

증숙된 더덕 추출물의 피부기능 개선 효과

이희경 · 최은유 · 최두복* · †최현숙**

청솔식품연구소 연구원, *조선대학교 신산업융합학부 부교수, **충청대학교 식품영양외식학부 조교수

Effect of Deodeok Extract on the Skin Function Improvement

Hee-Gyeong Lee, On-Yu Choi, Du-Bok Choi* and †Hyun-Suk Choi**

Researcher, Cheongsol Food R & D, Agricultural Company, Yeoncheon 11006, Korea

*Associate Professor, Dept. of Advanced Industry Convergence, Chosun University, Kwangju 61452, Korea

**Assistant Professor, Dept. of Food Nutrition and Food Service, Chungcheong University, Cheongju 28171, Korea

Abstract

In this study, hot water and ethanol, acetone, and hexane extracts of the steamed Deodeok were investigated for use as raw materials for natural cosmetics. Hot water and ethanol, acetone and hexane extracts of steamed Deodeok did not indicate cell toxicity up to 300 µg/mL concentration in the MTT assay. The tyrosinase inhibition effects of the ethanol extract were higher than the ascorbic acid. The efficacy of the steamed Deodeok's ethanol extract on the elastase inhibition was similar to that of quercetin at higher concentrations. In conclusion, water, ethanol, acetone and hexane extracts of the steamed Deodeok indicated strong possibility as a whitening and anti-wrinkle functional cosmetic ingredient. Among them, the steamed Deodeok's ethanol extract, which showed excellent activity, is highly available because it has high safety compared to other organic solvent extraction methods used in cosmetics, and has minimal irritation to the skin.

Key words: nitrite scavenging activity, tyrosinase inhibitory activity, elastase inhibitory activity, collagenase inhibitory activity

서 론

초롱꽃과(Campanulaceae)에 속하는 여러해살이 덩굴식물인 더덕(*Codonopsis lanceolata*)은, 주로 봄과 가을에 그 뿌리를 채취하여서 사용되는 덩굴성 다년초이다(Won & Oh 2007). 더덕은 식용부분이 뿌리인 근채형으로 우리나라에서는 전국 각지에서 생산되고 있다. 다른 산채에 비해 단백질, 탄수화물이 다량으로 함유되어 있으며, 칼슘, 인, 철분 등의 무기질과 비타민 B₁, 비타민 B₂가 풍부한 것으로 알려져 있다(Lee SK 1999). 한방에서는 진해, 거담, 두통완화 및 소화제 등의 약재로 사용되어 왔다(Kim 등 2010). 인삼의 대용약으로 쓰인 더덕은 뿌리의 주요 성분으로 폴리페놀(polyphenol), 사포닌(saponin), 트라이터펜(triterpene), 스테로이드(steroid)계 화합물 성분이 존재한다고 확인되었으며(Maeng & Park 1991),

이러한 생리활성물질이 함유된 건강기능식품의 소재로도 활용하기 위한 연구가 진행되고 있다(Byeon 등 2009). 더덕의 연구로 항산화(Maeng & Park 1991), 세포독성(Lee 등 2002) 및 혈청 내 중성지질과 콜레스테롤의 축적 감소(Han 등 1998; Shim 등 2004), 면역증강 효과(Lee 2007) 등의 생리활성이 있는 것으로 보고되고 있다. 또한 다양한 더덕의 추출 방법을 사용하여 검출된 항산화 물질로 화장품의 원료개발이 진행되었고 피부 및 모발의 기능성 화장품 소재로서의 가능성도 검토되었다(Lee & Ryu 2019a).

일반적인 열처리과정의 공정보다 증기로 열처리를 거친 증숙과정은 세포의 구조변화와 성분변화로 작물의 유용한 성분의 용출을 높이며, 생리활성 성분의 변화유도 공정으로 알려져 있다. 또한 식품 원료는 열처리 방법에 따라 다양한 형태의 제품이 될 수 있는데, 그 중 열처리 및 증숙과정은 식품의 갈변

† Corresponding author: Hyun-Suk Choi, Assistant Professor, Dept. of Food Nutrition and Food Service, Chungcheong University, Cheongju 28171, Korea. Tel: +82-43-230-2262, Fax: +82-43-230-2269, E-mail: chs2262@ok.co.kr

