

정선 갓의 영양성분 및 세포기반 항산화 활성 분석

권희연 · 최선일 · 조봉연 · 최승현 · 심완섭 · 한웅호 ·
장길웅 · 최예은 · 여진희* · 조주현** · †이옥환***

강원대학교 식품생명공학과 대학원생, *정선군 농업기술센터 연구원,
하람 중앙연구소 연구소장, *강원대학교 식품생명공학과 교수

Analysis of Nutritional Components and Cell-based Antioxidant Activity on *Brassica juncea* Cultivated in Jeongseon, South Korea

Hee-Yeon Kwon, Sun-Il Choi, Bong-Yeon Cho, Seung-Hyun Choi, Wan-Sup Sim, Xiongao Han,
Gill-Woong Jang, Ye-Eun Choi, Jin-Hui Yeo*, Ju-Hyun Cho** and †Ok-Hwan Lee***

Graduate Student, Dept. of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

*Researcher, Jeongseon Agriculture Technology & Extension Center, Jeongseon 26103, Korea

**Director, Haram Central Research Institute, Cheongju 28160, Korea

***Professor, Dept. of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

Abstract

The purpose of this study was to demonstrate the quality characteristics of *Brassica juncea* cultivated in Jeongseon (BJJ), South Korea. We analyzed the nutritional components and antioxidant activity of BJJ. As a result of the free sugar analysis, the contents of glucose and fructose in BJJ were 0.29 ± 0.02 g/100 g and 0.10 ± 0.00 g/100 g, respectively. The major fatty acids were palmitic acid, octadecenoic acid and stearic acid. The palmitic acid was the highest at 31.22% of all fatty acids. The major minerals were identified as Ca, P, K, Mg and Na. The contents of vitamin B₁, vitamin B₂, vitamin B₆, vitamin C and vitamin E in BJJ were 0.02 ± 0.00 mg/100 g, 0.087 ± 0.01 mg/100 g, 0.02 ± 0.00 mg/100 g, 0.56 ± 0.06 mg/100 g and 0.20 ± 0.03 mg α -TE/100 g, respectively. As a result of the free amino acid analysis, total amino acid contents in BJJ were $2,801.21 \pm 115.38$ mg/100 g. L-proline content was the highest (744.30 ± 119.06 mg/100 g) in BJJ. BJJ extract inhibits reactive oxygen species production in 3T3-L1 adipocytes. Also, BJJ extract exhibits a protective effect on oxidative stress in H₂O₂-induced human dermal fibroblast. These results indicate that BJJ comprises various valuable nutrients which can be used as functional food ingredients.

Key words: *Brassica juncea*, nutritional components, antioxidant, 3T3-L1, human dermal fibroblast

서 론

십자화과에 속하는 채소류 중의 하나인 갓(leaf mustard, *Brassica juncea*)은 한국과 일본 등에서 널리 재배되고 있으며, 주로 잎과 줄기를 식용으로 사용하고 종자는 겨자를 만드는데 사용하는 두해살이 식물이다(Farrell KT 1998). 갓은 식물성 2차 대사산물인 flavonoid, polyphenol류, 함황화합물 등이 풍부하다고 보고된 바 있다(Cho 등 1993a). 이러한 물질

들은 생리활성 물질로서 체내에서 약리작용을 나타내는데, 특히 면역계를 강화시킴으로써 건강유지에 기여하며, 최근에는 암을 예방하는 대표적인 식품으로 여겨지고 있다(Lee & Rhee 1997).

현재 갓에 대한 연구동향을 살펴본 결과, Kim 등(2011b)은 청갓과 적갓에 함유된 glucosinolates의 항암활성 및 정량분석을 통하여 갓에 대한 기능성을 평가하였고, Hwang JH(2015)는 갓무를 첨가한 김치의 발효 및 관능 특성을 평가하였으

† Corresponding author: Ok-Hwan Lee, Professor, Dept. of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea. Tel: +82-33-250-6454, Fax: +82-31-241-0508, E-mail: loh99@kangwon.ac.kr

며, Cho 등(1993b)은 돌산 갖의 주요 색소성분을 평가하여 돌산 갖의 총 카로티노이드 함량과 총 클로로필 함량을 조사하고, 잎과 줄기를 비교분석하였고, Park 등(1995)은 돌산 갖 추출물의 항균활성 및 열 안전성을 평가하여 돌산 갖 중의 천연 항균활성 물질을 이용한 식품의 보존력 증진 가능성을 확인하였다. Oh 등(2015)은 돌산 갖의 glucosinolates 중 하나인 sinigrin의 함량을 분석하여 부위별 sinigrin의 함량을 비교분석하였고, Choi 등(2001)은 성장 시기에 따른 돌산 갖의 부위별 즙액의 생리활성을 평가하여 돌산 갖의 항산화 활성 및 항암 기능성에 대하여 평가한 바 있다.

최근 강원도 정선군에서는 갖을 농업 특화소득 작목으로 선정하여 정선지방에서 재배되는 갖의 산업화를 위하여 적극 육성하고 있다. 하지만, 우리나라 갖에 대한 연구는 돌산 갖에 대한 연구만 활발히 이루어지고 있을 뿐, 강원도 정선군의 토종 갖에 대한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구진은 정선군 토종 갖의 기초자료를 구축하고자 정선 갖의 영양성분분석 및 세포기반 항산화 활성에 대하여 조사하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 시약

본 연구에 사용된 시료는 2017년 10월에 강원도 정선 지역에서 수확된 갖으로 정선군농업기술센터로부터 제공받아 사용하였으며, 제공받은 정선 갖을 깨끗이 세척하여 이물질을 제거한 뒤, 동결건조 후 분쇄하여 균질화한 분말을 영양성분 분석에 사용하였다. 세포기반 항산화 활성에 사용한 갖 추출물은 동결건조 후 분쇄한 분말에 20배의 80% EtOH 용액을 첨가한 후 70°C에서 2시간 동안 추출하여 추출물을 제조하였고, 농도별로 희석하여 실험에 사용하였다. 실험에 사용된 Dulbecco's modified Eagle's medium(DMEM), penicillin-streptomycin(P/S), fetal bovine serum(FBS), trypsin-EDTA 및 phosphate-buffered saline(PBS)은 Gibco(Gaithersburg, MD, USA)로부터 구입하여 사용하였고, dimethyl sulfoxide(DMSO)는 Junsei Chemical(Tokyo, Japan)에서 구입하여 사용하였으며, 기타 시약 등은 Sigma-Aldrich Co., Ltd.(St. Louis, MO, USA)로부터 구입하여 사용하였다.

2. 유리당 분석

유리당 분석 시험은 식품공전(KFIA 2016)에 의거하여 진행하였다. 동결건조하여 균질화한 정선 갖 시료 5 g에 석유에테르 25 mL를 첨가하여 분산시킨 후 2,000 rpm에서 10분 동안 원심분리하여 석유에테르를 제거한 후 질소농축하였다. 증류수 25 mL를 첨가하고 85°C의 항온수조에서 25분간

추출한 뒤, 실온으로 냉각하였다. 2,000 rpm에서 10분 동안 원심분리하여 얻은 상등액을 농축시켜 0.45 µm membrane 필터로 여과한 후 HPLC로 분석하였다. 유리당 표준시료로는 fructose, sucrose, glucose, maltose 및 lactose(Sigma co., St. Louis, MO, USA)를 사용하였고, 검출기는 RI, 컬럼은 Shodex Asahipak NH2P-50 4E(250 × 4.6 mm, 5 µm, Shodex, New York, USA), 컬럼온도는 35°C, 이동상 조건은 acetonitrile:DDW= 75:25, 시료주입량은 10 µL, 속도는 1.0 mL/min으로 진행하였다.

