도 하지만 대부분 건조나물로 많이 소비되기 때문에 국가성분 데이터베이스에 건조한 것에 대한 영양성분의 업데이트가 필요할 것으로 판단된다.

요약 및 결론

충북의 대표적인 산채 개발을 위하여 배암차즈기, 일당귀, 명월초 및 삼백초 4종에 대한 일반성분, 무기질, 항산화 효과, α-glucosidase 저해활성, 카로티노이드 및 비타민 K_1의 함량을 알아보았다. 배암차즈기는 높은 DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능 및 높은 베타카로틴을 함유하고 있었지만, 다른 3종의 산채에 비해 가장 낮은 α-glucosidase 저해활성을 보였다. 일당귀의 경우는 높은 조단백질 함량과 α-lucosidase 저해활성을 보였지만, 다른 3종의 산채에 비해 총 폴리페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능 및 베타카로틴은 가장 낮은 값을 나타냈다. 명월초는 높은

Table 4. The carotenoid and vitamin K1 contents of 4 wild vegetables (mg/100 g)

Sample	*Salvia plebeia* R. Br.	*Angelica acutiloba*	*Gynura procumbens*	*Saururus chinensis* Baill
α-Carotene	-[1)]	-	-	-
β-Carotene	11.05±7.70[a2)]	9.00±1.64[b]	10.34±1.89[a]	11.14±0.67[a]
β-Cryptoxanthin	-	-	-	-
Vitamin K_1	3.17±0.54[b]	3.20±1.05[b]	4.25±1.23[a]	2.05±0.36[c]

[1)] ND: Not detected.

[2)] All values represent mean±S.D.

[a-c]Values with different small letters within a row are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

무기질 함량, 베타카로틴, 비타민 K_1 함량 및 α-glucosidase 저해활성 보였으나, 다른 산채에 비해 가장 낮은 총 폴리페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능을 나타냈다. 마지막으로 삼백초의 경우 높은 조섬유 함량, 총 폴리페놀 함량을 보인 반면, 가장 낮은 무기질과 비타민 K_1을 함유하고 있었다. 결론적으로 항산화 소재를 위해서는 배암차즈기나 삼백초를, α-glucosidase 저해활성을 위한 소재로는 일당귀와 명월초를 소재로 쓰는 것이 좋을 것으로 판단되면 특히 조섬유 함량이 높았던 삼백초는 다이어트 제품 등 저칼로리 식품 소재에 적합할 것이라 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ0145707)의 지원에 의해 이루어진 것임.

References

AOAC. 1990. Official Method of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists

Ahn H, Chung L, Choe E. 2015. *In vitro* antioxidant activity and *a*-glucosidase and pancreatic lipase inhibitory activities of several Korean *Sanchae*. *Korean J Food Sci Technol* 47:164-169

Choi Y, Kim M, Shin JJ, Park JM, Lee JS. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:723-727

Eom HJ, Kang HJ, Yoon HS, Kwon NR, Kim Y, Hong ST, Park J, Lee J. 2019. A study on contents of beta-carotene in local agricultural products. *Korean J Food Nutr* 32:335-341

Eom HJ, Shin HY, Ji YM, Kwon NR, Yoon HS, Kim IJ, Song Y, Yu KW. 2021. Nutritional components and physiological activity of *Centella asiatica* cultured in Chungju by drying method. *Korean J Food Nutr* 34:165-173

Han X, Choi SI, Kim MJ, Lee OH. 2019. Evaluation of antioxidant and cognition improvement effects of 10 wild vegetables cultivated in Gangwon province. *Korean J Food Nutr* 32:662-668

Jang GY, Kim HY, Lee SH, Kang YR, Hwang IG, Woo KS, Kang TS, Lee JS, Jeong HS. 2012. Effects of heat treatment and extraction method on antioxidant activity of several medicinal plants. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:914-920

Jeong JS, Kim YJ, Ahn EK, Shin JY, Go GB, Son BG. 2015. Antioxidative activities and qualitative characteristics of substitute tea using *Salvia plebeia* R. Br. *Korean J Food Cookery Sci* 31:41-52