반응을 촉진시켜 색상 및 향기성분이 증대되어 기호성을 증진시킨다고 연구되었다(Song 등 2012). 더덕도 가열 처리하였을 때 기능성 성분 함량, 산화방지 활성 및 생리활성 효과를 증가시킬 수 있다고 알려져 있다(Nam KY 2005; Kang 등 2006). 증숙 및 열처리 공정을 이용한 더덕의 생리활성 연구가 진행되었으며, 일부 피부미용효과에 대한 연구는 단순추출에 의한 일부 화장품 소재(Park 등 2009) 및 미백효과(Kim 등 2002; Kim 등 2013) 연구가 수행되어 있다. 최근 전통적으로 사용되고 있는 천연 약재 및 작물들의 항균 및 한산화 물질들은 미백, 보습 및 피부노화 억제 효과 등에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(Lee & Ryu 2019b). 본 연구는 증숙 더덕 추출물의 화장품 소재로서의 활용을 탐색하기 위하여 tyrosinase 저해활성, elastase 저해활성 및 collagenase 저해 활성을 측정하여 필요한 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

1. 추출물의 조제 및 시약

본 실험의 더덕(*Codonopsis lanceolata*)은 전북지역에서 2019년 6월에 부러지거나 상처나 상품가치가 떨어지는 하위 품질을 구입하였다. 증숙은 생더덕을 90℃에서 2시간 동안 열처리한 후 36시간 60℃에서 5회 건조하는 공정을 반복 수행하였다. 시료의 열수 추출물은 증류수 1 L에 증숙된 더덕 100 g을 넣어 5시간씩 2회 추출하여 여과 후 농축하여 216%의 수율을 얻어 실험시료로 사용하였으며, 용매별 추출은 증숙한 더덕 100 g에 1 L 추출용매를 각각 넣고 5시간 동안 실온에서 환류 추출 후 여액을 감압 농축하여 ethanol 추출물은 14.2%, acetone 추출물은 12.17% 및 hexane 추출물은 8.14%의 수율을 얻어 시료로 사용하였다.

2. MTT assay

증숙 더덕 용매별 추출물에 대한 세포독성을 알아보기 위해 Mosmann T(1983) 방법을 이용하여 측정하였다. RAW264.7 세포를 96-well plate에 5×10^4 cells/well의 농도로 분주하여 100 μ L의 DMEM 배지와 함께 증숙 더덕 용매별 추출물을 농도별(5, 10, 및 20 μ g/mL)로 처리하여 24시간 배양하였다. 5 μ g/mL의 농도로 용해시켜 만든 MTT 용액을 각 well에 50 μ L씩 가하여 4시간 동안 배양한 후 배지를 제거하였다. 각 well에 100 μ L의 DMSO 용액을 첨가하여 생성된 formazan 결정을 용해시킨 뒤 발색 정도를 550 nm에서 흡광도를 측정하며, blank의 흡광도를 기준으로 약물처리군의 상대적인 세포생존율을 계산하였다.

$$\text{Cell viability(\%)} = [(\text{Sample} - \text{Blank})/\text{Control}] \times 100$$

Sample: 세포를 포함한 추출물의 흡광도

Blank: 세포를 포함하지 않은 추출물의 흡광도

Control: 세포를 포함한 증류수의 흡광도

3. 아질산염(nitrite) 소거능

아질산염 소거능은 농도를 조정된 시료 1 mL에 1 mM NaNO₂ 용액 1 mL를 가한 뒤 pH 1.2, 3.0 및 6.0으로 보정한 0.1 N HCl과 0.2 M citrate buffer로 총 부피를 10 mL로 만든다. 1시간 동안 37℃에서 반응 시킨 후 반응액 1 mL를 취하여 2% acetic acid 3 mL와 30% acetic acid 용액으로 용해한 Griess reagent(1% sulfanilic acid:1% naphthylamine=1:1) 0.4 mL를 가하여 잘 혼합하고 실온에서 15분간 방치한 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 아질산염 소거능은 시료 용액의 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도의 차이를 백분율로 나타내었다(Gray & Dugan 1975).

$$\text{아질산염 소거능 (\%)} = 100 - [(\text{Sample}/\text{Blank}) \times 100]$$

Blank: 시료 대신 PBS를 사용한 반응액의 흡광도

Sample: 시료를 포함한 반응액의 흡광도

4. Tyrosinase 저해활성

Tyrosinase 저해능은 L-tyrosine solution(1.5 mM, 50 μ L), 0.1 M phosphate buffer(pH 6.5, 220 μ L), 0.1 M phosphate buffer(pH 6.5)에 녹인 시료 20 μ L를 혼합하였다. 혼합액에 20 μ L의 mushroom tyrosinase(1,000 unit/mL)를 분주하고 37℃에서 30 min 간 반응시켰다. 반응으로 생성된 dopachrome의 양을 490 nm에서 흡광도를 측정하여 산출하였다(Flurkey WH 1991).

