

기능성화장품소재로서 자색당근 초임계추출물의 항산화 및 항주름 효능 연구

김지수¹, 이지안^{2*}

¹서경대학교 일반대학원 미용예술학과 학생, ²서경대학교 미용예술대학 뷰티테라피&메이크업학과 교수

A Study on Anti-oxidant and Anti-wrinkle Effect of Supercritical Fluid Extraction of Black Carrot as a Functional Cosmetic Material

Ji-Su Kim¹, Ji-An Lee^{2*}

¹Student, Dept. of Beauty Art, Graduate School, Seokyeong University

²Professor, Dept. of Beauty Therapy & Make-up, College of Beauty Art, Seokyeong University

요약 본 연구는 자색당근(black carrot, BC) 소재로 초임계추출물에 대해 DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능, 총 폴리페놀 함량 측정을 통해 항산화 활성, 인간의 정상 섬유아세포에서 콜라겐 생성과 MMP-1 발현을 조사하여 항주름 효능을 평가하고자 하였다. 그 결과 자색당근 초임계추출물 내 총 폴리페놀 함량 (9.037 ± 1.123 mg GAE/g), DPPH, ABTS 분석 결과로 높은 항산화 효과를 확인하였다. NHDF 세포에서 초임계추출물 농도에 의한 세포독성은 거의 없었으며, 이때 추출물은 농도 의존적으로 MMP-1 단백질 및 MMP-1 mRNA 발현을 억제하고, 콜라겐 type I 유전자 mRNA 수준 증가에 의한 type I procollagen의 합성을 촉진하였다. 이상의 결과를 종합해 볼 때, 자색당근 초임계추출물은 우수한 항산화 효능과 친환경(solvent free)물질, 항노화 원료로서 화장품, 식품, 미용식품 등 다양한 산업분야에 있어 활용 가능성이 매우 높을 것으로 판단된다.

주제어 : 자색당근, 항노화, 항주름, 항산화, 초임계추출

Abstract The aim of this study was to evaluate the anti-oxidant and anti-wrinkle effect of the black carrot(BC) extracted by supercritical dioxide(SC-CO₂). DPPH/ABTS radical scavenging and total polyphenol contents were measured to investigate the anti-oxidant activity of the BC supercritical extract. Collagen production and MMP-1 expression were assessed in normal human dermal fibroblasts(NHDF) for anti-wrinkle activity, The black carrot extract showed the highest total phenolic content(9.037 ± 1.123 mg GAE/g extract) and the best antioxidant properties as shown by DPPH and ABTS assay. The supercritical fluid extracts of black carrot exhibited low toxicity to NHDF cells. In addition, the supercritical fluid extracts showed MMP-1 inhibition and type I pro-collagen synthesis inducing activities in a dose-dependent manner, respectively. Therefore, these results suggest that the black carrot is a potential source of high anti-oxidative, solvent-free and anti-aging material with promising applications in cosmetic, food, and beauty-food industries.

Key Words : Black carrot, Anti-aging, Anti-wrinkle, Anti-oxidant, Supercritical extraction

*This Research was supported by Seokyeong University in 2021.

*Corresponding Author : Ji-An Lee(jianlee@skuniv.ac.kr)

Received October 3, 2021

Revised November 20, 2021

Accepted December 20, 2021

Published December 28, 2021

1. 서론

최근 기능성 화장품 원료 개발은 안전성 기반의 천연식물소재를 대상으로 다양한 용매추출물에 따른 생리활성 효능 연구가 활발히 이루어지고 있다. 또한 새로운 소재 탐색뿐만 아니라 원료로부터 유래된 추출물의 수율과 안정성을 극대화시키기 위한 추출공정개발, 획득된 최종추출물의 안전성과 유효성 평가 등 소재발굴에서 가공 전반에 걸쳐 다양하게 진행되고 있다. 이에 기존 용매추출(solvent extraction)법의 낮은 추출수율, 고온 추출 시 유효성분의 파괴, 최종 추출물에 잔존하는 유기 용매의 독성 등으로 인해 새로운 추출공정 기술 개발에 대한 관심이 높아지고 있는 실정이다. 친환경공법(green chemistry method)으로 잘 알려진 초임계추출법은 기존 용매추출법에 비해 추출과정이 빠르고 에너지 효율과 생리활성성분의 회수율이 높아 건강식품과 의약품 분야에서 활용되고 있다[1,2].