3. 지방산 분석

지방산 분석 시험은 정선 갖의 지방질을 Soxhlet 추출법(AOAC 1995)으로 추출하고, 식품공전(KFIA 2016)에 의거하여 수행하였다. 조지방을 추출한 비커를 에테르 3~5 mL를 이용하여 씻어 유리튜브에 넣고 질소농축한 뒤, 내부표준용액 1 mL를 첨가하여 0.5 N 메탄올성 수산화나트륨용액 1.5 mL를 가하고 질소를 불어넣은 후 뚜껑을 덮고 혼합하여 100°C dry oven에서 5분간 가온하였다. 냉각 후 14% boron trifluoride-methanol 용액을 2 mL 첨가하고 다시 질소를 불어넣은 후 뚜껑을 덮고 혼합하여 100°C dry oven에서 30분간 가온한 뒤, 30~40°C로 냉각하고 iso-octane 용액 1 mL를 가하여 질소를 불어넣고 뚜껑을 덮어 30초간 진탕 혼합하였다. 포화 염화나트륨용액 5 mL를 가한 뒤 질소를 불어넣고 뚜껑을 덮은 상태로 진탕 혼합한 뒤, 상온으로 냉각한 후 수층으로부터 분리된 iso-octane 층을 무수황산나트륨으로 탈수하여 시험용액으로 사용하였고, 가스크로마토그래피에 주입하여 분석하였다. 사용한 컬럼은 SP-2560(100 m × 0.25 mm × 0.2 µm)이며, 검출기는 불꽃이온화 검출기, 주입기 온도는 225°C, 검출기 온도는 285°C, 오븐의 온도는 100°C에서 4분간 유지 후 1분에 3°C씩 240°C까지 온도를 상승시켜 240°C에서 15분간 유지하였으며, 운반기체는 질소를 사용하였다.

4. 무기질 분석

정선 갖의 무기질 분석은 식품공전(KFIA 2016)을 이용하여 수행하였다. 정선 갖에 함유된 무기질 분석을 위한 전처리 방법은 건식법(AOAC 1995)을 사용하였다. 정선 갖 분말 2 g을 도가니에 넣고 전열기에서 예비 가열시킨 후 550°C 전기 회화로에서 6시간 회화한 다음 방냉하였다. 방냉한 시료에 탈이온수 10 방울을 첨가하고, HNO₃와 물을 1:1 비율로 희석한 묽은 질산 4 mL를 넣은 다음 다시 120°C 전열기에서 수분을 제거시키고, 550°C 전기 회화로에서 1시간 회화·방냉하였다. 여기에 HCl과 물을 1:1 비율로 희석한 묽은 염산 10 mL를 첨가하여 이를 50 mL 정용플라스크로 옮겨 탈이온수로 정용 후 여과하여 ICP(ICP-OES, Optima 7300V, Perkin elmer, Waltham, MA, USA)로 분석하였으며, 분석조건은 다

음과 같다. Plasma flow는 15.0 L/min, auxiliary flow는 0.2 L/min, nebulizer flow는 0.6 L/min, 각 무기질의 검출 파장은 Ca: 393.366, Fe: 238.204, P: 213.618, K: 766.491, Mg: 279.553, Zn: 213.856, Cu: 324.754, Mn: 257.610, Na: 588.995 및 Se: 196.060 nm이었다.

5. 비타민 분석

정선 갖의 비타민 함량 분석은 식품공전(KFIA 2016)에 따라 수행하였다. 먼저 비타민 B₁ 분석은 정선 갖 1 g을 측량하여 10% 삼염화초산용액 5 mL를 넣고 균질화하였다. 균질화한 용액을 10% 삼염화초산용액으로 10 mL로 맞춰준 후 9,000 rpm에서 30분간 원심분리하였다. 상등액 200 µL를 시험관에 취하여 4 M 초산나트륨용액 30 µL를 가하였다. 그 후 2% 다카디아스타제 용액 10 µL를 주입하고 잘 교반하면서 37°C에서 8~10시간 반응시켜 HPLC로 분석하였다. 검출기로는 형광검출기(여기파장: 375 nm, 측정파장: 450 nm), 컬럼은 CAPCELL PAK C18(5 µm, size 4.6 mm I.D. × 250 mm, Shiseido, Tokyo, Japan), 컬럼온도는 40°C, 이동상은 0.01 M 제일인산나트륨용액, 반응액은 0.01% 페리시안화칼륨/15% 수산화나트륨용액, 시료 주입량은 20 µL, 속도는 0.7 mL/min으로 하였다. 계산식은 다음과 같다.

$$\text{비타민 B}_1 (\text{mg}/100 \text{ mg}) = S \times \frac{a \times b}{\text{검체채취량}(\text{g})} \times \frac{100}{1,000}$$

- S: 시험용액 중의 비타민 B₁의 농도(µg/mL)
- a: 시험용액의 전량(mL)
- b: 시험용액의 희석배수(g)

비타민 B₂ 분석은 정선 갖 일정량을 칭량해 소량의 물을 가해 균질화하고, 이에 물을 가해 70°C에서 20분간 추출한 후 1 mL 증 비타민 B₂ 함량이 0.05~0.5 µg이 되도록 하여 HPLC로 분석하였다. 검출기로는 형광검출기(여기파장: 445 nm, 측정파장: 530 nm), 컬럼은 CAPCELL PAK C18(5 µm, size 4.6 mm I.D. × 250 mm), 컬럼온도는 35°C, 이동상은 MeOH:10 mM NaH₂PO₄(35:65), 시료 주입량은 10 µL, 속도는 0.8 mL/min으로 하였다. 계산식은 다음과 같다.

$$\text{비타민 B}_2 (\text{mg}/100 \text{ mg}) = S \times \frac{a \times b}{\text{검체채취량}(\text{g})} \times \frac{100}{1,000}$$

- S: 시험용액 중의 비타민 B₂의 농도(µg/mL)
- a: 시험용액의 전량(mL)
- b: 시험용액의 희석배수(g)

비타민 B₃(나이아신) 분석은 정선 갖 1~10 g을 메스플라스크에 넣고 5 mM hexanesulfonate 용액에 녹여 100 mL가 되도록 하였다.