Kim AR, Lee HJ, Jung HO, Lee JJ. 2014. Physicochemical composition of ramie leaf according to drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:118-127

Kim EJ, Choi JY, Yu M, Kim MY, Lee S, Lee BH. 2012. Total polyphenols, total flavonoid contents, and antioxidant activity of Korean natural and medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 44:337-342

Kim SH, Honh YA, Heo SY, Ji JH. 2020. Analysis of the Impact of the Spread of COVID-19 on the Agricultural Food Consumption. Korea Rural Economic Institute

Kim SK, Ban SY, Kim JS, Chung SK. 2005. Change of antioxidant activity and antioxidant compounds in *Saururus chinensis* by extraction conditions. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 48:89-92

Lee AR, Kim JH, Park JH, Kim Y, Hong EY, Kim HR, Choi Y, Lee J, Eom HJ. 2016. A study on contents of vitamin K_1 in local agricultural products. *Korean J Food Nutr* 29:301-306

Lee HS, Kim JH. 2021. Analysis of food consumption behavior due to COVID-19: Focusing on MZ generation. *J Digit Converg* 19:47-54

Lee IS, Moon HY. 2012. Antimicrobial activity on respiration diseases inducing bacteria and antioxidant activity of water extracts from wild edible vegetables. *Korean Soc Biotechnol Bioeng* 27:114-120

Lee SJ, Hwang CR, Kang JR, Shin JH, Kang MJ, Sung NJ. 2012. Anti-obesity effect of red garlic composites in rats fed a high fat-cholesterol diet. *J Life Sci* 22:671-680

Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS. 2005. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung Island. *Korean J Food Sci Technol* 37:233-240

Lee J. 2016. Physicochemical and antioxidant properties in *Allium hookeri* by hot air- and freeze-drying methods. *Korean J Food Preserv* 23:57-62

Lee KH, Lee SH, Yeon ES, Chang WB, Kim JH, Park JH, Han GH, Park JH, Kim SJ, Sa TM. 2020. Effect of shading on growth and functional ingredient contents of *Gynura procumbens* cultivated in hydroponics system. *Korean J Soil Sci Fert* 53:150-161

Lee YR, Yoon N. 2015. Anti-oxidative and anti-diabetic effects of methanol extracts from medicinal plants. *J Korean Soc*

Food Sci Nutr 44:681-686

Manach C, Scalbert A, Morand C, Rémésy C, Jiménez L. 2004. Polyphenols: Food sources and bioavailability. *Am J Clin Nutr* 79:727-747

Nam HS, Jung JW, Kim DW, Ha HC. 2017. Antioxidant and anti-inflammatory activities of hot water extracts of *Ligularia fischeri. Korean J Food Preserv* 24:834-841

Osborne DR, Voogt P. 1981. The Analysis of Nutrients in Foods. pp.130-134. London Academic Press

Park EJ, Ahn JJ, Kang SA, Kim HY, Kwon JH. 2013. Physicochemical quality and hypoglycemic effect of omija sauce. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1079-1085

Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26:1231-1237

Rural Development Administration [RDA]. 2017. Food Composition Table Ⅱ. 9th ed. rev. pp.1-570. Rural Development Administration

Tibbot BK, Skadsen RW. 1996. Molecular cloning and characterization of a gibberellin-inducible, putative α-glucosidase gene from barley. *Plant Mol Biol* 30:229-241

Wang Y, Ma L, Li Z, Du Z, Liu Z, Qin J, Wang X, Huang Z, Gu L, Chen AS. 2004. Synergetic inhibition of metal ions and genistein on α-glucosidase. *FEBS Lett* 576:46-50

Xu ML, Jian He H, Wang L, Kim HS, Jin CW, Cho DH. 2010. Antioxidant and anti-diabetes activity of extracts from *Machilus thunbergii* S. et Z. *Korean J Med Crop Sci* 18:34-39

Received 08 July, 2021
Revised 19 July, 2021
Accepted 05 August, 2021