당근(*Daucus carota* L.)은 영양학적 가치가 높아 오랜 기간에 걸쳐 전 세계적으로 소비되는 야채 중 하나로 색에 따라 주황색(orange), 노란색(yellow), 빨간색(red), 자색(black 또는 purple) 당근으로 분류된다. 특히 자색당근(*Daucus carota* L. ssp. sativus var. atropurpurea Alef.)은 15세기 주황색 당근이 정착하기 이전부터 아시아와 지중해 동쪽에 걸쳐 식용으로 사용되었으며, 현재는 터키, 아프가니스탄, 파키스탄과 같은 동유럽 국가에서 주로 재배되며, 그 소비가 증가하고 있다. 당근은 비타민 C를 포함하고 있고, 주황색은 베타카로틴(β -carotene), 노란색은 루테인(Lutein), 빨간색은 라이코펜(lycopene) 등 다양한 파이토케미컬(phytochemical) 성분을 포함하고 있다[3,4]. 특히 자색당근은 수용성 색소인 안토시아닌(anthocyanin)을 함유하고 있어 포도, 베리에 이어 세 번째로 우수한 안토시아닌 식품으로 소비될 뿐만 아니라 음료, 사탕, 아이스크림과 같은 천연식용색소로 널리 이용되고 있다 [5,6]. 이러한 자색당근의 건강식품으로서의 높은 인지

도와 식용, 음용 등 소비 증가에 따른 경제적 가치가 높아짐에 따라 국내에서도 자색당근을 재배하여 공급하고 있는 추세이다.

또한 자색당근은 고탄수, 고지방 식이로 유도된 쥐 (high-carbohydrate, high-fat diet-fed rat model)의 대사증후군을 완화시키고[7], 알츠하이머 동물모델에서 인지기능장애를 예방하며[8], 구강암과 유방암의 항암 효능[9,10] 등으로 다양한 질병 모델에서 그 우수성이 보고되고 있다.

따라서 본 연구에서는 자색당근 초임계추출물에 대해 항산화와 항주름 효능을 평가하여, 항노화 기능소재로서의 가능성을 확인해 보고자 하였다.

2. 실험방법

2.1 재료 및 방법

실험에 사용한 자색당근은 (주)부림농산에서 2020년 12월에 구매하여, 흐르는 물로 세척한 후 70℃ 조건에서 72시간 동안 건조(LD-918B, L'EQUIP Co., LTD)하였다. 건조시료를 1분간 분쇄(KSP-25, KOREAMED Co., LTD)한 후 추출 전까지 냉장 보관하였다.

2.2 초임계추출

초임계 이산화탄소 추출장비(SCD-EXT-1, 일신오토클레이브, 대전, 한국)를 이용하여 Table 1과 같은 조건으로 초임계추출을 진행하였다. 건조중량 150.7 g의 원료를 추출조에 주입하였으며, 압력 400 bar, 온도 40℃ 온도 조건에서 4시간 추출하였다. 초임계 이산화탄소 추출공정에서 비극성인 이산화탄소는 극성이 높은 유효성분들에 대한 용해도가 낮아 비효율적이다. 따라서 이산화탄소의 극성과 용해성을 증가시켜 추출효율을 향상시키고자 극성 보조용매로 에탄올을 첨가하여 진행하였다. 분리 정제된 추출시료는 60℃에서 1시간 진공농축을 거쳐 72 시간 동안 동결건조기(FD-8512, Ilshin Engineering Co., Korea)로 분말화 하였다.

Table 1. Operating condition of BC SC-CO₂ extraction

Extractor		Ethanol		Separator		CO ₂	Chiller	Run-Time
(bar)	(°C)	(mL/min)	(min)	(bar)	(°C)	(mL/min)	(°C)	(min)
400	40	0.7 mL/min	240 min	50	25	200 mL/min	5	240 min

2.3 항산화 활성 측정

2.3.1 Total polyphenol contents

총 폴리페놀화합물은 Folin-Denis법[11]으로 0.2 mL의 시료에 Folin-ciocalteu's phenol reagent (sigma) 0.2 mL를 첨가하여 5분간 실온에서 반응 후, 10% Na₂CO₃ 0.2 mL을 가하여 혼합하고 실온암소에서 1시간 동안 반응시켰다. 상층액을 취하여 96 well plate에 옮겨 550 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질 gallic acid (Sigma, St. Louis, MO, USA)를 이용한 검량선과 비교하여 자색당근 초임계추출물의 폴리페놀화합물 함량을 산출하였다.