30분간 초음파 추출 후, 0°C, 9,000 rpm에서 30분간 원심분리하였다. 상등액을 membrane syringe filter(pore size 0.2 µm, 25 mm)로 여과하여 HLB카트리지에 5 mL의 메탄올과 5 mL의 증류수를 연속으로 통과시켰다. 그 후 5 mL의 n-hexane으로 세척하여 80% 메탄올용액 5 mL로 용출하였다. 용출액을 메스플라스크에 모아 증류수를 이용하여 10 mL로 적정한 뒤, HPLC 분석에 사용하였다. 검출기는 UV 검출기(260 nm), 컬럼은 CAPCELL PAK C18(5 µm, size 4.6 mm I.D. × 250 mm), 컬럼온도는 40°C, 이동상 조건은 A: 5 mM hexanesulfonate/0.1% acetic acid, B: 35% 5 mM hexanesulfonate/0.1% acetic acid/65% MeOH로 하여 A:B=100:0(3 min hold) → 3%/min → A:B=70:30(7 min hold), 시료 주입량은 10 µL, 속도는 1 mL/min으로 하였다. 계산식은 다음과 같다.

$$\text{나이아신} (\text{mg}/100 \text{ mg}) = S \times \frac{a \times b}{\text{검체채취량}(\text{g})} \times \frac{100}{1,000}$$

- S: 시험용액 중의 나이아신의 농도(µg/mL)
- a: 시험용액의 전량(mL)
- b: 시험용액의 희석배수(g)

$$\text{나이아신아미드} (\text{mg}/100 \text{ mg}) = S \times \frac{a \times b}{\text{검체채취량}(\text{g})} \times \frac{100}{1,000}$$

- S: 시험용액 중의 나이아신아미드의 농도(µg/mL)
- a: 시험용액의 전량(mL)
- b: 시험용액의 희석배수(g)

$$\text{나이아신 함량} = \text{나이아신} + (\text{나이아신아미드 함량} \times 1.008)$$

비타민 B₅(판토텐산) 분석은 균질화한 정선 갖 시료를 적당량 취하여 20 mM 인산완충용액(pH 2.1)을 가하여 30분간 초음파장치로 추출하였다. 그 후 50 mL로 적정하여 3,000 rpm에서 원심분리하였고, 상등액을 0.45 µm membrane filter로 여과하여 시험용액으로 사용하여 HPLC로 분석하였다. 검출기는 UV검출기(200 nm), 컬럼은 CAPCELL PAK C18, UG 12V(1.5 mm × 250 mm, 5 µm), 컬럼온도는 35°C, 이동상 조건은 A: 20 mM potassium phosphate(pH 2.1), B: 20 mM potassium phosphate/ACN(80/20)으로 하여 A:B=96:4(0~37 min) → A:B=0:100(37~47 min), 시료주입량은 10 µL, 속도는 120 µL/min으로 하였다. 계산식은 다음과 같다.

$$\text{판토텐산} (\text{mg}/100 \text{ mg}) = S \times \frac{a \times b}{\text{검체채취량}(\text{g})} \times \frac{100}{1,000}$$

- S: 시험용액 중의 판토텐산의 농도(µg/mL)
- a: 시험용액의 전량(mL)
- b: 시험용액의 희석배수(g)

비타민 B₆(피리독신) 분석은 정선 갖을 적당량 취하여 잘게 부순 후, 증류수 25 mL를 가하여 30분간 초음파로 추출하였다. 3,000 rpm에서 원심분리하여 상등액을 여과한 뒤 잔류물에 증류수 25 mL를 다시 가하여 30분 동안 초음파로 추출하였다. 3,000 rpm에서 원심분리하여 상등액을 여과한 뒤 앞의 여액과 합하여 50 mL로 맞추고, 0.45 µm membrane filter로 여과하여 HPLC 분석에 사용하였다. 검출기는 형광검출기(여기파장: 290 nm, 측정파장: 396 nm), 컬럼은 CAPCELL PAK C18, UG 12V(1.5 mm × 250 mm, 5 µm), 이동상은 50 mM NaH₂PO₄(pH 2.5), 시료주입량은 10 µL, 속도는 1 mL/min으로 하였다. 계산식은 다음과 같다.

$$\text{피리독신}(\text{mg}/100 \text{ mg}) = S \times \frac{a \times b}{\text{검체채취량}(\text{g})} \times \frac{100}{1,000}$$

S: 시험용액 중의 피리독신의 농도(µg/mL)

a: 시험용액의 전량(mL)

b: 시험용액의 희석배수(g)

비타민 C 분석은 정선 갖 일정량을 취하여 동량의 10% 메탄인산용액을 가하여 10분간 현탁 후 적당량의 5% 메탄인산을 넣어 균질화시켰다. 그 후 50 mL 메스플라스크에 옮기고 소량의 5% 메탄인산용액으로 용기를 씻은 후 메스플라스크에 합하여 50 mL로 하였다. 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액을 취하고 5% 메탄인산용액으로 적당히 희석한 시험용액을 HPLC로 분석하였다. 검출기는 UV 검출기(254 nm), 컬럼은 CAPCELL PAK C18(5 µm, size 4.6 mm I.D. × 250 mm), 컬럼온도는 40°C, 이동상은 0.05% formic acid, 시료주입량은 10 µL, 속도는 0.7 mL/min으로 하였다. 계산식은 다음과 같다.

$$\text{비타민 C}(\text{mg}/100 \text{ mg}) = S \times \frac{a \times b}{\text{검체채취량}(\text{g})} \times \frac{100}{1,000}$$

S: 시험용액 중의 비타민 C의 농도(µg/mL)

a: 시험용액의 전량(mL)

b: 시험용액의 희석배수(g)

비타민 D 분석은 정선 갖을 균질화하여 비타민 D를 2 IU(0.05 µg)이상 함유한 만큼의 갖을 비누화 플라스크에 정밀히 취하였다. 물 3 mL를 가해 충분히 녹인 후 피로갈롤에탄올용액 40 mL를 가하여 약하게 진탕 혼합하였다. 그 후, 수산화칼륨 10 mL를 가하고, 환류냉각관을 부착하여 끓는 물에서 증탕으로 30분간 가열하여 비누화시켰다. 그 후 실온으로 냉각하고 갈색 분액깔때기로 옮겨 헥산 50 mL를 가하여 10분간 강하게 진탕 혼합하였다. 침전이 가라앉을 때까지 방

치한 후 헥산층을 250~300 mL의 새로운 분액깔때기로 옮겼다. 그 후, 50 mL 헥산 추출을 2회 더 반복하여 이전의 추출용매와 합하고, 1 N 수산화칼륨용액 100 mL를 가하여 15초간 강하게 진탕한 후 이를 방지하여 분리하고 흔탁한 물층을 버렸다. 헥산층에 0.5 N 수산화칼륨용액 40 mL를 가하여 진탕한 후 물층을 버리고 헥산층을 세척하여 세척액이 페놀프탈레인시액으로 알칼리의 반응을 나타내지 않을 때까지 여러 번 세척하였다. 수세한 헥산층을 무수황산나트륨으로 탈수하여 갈색 플라스크로 옮기고 무수황산나트륨을 헥산 10 mL로 2회 세척한 후 탈수한 헥산용매와 합하고, 이를 40°C 이하에서 감압농축하였다. 그 후 잔류물에 메탄올 5 mL를 가하여 녹이고 0.45 µm membrane filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다. 검출기는 UV검출기(254 nm), 컬럼은 CAPCELL PAK C18(5 µm, size 4.6 mm I.D. × 250 mm), 컬럼온도는 40°C, 이동상은 메탄올:에탄올=9:1 혼합용액, 시료주입량은 210 µL, 속도는 0.5 mL/min으로 하였다. 계산식은 다음과 같다.

$$\text{비타민 D}(\mu\text{g}/100 \text{ mg}) = S \times \frac{a \times b}{\text{검체채취량}(\text{g})} \times \frac{100}{1,000}$$