$$\text{Inhibition of tyrosinase activity (\%)} =$$

$$[(\text{Blank} - \text{Sample})/\text{Blank}] \times 100$$

Blank: 시료 대신 PBS를 사용한 반응액의 흡광도

Sample: 시료를 포함한 반응액의 흡광도

5. Elastase 저해활성

Elastase 저해능 측정은 elastase를 50 mM sodium acetate buffer(pH 5.3)에 녹여 1 unit/mL 용액으로 제조하고, DMSO에 녹인 p-Nitroanilide(N-methoxysuccinyl-Ala-Ala-Pro-Valp-nitroanilide)를 20 mM 용액을 만든 후 elastase 20 μ L와 시료 20 μ L를 48 well plate에 분주하였다. 10 mM sodium phosphate buffer(pH 6.8)에 녹인 400 μ M p-nitroanilide를 200 μ L 첨가하였다. 37℃에서 20 min 동안 배양하여 반응액 120 μ L씩을 410 nm에의 흡광도에서 측정한 다음의 환산식에 의하여 계산하였다(Kraunsoe 등 1996).

Inhibition of elastase activity (%) =

$$[1 - (\text{Sample-Blank})/\text{Control}] \times 100$$

Sample: 시료와 효소 포함 반응액 흡광도

Blank: 효소 대신 10 mM sodium phosphate buffer(pH 6.8)

첨가한 반응액 흡광도

Control: 시료 대신 10 mM sodium phosphate buffer(pH 6.8)

첨가한 반응액 흡광도

6. Collagenase 저해활성

Collagenase 저해효과는 PBS(pH 6.0, 1,500 μ L)에 용해한 collagen 용액(0.25 mg/mL) 300 μ L, 시료 600 μ L, collagenase 용액(0.5 unit) 600 μ L를 첨가한 후 어두운 곳에서 20 min 경과 후 형광분광광도계를 이용하여 흡수파장 280 nm, 방출파장 300 nm에서 측정하였다. 대조군은 시료액 대신 PBS를 동량 첨가하여 측정하였다.

7. 통계처리

각 실험은 3회 이상 반복 측정 후 그 평균과 표준편차로 나타내었으며, 결과는 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, ver, 12.0, Chicago, IL, USA)을 사용하여 분산분석을 실시하였다. 유의성 검정은 Duncan's multiple range test를 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 유의차 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. MTT assay를 이용한 추출액의 세포독성조사

세포에서 미토콘드리아의 NAD(P)H 의존적인 oxidoreductase가 MTT 용액을 환원시켜 보라색의 formazan을 형성하면 흡광도로 측정하는 방법이다(Wang 등 2005). Fig. 1은 증숙 더덕의 열수 추출물 및 용매추출물의 단계별 농도(100 μ g/mL, 200 μ g/mL 및 300 μ g/mL)를 처리 한 후 RAW 264.7 세포주를 이용하여 24시간 후 세포생존율을 측정된 결과이다. 대조군으로 샘플을 처리하지 않는 군과 비교한 결과 증숙 더덕의 열수추출물 및 각종 용매 추출물의 단계별 농도(100 μ g/mL, 200 μ g/mL 및 300 μ g/mL) 증가에서도 유의성 있는 세포독성을 나타내지 않았다($p < 0.05$). 용매별 증숙 더덕 추출물이 높은 안전성을 가지므로 화장품 및 기능성 식품원료 배합 시 고농도까지 사용이 가능할 것으로 생각된다.