2.3.2 DPPH 전자공여능

2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)를 이용한 free radical 소거활성은 Blois방법[12]에 의하여 시료 0.1 mL에 0.2 mM DPPH용액 0.1 mL을 첨가하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후, 517 nm에서 흡광도를 측정하였다.

2.3.3 ABTS radical 소거능

2,2-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)(ABTS) radical을 이용한 항산화 측정은 ABTS⁺ cation decolorization assay방법[13]에 의하여 측정하였다. 14 mM ABTS (Sigma, St. Louis, MO, USA)와 4.9 mM potassium persulfate를 혼합하여 암소의 실온에서 24시간 동안 방치하여 ABTS⁺을 형성시킨 후, 증류수로 희석하여 ABTS⁺ 0.18 mL에 자색당근 추출물 0.02 mL을 혼합하여 30분 동안 반응 후, 734 nm에서 흡광도를 측정하였다.

2.4 세포 독성 평가

2.4.1 세포주 및 세포 배양

실험에 사용한 사람의 섬유아세포 (Normal human dermal fibroblas, NHDF)는 한국 세포주 은행에서 분양받았으며, 10% FBS (fetal bovine serum)와 10 units/mL penicillin 및 100 µg/mL streptomycin이 첨가된 DMEM (Dulbecco's modified Eagle's medium)으로 37°C, 5% CO₂ 조건에서 배양하였다.

2.4.2 MTT를 이용한 세포독성

세포 독성은 MTT (3-[4,5-dimethylthiazol-

2-yl]-2,5-diphenyltertrazolium bromide) assay를 이용하여 측정하였다. 배양된 NHDF cell은 3x10⁴ cells/mL로 96-well plate에 0.1 mL씩 분주하고 24 시간 후 자색당근 초임계추출물이 함유된 DMEM 배지를 0.1 mL씩 처리하여 24시간 동안 배양하였다. 각각의 well에 0.5 mg/mL의 MTT (Sigma-Aldrich Co., China)용액을 0.1 mL씩 가하고, 37°C, 5% CO₂ incubator에서 4시간 동안 배양하였다. 배양 후 상층액은 제거하고, 각 well에 DMSO (dimethyl sulfoxide) 0.1 mL을 첨가하여 formazan을 녹인 후, 570 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 대조군에 대한 세포 생존율을 백분율(%)로 표시하였다.

2.5 항주름 활성

2.5.1 Pro-collagen 합성 측정

사람 섬유아세포를 24 well plate에 1x10⁵ cells/well씩 분주하여 24시간 배양하였다. 새로운 serum free 배지로 교체하고 10 ng/mL의 TNF-α와 농도별로 희석한 시료를 처리하였다. 24시간 후에 배양액을 대상으로 procollagen type I C-peptide EIA kit (Takara Bio Inc. MK101)를 이용하여 collagen 양을 측정하였다[14].

2.5.2 MMP-1 단백질 발현 측정

MMP-1 (Matrix metalloproteinase-1) 단백질 발현 수준변화를 western blot 방법을 이용하여 조사하였다. 농도별 시료와 10 ng/mL의 TNF-α를 처리한 사람의 섬유아세포를 차가운 1X PBS로 두 번 씻어 낸 후 RIPA buffer (Thermo scientific, Rockford, IL, USA)를 첨가하여 30분간 얼음에서 용해시켰다. 13,000 rpm, 4°C 조건에서 15분간 원심 분리하여 단백질을 분리하고 Bradford 용액으로 정량하였다. 10% SDS-PAGE 각 well 당 총 단백질(50 µg)을 loading 한 후 전기영동하고 PVDF membrane으로 transfer 하였다. 0.1% Tween 20이 함유된 TBS buffer에 최종 농도 5% BSA를 첨가하여 blocking 용액으로 사용하였다. MMP-1을 검출하기 위해 membrane을 항 MMP-1 항체(Santa Cruz, USA)로 4°C 조건에서 blotting 한 후 washing buffer (0.1% TBST)로 10분간 3회 씻어냈다. 2차 항체는 HRP-conjugated 항 rabbit 항체(Cell Signaling, USA)로 상온에서 1시간

동안 반응시켰다[15].

2.5.3 COL1과 MMP-1 mRNA 수준 측정

세포(1×10^5 cells/well/24 well)에 10 ng/mL의 TNF- α 와 초임계추출물을 농도별로 희석한 시료를 처리하여 24시간 배양한 후, total RNA 분리를 위해 Apure Total RNA isolation kit (GenomicBase co. Ltd., Seoul, USA)를 사용하였다. 각 Collagne type I과 MMP-1 유전자의 mRNA 수준을 조사하기 위해 One Step SYBR primeScript RT-PCR Kit (TaKaRa, Tokyo, Japan)를 이용하여 real-time PCR을 수행하였고, 사용된 primer는 Table 2와 같다[16,17].