S: 시험용액 중의 비타민 D의 농도(µg/mL)

a: 시험용액의 전량(mL)

b: 시험용액의 희석배수(g)

비타민 E(토코페롤) 분석은 토코페롤을 약 0.2 mg을 함유하는 균질화한 정선 갖을 검화플라스크에 정밀히 달아 에탄올 30 mL, 10% 피로갈롤에탄올용액 1 mL, 수산화칼륨용액 3 mL를 가해 환류냉각관을 부착하여 비등수욕 중에서 30분간 비누화시켰다. 비누화 후 신속히 냉각하여 실온으로 한 후 물 30 mL를 가해 갈색분액깔때기에 옮겼다. 플라스크는 물 10 mL로 씻고 석유에테르 30 mL로 씻어 잘 혼합하여 방치한 후 석유에테르층을 분리했다. 물층은 석유에테르 30 mL를 가해 2회 추출하고 석유에테르액을 합하여 물 10 mL로 1회, 이어 물 50 mL로 페놀프탈레인시액이 분홍색이 되지 않을 때까지 씻었다. 분액깔때기에서 물을 충분히 분리한 후 무수황산나트륨으로 탈수한 후 석유에테르층을 갈색플라스크에 옮겼다. 그 후 잔존하는 황산나트륨은 다시 석유에테르 10 mL씩으로 2회 씻고, 씻은 액을 플라스크에 모두 합한 다음 전석유에테르추출액을 40~45°C에서 감압증발 건조한 후 잔류물을 헥산 1.0 mL를 가하여 녹이고, 이를 시험용액으로 하여 HPLC로 분석하였다. 검출기는 UV검출기(295 nm), 컬럼은 Develosil C30 UG-5(4.6 × 250 mm, 295 nm), 컬럼온도는 30°C, 이동상은 메탄올:물=95:5, 시료주입량은 10 µL, 속도는 1.0 mL/min으로 하였다. 계산식은 다음과 같다.

$$\text{토코페롤(mg } \alpha\text{-TE/100 mg)} = S \times \frac{a \times b}{\text{검체채취량(g)}} \times \frac{100}{1,000}$$

S: 시험용액 중의 토코페롤의 농도(μg/mL)

a: 시험용액의 전량(mL)

b: 시험용액의 희석배수(g)

비타민 B₉(folic acid) 분석은 균질화한 정선 갖 일정량을 50 mL를 갈색 플라스크에 정확히 칭량하여 10 mM 인산완충용액(pH 8.0)을 첨가해 50 mL로 정용하였다. 10분 동안 초음파 추출 후, 원심분리관으로 옮겨 20분간 shaker에서 격렬하게 흔들고, 4,000 rpm, 15 min에서 원심분리한 상등액을 0.22 μm membrane filter로 여과하여 HPLC 분석에 사용하였다. 검출기는 UV 검출기(280 nm), 컬럼은 CAPCELL PAK C18(5 μm, size 4.6 mm I.D. × 250 mm, Shiseido, Tokyo, Japan), 컬럼 온도는 40°C, 이동상 조건은 A: 10 mM 인산완충용액(pH 7.2)으로 희석한 5 mM tetrabutyl ammonium bromide, B: acetonitrile (A:B=8:2), 시료 주입량은 20 μL, 속도는 1.0 mL/min으로 하였다. 계산식은 다음과 같다.

$$\text{Folic acid(mg/100 g)} = S \times \frac{a \times b}{\text{검체채취량(g)}} \times \frac{100}{1,000}$$

S: 시험용액 중의 folic acid의 농도(μg/mL)

a: 시험용액의 전량(mL)

b: 시험용액의 희석배수(g)

6. 유리 아미노산 분석

정선 갖의 아미노산 함량 분석은 Henderson & Ricker(2000)의 방법을 이용하여 분석하였다. 동결건조 후 균질화한 정선 갖 분말시료 800 mg을 정확히 취하여 6 N HCl 30 mL를 가한 다음 vial에 넣고, N₂로 치환하여 밀봉하였다. 이를 130°C 오븐에서 24시간 가수분해시킨 뒤 방냉하여 50 mL 정용플라스크에 옮기고 탈이온수로 정용하였다. 이 중 1 mL를 vial에 취해 증발건조시킨 뒤 건조된 vial에 0.02 N HCl 1 mL를 첨가하여 녹인 후, 0.2 μm membrane 필터로 여과하여, 이를 아미노산 분석용 시험용액으로 사용하였다. 분석에 사용한 컬럼은 Agilent ZORBAX Eclipse AAA(4.6 × 150 mm, 5 μm), 컬럼온도는 40°C, 이동상 조건은 A: 40 mM sodiumphosphate, B: acetonitrile/methanol/DW(45/45/10)으로 하여 A:B=100:0(0~18.1 min) → A:B=43:57(18.1~18.6 min) → A:B=0:100(18.6~22.3 min) → A:B=100:0(22.3~26.0 min), 시료주입량은 10 μL, 속도는 1.5 mL/min 으로 하였다.

7. 세포배양

본 연구에서 사용된 마우스 유래 3T3-L1 세포주는 American

Type Culture Collection(ATCC, CL-173, Manassas, VA, USA) 으로부터 분양 받아 사용하였다. 3T3-L1 세포는 2×10⁶ cell/well 농도로 각 실험에 쓰일 plate에 배양하고, BS(10%) 및 P/S(1%)를 함유한 DMEM(89%)에서 100% confluence 상태가 될 때까지 배양하였다. 이로부터 2일 후에, 지방세포 분화 유도 물질(1 μg/mL insulin, 1 μM DEX, 0.5 mM IBMX)과 FBS(10%) 및 P/S(10%)를 함유한 DMEM으로 전지방세포에서 지방세포로 분화를 유도하였으며, 2일마다 insulin, FBS, P/S 만 첨가된 배지로 교체해 주었다. 지방세포 분화 시작일(day 0)부터 각각의 시료를 25, 50 및 100 μg/mL 농도로 처리하였다. 피부 섬유아세포(Human dermal fibroblast)는 American Type Culture Collection(ATCC, PCS-201-012, Manassas, VA, USA) 으로부터 분양 받아 사용하였다. 피부 섬유아세포는 실험목적에 따라 6-well 및 96-well plate에 각각 1×10⁶ cells/well을 seeding한 후, FBS(10%) 및 P/S(1%)를 함유한 저농도 포도당 DMEM(89%)에서 24시간 배양하여 실험에 사용하였다.

8. 세포독성평가(XTT assay)

3T3-L1 지방세포와 피부 섬유아세포에 대한 시료의 세포 독성평가는 Kim 등(2011a)의 방법에 따라 XTT{2,3-bis(2-methoxy-4-nitro-5-sulfophenyl)-2H-tetrazolium-5-carboxanilide innersalt} assay kit(WelGene, Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였다. 3T3-L1 지방세포는 96-well plate에 배양하여 분화 6일 차가 되었을 때 XTT assay를 진행하였다. 1 mL의 XTT reagent와 20 μL PMS reagent를 혼합하여 working solution을 준비하여 놓고, pipet을 이용하여 96-well medium 부피의 20% 되는 양 만큼 취하고, 각각의 well에 첨가하여 가볍게 흔들어 혼합하였다. 4시간 동안 37°C의 CO₂ incubator에서 배양한 후, microplate reader(Spectramax i3, Molecular Devices, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 450 nm 흡광도 값에서 690 nm의 흡광도 값을 뺀 결과 값으로 세포 독성을 계산하였다. 피부 섬유아세포에 대한 시료의 세포독성평가는 HDF를 실험전날 1 × 10⁶ cell/well 농도로 96-well plate에 seeding하고, 각각의 정선 갖 추출물을 농도별 처리하여 24시간 동안 배양한 후 동일하게 XTT assay를 진행하여 세포독성을 계산하였다.