2. 아질산염 소거능

단백질 식품이나 의약품 및 잔류 농약 등에 존재하는 2급, 3급 등의 아민류와 반응하여 니트로사민을 생성하는 아질산염은 식품 내의 상재 성분으로 널리 존재하고 있는 아민류를

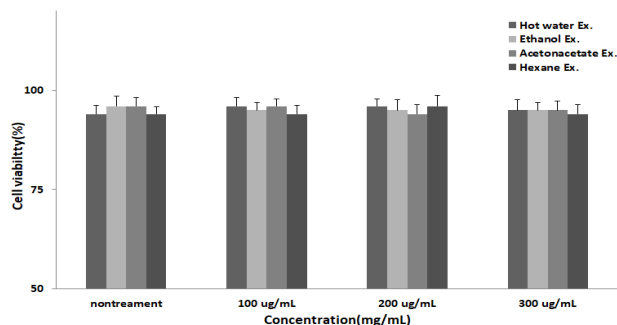


Fig. 1. Effect of the extracts of steamed Deodeok (*Codonopsis lanceolata*) on the viability of RAW264.7 cells. The viability of cells was measured with MTT assay. Results were expressed as % of control absorbance. Results are mean \pm S.D. of triplicate data. Not significant.

함유하고 있는 음식물을 동시에 섭취했을 때, 위 내에서 발암성 물질인 니트로사민이 생성될 가능성이 매우 높다고 하였다(Park 등 1995). 아질산염소거능 측정은 Griess 시약과 NO₂와 반응하여 형성된 azo 화합물의 흡광도를 측정하는 방법으로 증숙 더덕 추출물을 이용하여 pH를 1.2, 3.5, 7.0으로 달리하여 각각 측정된 실험 결과는 Fig. 2와 같다. pH 1.2에서는 대조군의 사용된 BHA의 아질산염 소거능이 97.1%였으며 증숙 더덕의 에탄올 추출물이 88.4%로 추출물 중 가장 높은 활성을 나타내었으며 이 결과는 증숙 더덕 열수 추출물 소거능 42.1%, 아세톤추출물 소거능 52.2% 및 헥산 추출물 52.1%로 비교하여 유의적 높은 아질산염 소거능을 나타내었다($p < 0.05$). 이는 기타 작물들의 아질산염 소거능 연구에 의하면 페놀성 화합물의 상호작용에 기인한다고 보고되고 있으며,

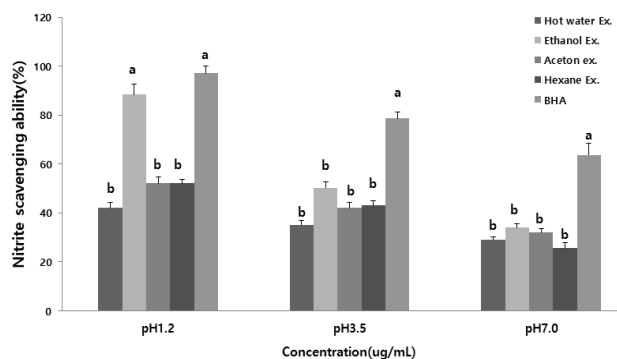


Fig. 2. Nitrite scavenging effect of steamed Deodeok extracts and BHA(butylated hydroxyanisole) under different pH conditions (pH 1.2, 3.5, 7.0) depending on concentration. Data are means \pm S.E. of three experiments performed in triplicate. Mean with difference letters (^{a,b}) within groups of the same pH condition are significant different by $p < 0.05$.

이러한 페놀성 화합물은 산화환원력에 의한 항산화능을 포함해 다양한 효능을 나타낸다고 밝혀져 있다(Osawa T 1994). 또한 Kim 등(2013)의 연구에 의하면 공정별 더덕 추출물의 총페놀함량을 측정된 결과 초고압 및 증속가공 복합처리된 더덕 추출물의 페놀성 화합물의 함량이 미증속 더덕 추출물에 비해 증가하였으며 이와 같은 결과로 증속 더덕 추출물에 함유된 페놀성 화합물의 함량에 의해 아질산 소거능이 감소한 것으로 사료된다. pH 3.5에서는 대조군인 BHA 78.7%의 아질산 소거능을 보였으며, 증속 더덕의 열수 추출물 및 각 용매별 추출물은 대조군과 비교 시 유의적인 아질산염 소거능을 나타내지 않았다. 또한 pH 7.0에서는 대조군인 BHA의 아질산염 소거능이 63.7%를 나타냈었으며, 증속 더덕의 모든 추출물의 아질산염 소거율이 크게 감소하는 경향을 보았다. 산성이 강한 pH 1.2에서는 일정 활성을 나타내었으나, pH 3.5 이후 증속 더덕의 추출물의 아질산염 소거능이 감소되었다. 아질산염 소거에서 더덕 용매별 추출물 중 에탄올 추출물의 소거능 활성이 높았으며, 인체의 위액과 조건이 비슷한 pH 1~3에서 활성이 높았으나 pH가 증가함에 따라 그 활성도는 추출용매에 관계없이 모두 감소됨을 확인할 수 있었다. 이런 결과를 통해 아질산염 소거기능성 천연식품소재로도 증속 더덕 에탄올 추출물의 활용이 가능할 것으로 생각되어진다.