Table 2. COL1, MMP-1 and GAPDH primer

Target	Forward	Reverse
COL1	5'-AGGGCCAAGACGAAGA CATC-3'	5'-AGATCACGTCATCGCA CAACA-3'
MMP-1	5'-TCTGACGTTGATCCCAG AGAGCAG-3'	5'CAGGGTGACACCAGTG ACTGCAC-3'
GAPDH	5'-CAATGAATACGGCTAC AGCAAC -3'	5'-AGGGAGATGCTCAGTG TTGG -3'

2.6 통계분석

본 연구에 표기된 모든 결과는 평균±표준편차로 나타내었고, 평균값 사이에 대한 유의성은 student's t-test를 이용하여 p-value값을 계산하여 통계적 유의성 검증을 실시하였다. p<0.05인 경우 *로 표기하였고 p<0.01인 경우 **로 표기하여 유의성을 나타내었다.

3. 연구결과 및 고찰

3.1 추출 수율

자색당근 건조 시료 중량 150.7 g을 사용하여 최종 분말형태의 시료 1.525 g을 얻어 Table 3과 같이 최종 초임계추출 수율은 1.007%로 확인되었다.

Table 3. Yield of black carrot SC-CO₂ extracts

Black carrot (BC)	SC-CO ₂ extracts
Dry weight of extracts (g)	1.525
Dry weight of BC (g)	150.7
Extraction Yield (%)	1.007%

3.2 항산화 활성

3.2.1 총 폴리페놀화합물 함량

자색당근 초임계추출물의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법을 이용하여 측정하였으며, 이는 천연식물에 존재하는 폴리페놀이 folin-ciocalteu 시약을 환원시켜 청색으로 변색되는 원리로 오래전부터 사용되고 있는 항산화 실험법이다[18]. 자색당근 초임계추출물의 총 폴리페놀 함량을 Folin-Ciocalteu 방법으로 측정한 결과 Table 4와 같이 9.037 ± 1.123 mgGAE/g으로 확인되었다. Algarra 등은 스페인에서 재배된 당근(orange carrot), 자색당근 antonina와 purple haze 두 품종의 폴리페놀 함량이 각각 0.094 mgGAE/g, 1.878 mgGAE/g, 4.92 mgGAE/g으로 자색당근이 일반당근에 비해 총 폴리페놀 함량이 높음을 보고하였으며[19], 본 연구에서 사용된 자색당근 초임계추출물의 총 폴리페놀 함량은 purple haze 보다 1.83배 더 우수하여 자색당근 초임계추출물은 폴리페놀화합물 함량이 높은 뷰티건강 원료로서 활용도가 높을 것으로 기대된다.

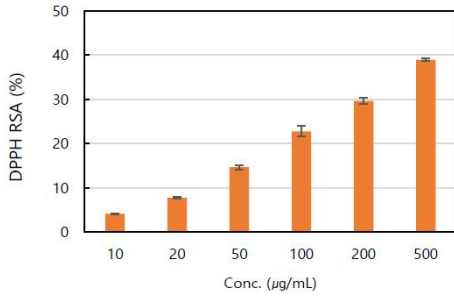
Table 4. Total phenolic contents of black carrot SC-CO₂ extracts

Sample	Polyphenol (mgGAE/g)*
BC	9.037 ± 1.123

*mgGAE/g: mg Gallic acid equivalent per g
All values in Table are mean±S.D.

3.2.2 DPPH 라디칼 소거능

DPPH는 소수의 안정한 유기질소 라디칼 중 하나로 짙은 보라색을 띠며, 실험원리는 추출물 내 항산화 유효성분의 DPPH에 대한 환원력을 측정하는 것이다 [20]. 자색당근 초임계추출물의 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과 Figure 1과 같다. 추출물 희석 농도는 각각 10, 20, 50, 100, 200, 500 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 에 따른 라디칼 소거율은 각각 4.150%, 7.756%, 14.673%, 22.776%, 29.644%, 38.932%로 나타나 자색당근 초임계추출물 농도에 비례하여 라디칼 소거능이 증가함을 확인하였다.