9. 정선 갖 추출물의 ROS 생성 억제효과

분화과정에 따른 지방세포 내 ROS(reactive oxygen species) 생성량을 측정하기 위하여 먼저 24-well에 배양 및 분화된 3T3-L1 세포의 배양액을 제거한 후 멸균된 PBS(phosphate buffer saline, pH 7.4)를 이용하여 2회 세척하고 0.2% NBT(nitro blue tetrazolium) 용액 200 μL를 첨가하여 CO₂ incubator에서 90분간 반응시킨 뒤 KOH solution(DMSO:1 N KOH=7:3)을 이용하여 dark blue formazan을 모두 용출시킨 후 동량의

증류수를 첨가하여 잘 섞어준 후 microplate reader 570 nm에서 흡광도를 측정하였다.

분화 과정에 따른 세포 내 지방축적량과 ROS 생성량과의 상관관계를 측정하고자 각각의 시료를 처리하여 24-well에서 6일 동안 분화된 3T3-L1 세포의 배양액을 제거한 후, 10% formalin 용액 500 μ L를 첨가하여 5분간 실온에서 방치한 뒤 제거하였다. 그 후 동량의 formalin 용액을 첨가하여 1시간 이상 실온에서 방치한 후, formalin을 제거하고 60% isopropanol 용액 500 μ L로 세척하여 세포를 완전히 건조시켰다. 완전히 건조된 세포들은 미리 제조해 둔 ORO working solution(Oil Red O:DDW=6:4)으로 세포 내 축적된 지방성분들을 충분히 염색한 후, 증류수를 이용하여 세포를 3-4회 세척하고, 완전히 건조시켰다. 세포 내 축적된 지방 성분과 결합한 Oil red O는 100% isopropanol을 이용하여 모두 용출시킨 후 490 nm에서 흡광도를 측정하였다.

10. H₂O₂로 유도된 산화적 스트레스에 대한 피부세포 보호효과

피부 섬유아세포에 대한 시료의 세포 보호 효과는 H₂O₂ 처리 후 XTT assay를 이용하여 세포의 생존율을 이용하여 측정하였다. HDF 세포를 1 \times 10⁶ cell/well 농도로 96-well plate에 seeding하고, 양성대조군 50 μ M ascorbic acid 및 농도별 정선 갖 추출물을 처리하여 24시간 동안 배양하였다. 그 후 1 mM H₂O₂ 을 3시간 처리하여 산화적 스트레스를 유도한 후 XTT assay를 이용하여 세포 생존율을 계산하였다.

11. 통계처리

본연구의 항비만 활성 및 피부세포 보호효과 결과 값은 SAS version 9.4(SAS institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 분석하였으며, one-way ANOVA 검정을 통해 유의성 분석을 실시하였다. Duncan의 다중범위 검정법(Duncan's multiple range test)으로 유의성은 $p < 0.05$ 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 정선 갖의 유리당 함량

정선 갖의 유리당 분석 결과는 Table 1과 같다. Sucrose, maltose, lactose는 검출되지 않았으며, glucose와 fructose가 각각 0.29 \pm 0.02 g/100 g 및 0.10 \pm 0.00 g/100 g 함유되어 있었다. 돌산 갖의 유리당 분석을 한 Cho 등(1993b)의 연구에 따르면 돌산 갖의 glucose 함량은 293.3 mg%로 측정되어 본 연구에서의 결과 값인 290 mg%와 비슷한 수치를 보였고, fructose 함량은 5 mg% 이하라고 보고하였지만, 본 연구에서는 100 mg%로 측정되어, fructose 함량에서는 차이를 보였다. Vahouny &

Table 1. Free sugar contents of *Brassica juncea* cultivated in Jeongseon

Free sugars	Mean \pm SD (g/100 g)	RSD ¹⁾ (%)
Sucrose	N.D ²⁾	-
Glucose	0.29 \pm 0.02	5.79
Fructose	0.10 \pm 0.00	3.32
Maltose	N.D	-
Lactose	N.D	-

¹⁾ RSD : relative standard deviation.

²⁾ N.D : not detected.

Kritchevsky(2012)의 연구에서 잎채소는 온도, 일조량 등에 따라 당 함량의 차이가 크게 나타날 수 있다고 보고한바 있다. 같은 종인 *Brassica juncea*를 연구하였음에도 위와 같은 차이가 나타난 것으로 보아, 정선과 돌산의 기후적 차이에 의한 것으로 사료된다.

2. 정선 갖의 지방산 조성

정선 갖의 지방산 조성은 Table 2와 같다. 정선 갖의 지방산 총량은 65.09 mg/100 g으로 나타났으며, 주요 지방산은 palmitic acid(C_{16:0}), octadecenoic acid(C_{18:1n9c}), stearic acid(C_{18:0})였으며, 그 중에서 palmitic acid의 함량이 전체 지방산의 31.22% 수준으로 가장 많은 양을 차지하고 있는 것으로 확인되었다. 그 다음으로 octadecenoic acid가 20.32%, stearic acid가 11.93%의 순으로 총 지방산의 약 63.47%를 차지하고 있었다. 포화지방산과 불포화지방산의 함량은 각각 38.35 \pm 2.59 및 26.74 \pm 1.52 mg/100 g을 함유하고 있는 것으로 확인되었으며, 조성비로 확인하였을 때, 포화지방산 58.92%, 불포화지방산 41.08% 비율로 구성되어 있는 것을 확인하였다. Park 등(1993)은 돌산 갖의 지방산 분석을 실시하여 α -linolenic acid, palmitic acid 및 linoleic acid 등이 주요 지방산이라고 보고하였으며, 불포화지방산 78.9%, 포화지방산 21.1%으로 구성되어 있다고 보고하여 본 연구와는 차이를 보였다.

3. 정선 갖의 무기질 함량

정선 갖의 무기질 함량은 Table 3과 같다. 정선 갖의 주요 무기질은 Ca, P, K, Mg, Na으로 나타났으며, K를 가장 많이 함유하고 있고, Se을 가장 적게 함유하고 있는 것으로 확인되었다. 본 연구와 돌산 갖의 무기질 분석을 실시한 Park 등(1993)의 연구를 비교해볼 때, 돌산 갖 내 Ca은 137.6 mg%, Mg은 17.2 mg%, Na은 14.4 mg%, Fe은 7.0 mg%, Zn은 1.8 mg% 함유되어 있다고 보고하여 Ca, Fe, Zn은 돌산 갖에 더 많이 함유되어 있고, 그 외 무기질은 정선 갖에 더 많이 함유

Table 2. Fatty acid composition in crude fat of *Brassica juncea* cultivated in Jeongseon

Fatty acids	Composition (%)
Butyric acid(C _{4:0})	1.11
Caproic acid(C _{6:0})	0.00
Caprylic acid(C _{8:0})	0.52
Capric acid(C _{10:0})	1.37
Undecanoic acid(C _{11:0})	0.00
Lauric acid(C _{12:0})	1.26
Tridecanoic acid(C _{13:0})	0.00
Myristic acid(C _{14:0})	3.35
Tetradecenoic acid(C _{14:1})	0.00
Pentadecanoic acid(C _{15:0})	0.56
Pentadecenoic acid(C _{15:1})	0.00
Palmitic acid(C _{16:0})	31.22
Hexadecenoic acid(C _{16:1})	1.40
Margaric acid(C _{17:0})	1.16
Margaroleic acid(C _{17:1})	0.00
Stearic acid(C _{18:0})	11.93
Octadecenoic acid(C _{18:1n9t})	0.00
Octadecenoic acid(C _{18:1n9c})	20.32
Octadecadienoic acid(C _{18:2n6t})	1.81
Octadecadienoic acid(C _{18:2n6c})	7.42
Arachidic acid(C _{20:0})	1.34
Linolenic acid(C _{18:3n6c})	0.00
Eicosenic acid(C _{20:1})	0.00
Linolenic acid(C _{18:3n3c})	6.93
Heneicosanoic acid(C _{21:0})	0.00
Eicosadienoic acid(C _{20:2})	0.00
Behenic acid(C _{22:0})	1.74
Eicosatrienoic acid(C _{20:3n6})	0.00
Docosaenoic acid(C _{22:1n9})	0.40
Eicosatrienoic acid(C _{20:3n3})	0.00
Arachidonic acid(C _{20:4n6})	0.34
Tricosanoic acid(C _{23:0})	0.59
Docosadienoic acid(C _{22:2})	1.52
Arachidonic acid(C _{24:0})	2.77
Eicosapentaenoic acid(C _{20:5n3})	0.00
Nervonic acid(C _{24:1})	0.94
Docosahexaenoic acid(C _{22:6n3})	0.00
Total fatty acid	100.0
Saturated fatty acid	58.92
Unsaturated fatty acid	41.08

Table 3. Mineral contents of *Brassica juncea* cultivated in Jeongseon

Mineral	Mean±SD (mg/100 g)	RSD ¹⁾ (%)
Ca	85.35±1.62	1.90
Fe	1.00±0.03	2.78
P	36.78±1.80	4.89
K	464.31±6.33	1.36
Mg	19.72±0.86	4.34
Zn	0.42±0.05	11.44
Cu	0.05±0.00	5.89
Mn	0.20±0.01	4.81
Na	23.63±1.65	6.97
Se	0.01±0.00	5.83

¹⁾ RSD : relative standard deviation.

되어 있을 것으로 사료된다.

4. 정선 갖의 비타민 함량

정선 갖의 비타민 함량 분석결과는 Table 4와 같다. 비타민 A, B₃, B₅, D, B₉는 검출되지 않았으며, 비타민 B₁은 0.02±0.00 mg/100 g, 비타민 B₂는 0.087±0.01 mg/100 g, 비타민 B₆는 0.02±0.00 mg/100 g, 비타민 C는 0.56±0.06 mg/100 g, 비타민 E는 0.20±0.03 mg-α-TE/100 g 수준으로 함유되어 있음을 확인하였다. 다양한 유기농 야채의 무기물 및 비타민 함량에 대해 보고한 Kim 등(2004)의 연구에서, 정선 갖이 유기농 야채들에 비하여 비타민 B₁, B₃, C의 함량에 있어서는 낮은 함량을 보였지만, 비타민 B₂의 함량에서 케일, 신선초, 샐러리, 상추, 파가 각각 0.23, 0.04, 0.02, 0.06, 0.08 mg/100 g으로 케일을 제외한 네 가지 품종보다 정선 갖이 더 높은 비타민 B₂ 함량을 보였다.

5. 정선 갖의 유리아미노산 함량

정선 갖의 유리아미노산 분석결과는 Table 5와 같다. 총 아미노산 함량은 2,801.21±115.38 mg/100 g으로 나타났으며, 그 중 L-proline이 744.30±119.06 mg/100 g으로 가장 많은 함량을 나타내었고, L-cystine이 13.74±1.32 mg/100 g으로 가장 적은 함량을 나타내었다. Cho 등(1993b)이 보고한 돌산 갖의 유리아미노산 함량 결과와 비교하였을 때, 돌산 갖은 총 아미노산 함량 1,736.0 mg%를 나타내었으며, serine이 238.3 mg%, alanine이 160.7 mg%, histidine이 122.9 mg%, arginine이 171.7 mg%로 나타나 정선 갖에 비하여 높은 함량을 나타내었으나, 그 외 아미노산은 정선 갖이 돌산 갖에 비하여 높은 함량을 나타내었다.

Table 4. Vitamin contents of *Brassica juncea* cultivated in Jeongseon

Vitamin	Unit	Mean±SD	RSD ¹⁾ (%)
Vitamin A	μg RE ²⁾ /100 g	N.D ³⁾	-
Vitamin B ₁	mg/100 g	0.02±0.00	5.34
Vitamin B ₂	mg/100 g	0.087±0.01	6.13
Vitamin B ₃	mg NE ⁴⁾ /100 g	N.D	-
Vitamin B ₅	mg/100 g	N.D	-
Vitamin B ₆	mg/100 g	0.02±0.00	5.13
Vitamin C	mg/100 g	0.56±0.06	11.46
Vitamin D	μg/100 g	N.D	-
Vitamin E	mg-α-TE ⁵⁾ /100 g	0.20±0.03	14.66
Folic acid	mg/kg	N.D	-

¹⁾ RSD: relative standard deviation.

²⁾ RE: retinol equivalent.

³⁾ N.D: not detected.

⁴⁾ NE: niacin equivalent.

⁵⁾ TE: α-tocopherol equivalent.

Table 5. Free amino acid contents of *Brassica juncea* cultivated in Jeongseon

Free amino acid	Mean±SD (mg/100 g)	RSD ¹⁾ (%)
L-Alanine	109.51±1.07	0.98
L-Arginine	156.47±2.35	1.50
L-Aspartic acid	226.38±3.13	1.38
L-Cystine	13.74±1.32	9.57
L-Glutamic acid	432.77±4.68	1.08
Glycine	100.17±1.24	1.24
L-Isoleucine	94.68±5.18	5.47
L-Leucine	142.75±1.72	1.20
L-Methionine	22.96±0.60	2.61
L-Histidine hydrochloride monohydrate	65.39±0.93	1.42
L-Lysine hydrochloride	183.26±16.11	8.79
L-Phenylalanine	137.81±2.15	1.56
L-Proline	744.30±119.06	16.00
L-Serine	73.94±1.86	2.52
L-Threonine	78.57±1.53	1.95
L-Tyrosine	64.70±0.59	0.91
L-Valine	153.80±2.84	1.85
Free amino acid	2,801.21±115.38	4.12

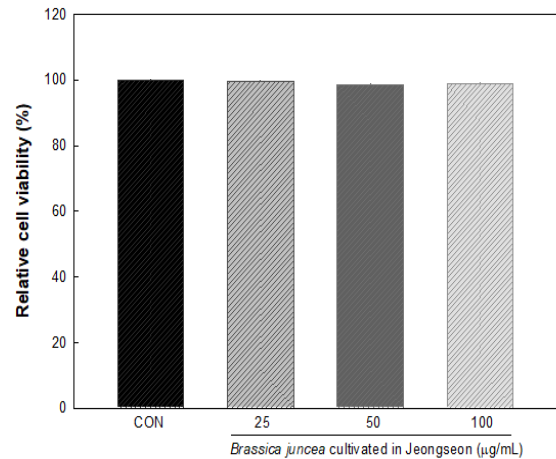
¹⁾ RSD: relative standard deviation.