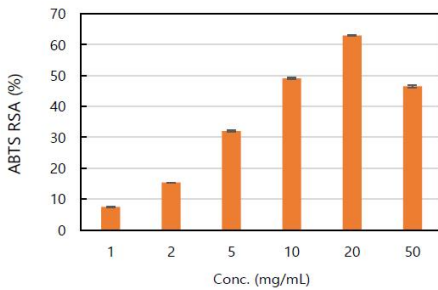


Abbreviations: RSA, radical scavenging activity; SC-CO₂, supercritical dioxide

Fig. 1. DPPH RSA of black carrot SC-CO₂ extracts. Values are means mean±S.D. of triplicate determinations.

3.2.3 ABTS 라디칼 소거능

ABTS는 sodium persulfate에 의해 산화되어 ABTS radical(ABTS⁺)로 변화되면서 청록색을 띤다. 이렇게 생성된 ABTS radical은 항산화 성분에 의해 무색으로 탈색되는 원리로 식품산업과 농업분야에서 식료품과 식물추출물의 항산화능 측정에 주로 활용되고 있다[21]. 각 추출물의 농도에 따른 ABTS 라디칼 소거능은 Figure 2와 같다. 자색당근 추출물 고농도 1-10 mg/mL 구간에서 추출물 농도 의존적으로 ABTS 라디칼 소거활성이 증가함을 확인하였다.



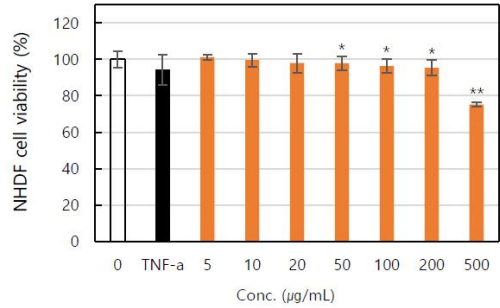
Abbreviations: RSA, radical scavenging activity; SC-CO₂, supercritical dioxide

Fig. 2. ABTS RSA of black carrot SC-CO₂ extracts. Values are means mean±S.D. of triplicate determinations.

3.3 세포독성

자색당근 초임계추출물을 화장품 원료로 사용하기 위해 세포 수준에서 추출물의 안전성을 확인하고자 사람의 섬유아세포(NHDF, Normal human dermal fibroblast)를 대상으로 MTT assay를 수행하였다. 그

결과 Figure 3과 같이 추출물 최고 농도 500 µg/mL에서 세포 생존율이 약 25% 감소하였으나 추출물의 각 효능 연구에 사용된 5~200 µg/mL 농도 구간에서 세포 독성은 거의 없었다.



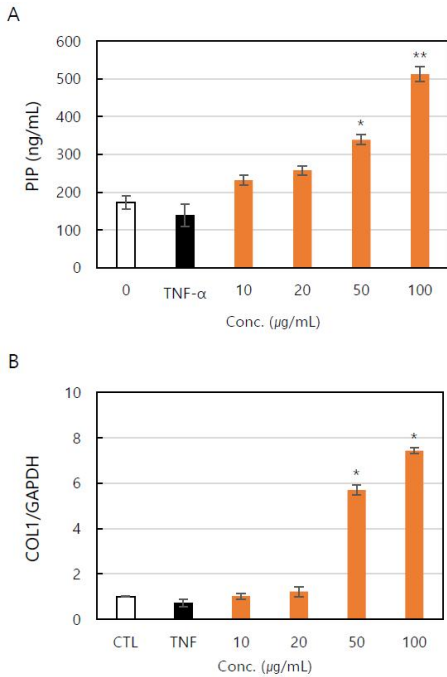
Abbreviations: SC-CO₂, supercritical dioxide

Fig. 3. Effect of black carrot SC-CO₂ extracts on NHDF cell viability. Values are means mean±S.D. of triplicate determinations. Different superscripts within a column indicated significant differences (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$).