6. 정선 갖 추출물의 세포독성 평가 (XTT assay)

3T3-L1 전구지방세포의 분화유도 기간 동안 정선 갖 추출물이 세포독성에 미치는 영향을 확인한 결과는 Fig. 1a와 같다. 대조군과 정선 갖 추출물 처리군에서 세포의 생존율은 유의적인 차이가 없는 것으로 확인되었으며, 세포독성에 영향을 미치지 않음을 확인하였다. 따라서 ROS 생성억제 효능 평가를 위한 세포 처리농도는 25~100 μg/mL로 하였다. 피부 섬유아세포에서 세포의 생존율을 측정한 결과는 Fig. 1b와 같다. 25~100 μg/mL 농도에서 독성을 나타내지 않았으며, 따라서 본 연구에서는 정선 갖 추출

물의 세포 보호 효과를 측정하기 위하여 25~100 μg/mL 농도를 이용해 실험을 진행하였다.

(A) 3T3-L1 preadipocytes



(B) Human dermal fibroblasts

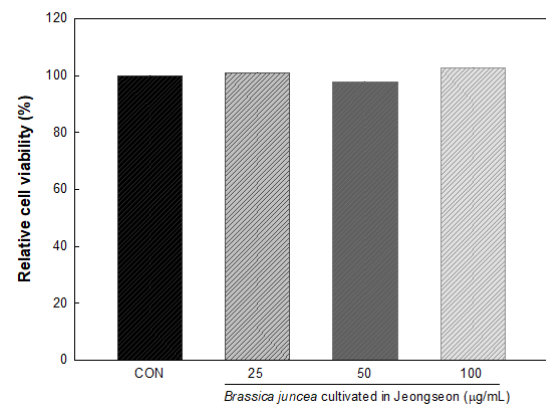


Fig. 1. Effect of *Brassica juncea* extract cultivated in Jeongseon on cell viability. (A) 3T3-L1 preadipocytes, (B) human dermal fibroblasts(HDFs) cells. Results are presented as the mean±SD of 3 independent in triplicate. Means with different letters on the same kind of bars are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

7. 정선 갓 추출물의 세포기반 항산화 활성

NBT assay는 NBT 용액이 지방세포 분화과정 동안에 축적된 ROS와 반응하여 dark blue formazan을 생성하고, 이를 용출하여 세포 내 ROS의 생성량을 평가하는 방법이며, 그 결과는 Fig. 2A와 같다. 3T3-L1 분화 과정 중, 정선 갓 추출물의 ROS 생성 억제 효과를 확인하기 위하여 시료를 25-100 µg/mL의 농도로 처리하면서 분화 유도를 진행하였으며, 이 때 생성된 ROS를 NBT assay를 이용하여 평가하였다. 정선 갓 추

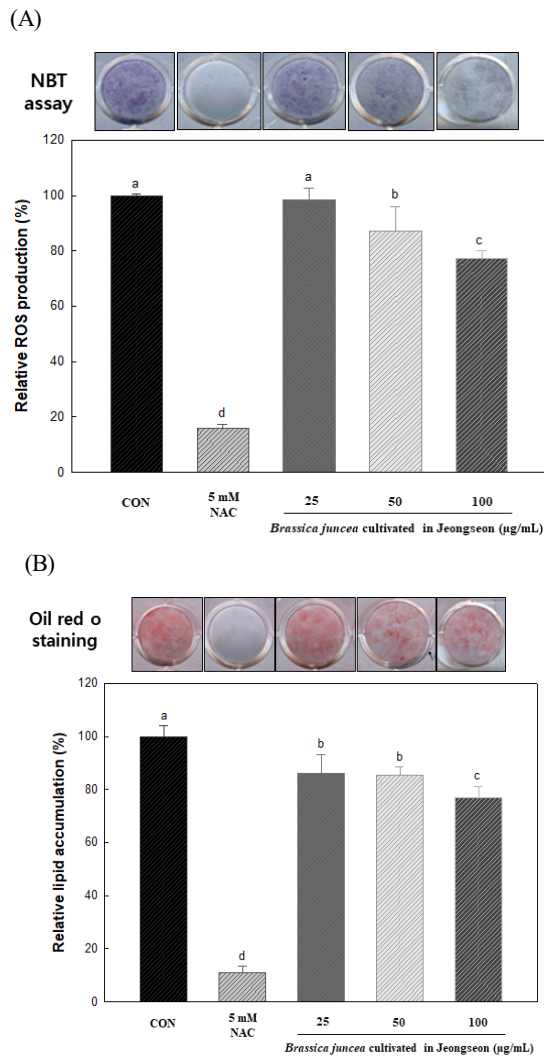


Fig. 2. Effect of *Brassica juncea* extract cultivated in Jeongseon on ROS production and lipid accumulation during adipogenesis of 3T3-L1 preadipocytes. (A) ROS production, (B) lipid accumulation. Results are presented as the mean±SD of 3 independent in triplicate. Means with different letters on the same kind of bars are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. CON; control, NAC; N-acetyl cysteine.

출물을 처리한 모든 실험군에서 대조군보다 ROS 생성이 억제되는 경향을 보였으며, 최고농도인 100 µg/mL에서 대조군에 비해 약 23% 정도 ROS 생성이 억제된 결과를 확인하였다. 3T3-L1 세포 분화 억제에 따른 지방구 생성정도를 확인하기 위하여 중성지방만을 붉게 염색시키는 것으로 알려진 Oil red O 염색법을 이용하여 3T3-L1 지방세포 내 생성된 중성지방의 양을 측정하였으며, 그 결과는 Fig. 2B와 같다. 정선 갓 추출물을 25-100 µg/mL의 농도로 처리한 군에서 모두 대조군보다 지방세포 분화과정 동안에 지방 축적이 감소하는 경향을 보였으며, 특히 최고 농도인 100 µg/mL의 농도에서 대조군에 비해 지방생성량이 약 25% 가량 감소한 결과를 확인하였다. 분화 유도과정에서 생성된 ROS의 양과 지방세포 내 중성지방 축적의 감소가 유사한 경향을 보였으며, 이 결과는 Choi & Kim(2014)의 연구 결과에서 보고한 ROS의 양과 중성지방 간의 상관관계와 유사하며, 이는 지방세포에서 축적된 중성지방이 산화적 스트레스의 증가와 연관이 있음을 나타낸다.