3.4 항주름 효과

3.4.1 Type I pro-collagen 합성

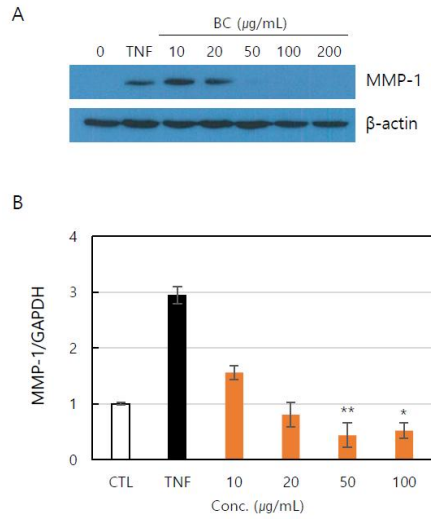
콜라겐은 섬유아세포에서 생성되며, 피부 탄력과 결합에 중요한 역할을 하고 있으며, 그 중 Type I collagen은 피부 상피세포 건조중량의 약 90%를 차지한다. 따라서 자색당근 초임계추출물이 type I collagen 생성에 미치는 영향을 조사하기 위해 콜라겐 전구물질(precursor molecule)인 pro-collagen 생성량을 ELISA 기법으로 수행한 결과 Figure 4A와 같았다. 양성대조군으로 사용된 전염증성 사이토카인 TNF- α 는 IL-1과 함께 사람의 섬유아세포에서 pro-collagen I과 III의 생성과 mRNA 수준을 감소시키며[22], 본 연구결과에서도 TNF- α (10 ng/mL) 처리에 의한 type I collagen의 감소가 확인되었다. 그러나 자색당근 초임계추출물의 pro-collagen I 합성 능력은 처리된 추출물 농도 의존적으로 증가하였고, Figure 4B에서와 같이 추출물 처리 후 세포내 collagen mRNA 유전자 발현 수준 증가에 의한 결과를 확인하였다.



Abbreviations: SC-CO₂, supercritical dioxide
Fig. 4. Effects of black carrot SC-CO₂ extracts on type I pro-collagen synthesis (A) and mRNA level (B). Values are mean±S.D. of triplicate determinations. Different superscripts within a column indicated significant differences (ρ (0.05), ** ρ (0.01)).

3.4.2 MMP-1 분해능

세포외기질(extracellular matrix, ECM)의 주요 구성성분인 Type I collagen에 특이적으로 작용하는 단백질분해효소 MMP-1은 피부노화 과정 중 세포외기질 분해에 가장 주된 역할을 한다[23]. 자색당근 초임계추출물이 섬유아세포의 MMP-1 분해에 미친 영향을 조사한 결과는 Fig. 5와 같다. TNF-α를 처리하여 MMP-1 활성을 유도한 후 시료를 농도별로 처리하였을 때 농도 의존적으로 MMP-1의 단백질 수준과 mRNA 발현이 억제됨이 확인되었다. 따라서 초임계추출물 내 collagen I의 합성 촉진 및 MMP-1 분해효소 활성 억제 기능을 가진 유효성분이 피부노화에 따른 주름형성을 저해할 수 있을 것으로 판단된다[24].



Abbreviations: SC-CO₂, supercritical dioxide
Fig. 5. Effects of black carrot SC-CO₂ extracts on MMP-1 expression. Values are mean±S.D. of triplicate determinations. Different superscripts within a column indicated significant differences (ρ (0.05), ** ρ (0.01)).

4. 결론

본 연구에서는 뿌리채소인 자색당근에 대해 임계점이 낮고, 용질과의 비반응성으로 활용 가치가 높은 이산화탄소를 주요 용매로 사용하여 추출 한 자색당근 초임계추출물의 항산화, 세포 독성 및 항주름 효능을 평가하였다. 초임계추출 조건은 시료 150.7 g을 고압 400 bar, 40 °C 온도 조건에서 보조용매인 EtOH 0.7 ml/min을 주입하여 추출하였으며 시료의 최종 수득율은 1.007%이었다.

자색당근 초임계추출물의 총 폴리페놀 함량은 9.037±1.123 mgGAE/g이었으며, DPPH와 ABTS radical을 이용한 소거활성 측정 결과 추출물의 농도 증가에 따른 높은 항산화 활성이 확인되었다. 또한 각 효능 평가를 위해 사용된 추출물의 농도 조건에서 인간 섬유아세포(NHDF)를 대상으로 수행한 MTT assay 결과 세포에 대한 독성이 없는 것으로 나타나 자색당근 초임계추출물의 안전성이 확보되었다.

피부주름 형성 억제 및 촉진과 관련된 주된 요인으로 작용하는 type I collagen의 합성과 MMP-1 분해능을 각각 ELISA와 western blot 분석으로 수행한 결과, 자색당근 초임계추출물 처리 시 농도 의존적으로

collagen 합성이 증가하였고, MMP-1 효소는 감소하였다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 자색당근 초임계추출물은 세포에 대한 안전성이 확보된 식물소재의 항산화제 뿐 아니라 피부주름 억제를 통한 항노화 기능의 천연 신소재로서 미용, 식품, 건강 등 다양한 분야에 걸쳐 그 활용성이 매우 높을 것으로 판단된다.