8. H₂O₂로 유도된 산화적 스트레스에 대한 피부세포 보호효과

정선 갓 추출물이 H₂O₂로 유도한 산화적 스트레스 상태에서 피부 섬유아세포의 생존율에 미치는 영향을 XTT assay로 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. 피부섬유아세포는 1 mM H₂O₂를 처리함으로써 처리하지 않은 군보다 유의적으로 60% 정도로 생존율이 감소하였고, 양성대조군인 50 µM ascorbic acid 처리군의 생존율이 90% 정도로 나타나, 높은 세포보호효과를 나타냈다. 정선 갓 추출물의 경우 25, 50 µg/mL 농도에서 세포보호

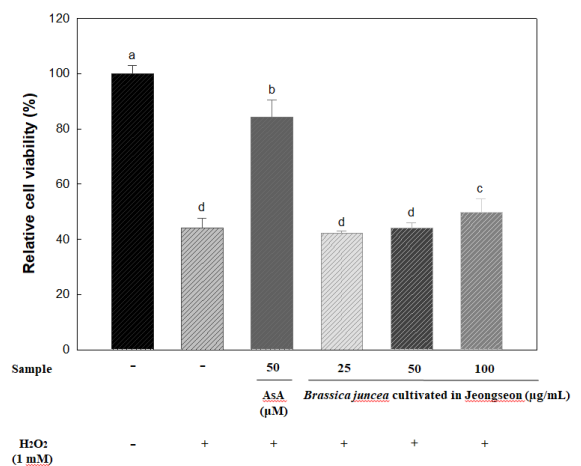


Fig. 3. Cell viability on H₂O₂-induced cell damage in human dermal fibroblasts(HDFs) cell system. All values are presented as means±SD. Bars with different letters indicate statistically significant differences among groups at $p < 0.05$ by one-way ANOVA.

효과는 없는 것으로 확인이 되었으며, 100 µg/mL 이상의 농도에서 세포보호효과가 나타나는 것으로 확인이 되었다.

요약 및 결론

본 연구는 정선 갖을 식품산업에 이용 시 기초자료를 제공하고자 정선 갖의 성분분석 및 효능평가를 실시하였다. 정선 갖의 영양성분 분석은 유리당, 지방산, 무기질, 비타민, 유리 아미노산 분석을 수행하였다. 정선 갖의 유리당 분석 결과, glucose와 fructose가 함유되어 있음을 확인하였으며, 주요 지방산은 palmitic acid(C_{16:0}), octadecenoic acid(C_{18:1n9c}), stearic acid(C_{18:0})이고, 그 중에서 palmitic acid의 함량이 가장 많은 양을 차지하고 있는 것으로 확인되었다. 주요 무기질은 Ca, P, K, Mg, Na으로 확인되었으며, K를 가장 많이 함유하고 있고, Se를 가장 적게 함유하고 있는 것으로 확인되었다. 비타민은 비타민 B₁, B₂, B₆, C, E가 함유되어 있는 것으로 확인되었으며, 주요 비타민은 비타민 C로 확인되었다. 아미노산 함량에서 L-proline이 가장 많은 함량을 나타내었고, L-cystine이 가장 적은 함량을 나타내었다. NBT assay에서 정선 갖을 처리한 모든 실험군에서 대조군보다 ROS생성이 억제되는 경향을 보였으며, 가장 고농도인 100 µg/mL에서 대조군에 비해 약 23% 가량 ROS생성이 억제된 결과를 나타내었다. ORO staining을 실시한 결과, 정선 갖 추출물을 25~100 µg/mL의 농도로 처리한 군에서 모두 대조군보다 지방 축적이 감소하는 경향을 보였으며, 특히 최고 농도에서 대조군에 비해 지방생성량이 약 25% 가량 감소한 결과를 나타내었다. 피부세포에서 protective effect를 평가한 결과, 100 µg/mL 농도에서 세포보호효과가 나타나는 것으로 확인이 되었다. 본 연구를 통한 정선 갖의 식품학적 성분 및 기능성 등의 기초자료는 향후 정선 갖의 다양한 식품의 소재로 활용 및 건강기능식품의 소재로도 활용될 수 있는데 도움이 될 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 2017년도 정선군농업기술센터의 지원(C1013853-01-01)과 한국연구재단 지원(NRF-2017R1D1A3B06028469) 및 2018년 정부(교육부)의 지원으로 한국연구재단의 지원(한국연구재단-2018-미래기초과학핵심리더양성사업/글로벌박사양성사업)을 받아 수행된 연구로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. pp.11-15,

- 71-73. Association of Official Analytical Chemists
- Cho YS, Ha BS, Park SK, Chun, SS. 1993a. Contents of carotenoids and chlorophylls in dolsan leaf mustard (*Brassica juncea*). *J Korean Soc Food Cult* 8:153-157
- Cho YS, Park SK, Chun SS, Moon JS, Ha BS. 1993b. Proximate, sugar and amino acid compositions of Dolsan leaf mustard (*Brassica juncea*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 22:48-52
- Choi HY, Kim GH. 2014. Inhibitory effects of *Allium sacculiferum* Max. methanol extracts on ROS production and lipid accumulation during differentiation of 3T3-L1 cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:822-828
- Choi MR, Yoo EJ, Song SH, Kang DS, Park JC, Lim HS. 2001. Comparison of physiological activity in different parts of dolsan leaf mustard. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30:721-725
- Farrell KT. 1998. Spices, Condiments and Seasonings. 2nd ed. pp.138-140. Springer Science & Business Media
- Henderson JW, Ricker RD, Bidlingmeyer BA, Woodward C. 2000. Rapid, accurate, sensitive, and reproducible HPLC analysis of amino acids. Agilent Technologies. Available from <https://www.agilent.com/cs/library/chromatograms/59801193.pdf> [cited 20 August 2019]
- Hwang JH. 2015. Fermentative and sensory characteristics of kimchi added mustard root (*Brassica juncea*). *Korean J Food Nut* 28:926-932
- KFIA. 2016. 2016 KOREA FOOD CODE I. Korea Food Industry Association, Seocho-gu, Seoul, Republic of Korea pp.292-303, 325-333, 339-389
- Kim DJ, Jung JH, Kim SG, Lee HK, Lee SK, Hong HD, Lee BY, Lee OH. 2011a. Antioxidants and anti-obesity activities of hot water and ethanolic extracts from Cheonnyuncho (*Opuntia humifusa*). *Korean J Food Preserv* 18:366-373
- Kim H, Kim JY, Kim HJ, Kim DK, Jo HJ, Han BS, Kim HW, Kim JB. 2011b. Anticancer activity and quantitative analysis of glucosinolates from green and red leaf mustard. *Korean J Food Nut* 24:362-366
- Kim HY, Lee KB, Lim HY. 2004. Contents of minerals and vitamins in organic vegetables. *Korean J Food Preserv* 11:424-429
- Lee SM, Rhee SH. 1997. Inhibitory effect of various cruciferous vegetables on the growth of human cancer cells. *Korean J Life Sci* 7:234-240
- Oh SK, Kim KW, Bae SO, Choi MR. 2015. Sinigrin content of different parts of dolsan leaf mustard. *Korean J Food*

Preserv 22:553-558

Park SK, Cho YS, Park JR, Chun SS, Moon JS. 1993. Non-volatile o, mineral, fatty acids and fiber compositions in dolsan leaf mustard (*Brassica juncea*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 22:53-57

Park SK, Park JR, Lee SW, Seo KI, Kang SK, Shim KH. 1995. Antimicrobial activity and heat stability of water-pretreated

extract of leaf mustard Dolsan (*Brassica juncea*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 24:707-712

Vahouny GV, Kritchevsky D. 2012. Dietary Fiber: Basic and Clinical Aspects. pp.35-48. Plenum Press

Received 04 September, 2019

Revised 02 October, 2019

Accepted 09 October, 2019