REFERENCES

- [1] J. Zhou, B. Gullon, M. Wang, P. Gullon, J. M. Lorenzo & F. J. Barba. (2021). The application of supercritical fluids technology to recover healthy valuable compounds from marine and agricultural food processing by-products: a review. *Process*, 9(2), 357-378. DOI : <https://doi.org/10.3390/pr9020357>
- [2] P. A. Uwineza & A. Waskiewicz. (2020). Recent advances in supercritical fluid extraction of natural bioactive compounds from natural plant materials. *Molecules*, 25(17), 3847-3869. DOI : [10.3390/molecules25173847](https://doi.org/10.3390/molecules25173847)
- [3] T. Ahmad, M. Cawood, Q. Iqbal, A. Arino, A. Batool, R. Muhammad, S. Tariq, M. Azam & S. Akhtar. (2019). Phytochemicals in *Daucus carota* and their health benefits-review article. *Foods*, 8(9), 424-445. DOI : [10.3390/foods8090424](https://doi.org/10.3390/foods8090424)
- [4] A. Purkiewicz, J. Ciborska, M. Tanska, A. Narwojsz, M. starowicz, K. E. Przybylowicz & T. Sawicki. (2020). The impact of the method extraction an different carrot variety on the carotenoid profile, total phenolic content and antioxidant properties of juices. *Plants*, 9(12), 1759-1771. DOI : [10.3390/plants9121759](https://doi.org/10.3390/plants9121759)
- [5] A. Downham & P. collins. (2000). Colouring our foods in the last and next millennium. *International Journal of Food Science and Technology*, 35(1), 5-22. DOI : [10.1046/j.1365-2621.2000.00373.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2000.00373.x)
- [6] Z. S. Xu, J. Ma, F. Wang, H. Y. Ma, Q. X. Wang & Z. S. Xiong. (2016). Identification and characterization of DcUCGalT1, a galactosyltransferase responsible for anthocyanin galactosylation in purple carrot(*Daucus carota* L.) taproots. *Scientific reports*, 6, 1-10. DOI : [10.1038/srep27356](https://doi.org/10.1038/srep27356)
- [7] H. Poudyal, S. Panchal & L. Brown. (2010). Comparison of purple carrot juice and β -carotene in a high-carbohydrate, high-fat diet-fed rat model of the metabolic syndrome. *British Journal of Nutrition*, 104(9), 1322-1332. DOI : [10.1017/S0007114510002308](https://doi.org/10.1017/S0007114510002308)
- [8] S. Park, S. Kang, D. Y. Jeong, S. Y. Jeong & M. J. Kim. (2016). Black carrots fermented with *Lactobacillus plantarum* or *Aspergillus oryzae* prevent cognitive dysfunction by improving hippocampal insulin signalling in amyloid- β infused rats. *Journal of Functional Foods*, 25(4), 354-366. DOI : [10.1016/j.jff.2016.06.018](https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.06.018)
- [9] G. R. soares, C. F. G. Moura, M. J Silva, W. Vilegas, A. B. Santamarina, L. P. Pisani, D. Estadella & D. A. Ribeiro. (2018). Protective effects of purple carrot extract (*Daucus carota*) against rat tongue carcinogenesis induced by 4-nitroquinoline 1-oxide. *Medical Oncology*, 35(54), 1-14. DOI : [10.1007/s12032-018-1114-7](https://doi.org/10.1007/s12032-018-1114-7)
- [10] R. Liu, H. S. Choi, S-L Kim, J. H. Kim, B. S. Yun & D. S. Lee. (2020). 6-Methoxymellein isolated from carrot(*Daucus carota* L.) targets breast cancer stem cells by regulating NF- κ B signaling. *Molecules*, 25(19), 4374-4387. DOI : [10.3390/molecules25194374](https://doi.org/10.3390/molecules25194374)
- [11] AOAC. (1980). Official Methods of Analysis. 13 th ed., *Association of Official Analytical Chemists*. (pp. 376-384). Washington D.C, USA. DOI : [10.1002/jps.2600700437](https://doi.org/10.1002/jps.2600700437)
- [12] M. S. Blois. (1958, April). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200. DOI : <https://www.nature.com/articles/1811199a0>
- [13] R. Re, N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang & C. R. Evans. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10), 1231-1237. DOI : [10.1016/s0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/s0891-5849(98)00315-3)
- [14] H. Faxin, M. W. Kim & J. A. Lee. (2021). Study on leaf of *Paederia foetida* and *Paederia scandens* for cosmetic materials. *Korean Society of Cosmetics and Cosmetology*, 11(1), 121-128. <http://www.ksc2011.co.kr/>
- [15] Y. Wang, E. S. Kim & J. A. Lee. (2018). The study of antioxidant and anti-inflammatory effects of notoginseng root(NGR) hot water extracts. *Journal of the Korean Society of Cosmetology*, 24(5), 1014-1020.

<https://www.cosmetology.co.kr>

- [16] J. Y. Ryu, S. J. Rhie, K. H. Lim, Y. E. Choi, H. S. Han, H. O. Yang & E. J. Na. (2019). Inhibitory effects of prunin on photo-aging in human keratinocytes (HaCaT) damaged by UVB radiation. *Asian journal of Beauty & Cosmetology*, 17(1), 139-147.
DOI : 10.20402/ajbc.2019.0275
- [17] S. H. Park et al. (2019). Loliolide presents antiapoptosis and antiscratching effects in human keratinocytes. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(3), 651-667.
DOI : 10.3390/ijms20030651.
- [18] R. L. Prior, X. Wu & K. Schaich. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(10), 4290-4302.
DOI : 10.1021/jf0502698
- [19] M. algarra, A. Fernandes, N. Mateus, V. Freitas, J. C.G. E. Silva & J. Casado. (2014). Anthocyanin profile and antioxidant capacity of black carrots (*Daucus carota* L. ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) from Cuevas Bajas, Spain. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33(1), 71-76.
DOI : 10.1016/j.jfca.2013.11.005
- [20] C. Desmarchelier, M. J. Novoa Bermudez, J. Coussio, G. Ciccio & A. Boveris. (1997). Antioxidant and prooxidant activities in aqueous extracts of *Aregentine plants*. *International Journal of Pharmacognosy*, 35(2), 116-120.
DOI : 10.1076/phbi.35.2.116.13282
- [21] J. Zhen, T. S. Villani, Y. Guo, Y. Qi, K. Chin, M. H. Pan, C. T. Ho, J. E. Simon & Q. Wu. (2016). Phytochemistry antioxidant capacity, total phenolic content and anti-inflammatory activity of *Hibiscus sabdariffa* leaves. *Food Chemistry*, 190(1), 673-680.
DOI : 10.1016/j.foodchem.2015.06.006
- [22] A. Mauviel, J. Heino, V. M. Kahari, D. J. Hartmann, G. Loyau, J. P. Pujol & E. vuorio. (1991). Comparative effects of interleukin-1 and tumor necrosis factor- α on collagen production and corresponding procollagen mRNA levels in human dermal fibroblasts. *The Journal of Investigative Dermatology*, 96(2), 245-249.
DOI : 10.1111/1523-1747.ep12462185
- [23] P. Pittayapruek, J. Meephansan, O. Prapapan, M. Komine & M. Ohtsuki. (2016). Role of matrix metalloproteinases in photoaging and photocarcinogenesis *International Journal of*

Molecular Sciences, 17(6), 868.

DOI : 10.3390/ijms17060868

- [24] M. S. Agren, R. Schnabel, L. H. Christensen, U. Mirastschijski. (2015). Tumor necrosis factor- α -accelerated degradation of type I collagen in human skin is associated with elevated matrix metalloproteinase (MMP)-1 and MMP-3 ex vivo. *European Journal of Cell Biology*, 94(1), 12-21.
DOI : 10.1016/j.ejcb.2014.10.001

김 지 수(Ji-Su Kim)

[정회원]



- 2015년 2월 : 서경대학교 대학원 미용예술학석사
- 2021년 12월 : 서경대학교 대학원 미용예술학박사 재학
- 2019년 3월 ~ 현재 : 서경대학교 미용예술대학 뷰티테라피 & 메이크업학과 겸임교수

- 관심분야 : 피부마용, 체형관리, 화장품, 미용교육
- E-Mail : 71sooki@nave.com

이 지 안(Ji-An Lee)

[정회원]



- 2007년 2월 : 서경대학교 대학원 미용예술학석사
- 2012년 2월 : 원광대학교 대학원 미용학박사
- 2013년 9월 ~ 현재 : 서경대학교 미용예술대학 뷰티테라피 & 메이크업학과 교수

- 관심분야 : 뷰티테라피, 화장품, K-Beauty, 미용교육
- E-Mail : jianlee@skuniv.ac.kr