3. Tyrosinase 활성 억제 효과

Polyphenol oxidase로 알려진 tyrosinase는 멜라닌 생합성 과정에서 속도를 조절하는 효소로 중요한 역할을 하며(Jiménez 등 1988), 과도하게 생성 될 때는 과색소 침착과 피부 손상의 주원인이 된다(Lee 등 2010). 비정상적인 색소침착에 대하여 피부의 미백효과를 측정하는 하나의 지표로 tyrosinase를 저해하는 생리활성물질의 탐색은 중요한 부분이 되었다(Cabanes 등 1994). Fig. 3은 증속 더덕 열수 추출물 및 용매별 추출물 분획에 대해 DOPA oxidase 활성저해에 의한 tyrosinase 저해 효과를 나타낸 것이다. 대조군으로는 ascorbic acid를 농도별로 사용하였으며, 각 추출물의 농도 100, 200 및 300 µg/mL의 농도에서 tyrosinase 활성저해도를 관찰하였다. 증속 더덕 열수 추출물 및 각 용매별 추출물은 농도가 증가함에 따라 tyrosinase 활성저해를 저해하였다. 이러한 결과는 tyrosinase 활성저해에 유효한 물질로 알려진 페놀 성분이 증속 공정을 통해 증가함에 따른 것으로 보여진다(Kubo & Kinst-Hori 1999; Kim 등 2007). 그 중 증속 더덕의 에탄올 추출물은 농도가 증가함에 따라 다른 증속의 유기용매 추출물에 비해 100 µg/mL에서는 75.7%, 200 µg/mL에서는 78.3%, 300 µg/mL에서는 79.1%로 같은 농도의 다른 유기용매추출물에 비하여 유의적으로 저해 활성도를 나타내었다($p < 0.05$). 대조군으로 사용한 vitamin C는 자체가 불안정하고 hydroxyanisole, 5-hydroxyindole 및

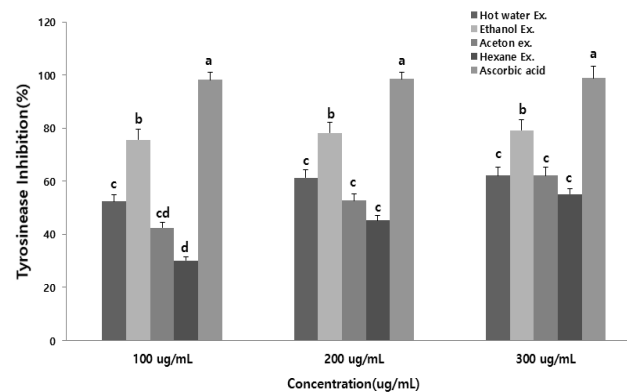


Fig. 3. Tyrosinase inhibition activity effect of steamed Deodeok extracts and ascorbic acid depending on concentration. Data are means±S.E. of three experiments performed in triplicate. Mean with difference letters (^{a-d}) within groups of the same concentration are significant different by $p < 0.05$.

hydroquinone은 강력한 멜라닌 생합성 저해 활성을 보이지만 멜라닌세포의 변성을 유도하여 세포 본래의 기능을 손상시키는 부작용도 보고되어 있어 제한된 양을 사용하고 있다(Maeda & Fukuda 1991). 본 실험에서도 대조군인 ascorbic acid 보다는 가장 높은 저해활성을 보인 증속 더덕의 에탄올 추출물의 저해활성이 낮지만 안전성이 확보된다는 점에서 식품, 의약품 및 화장품 제조에 tyrosinase 억제소재로 이용 가치가 있을 것으로 사료된다.

4. Collagenase 저해 효과

피부의 진피층에는 collagen, elastin, hyaluronic acid, fibronectin 등 다양한 ECM 단백질이 존재하며, 그 중 90%가 collagen으로 피부의 강도 및 형태를 유지하는 역할을 담당한다. 또한 ECM 단백질과 가교결합을 형성하고 있기 때문에 collagen이 분해되어 끊어지면 진피층의 부피가 줄어들게 되어 피부에 주름이 형성되고 발생하며, elastin 또한 제 기능을 잃어 피부의 탄력성이 감소한다. Collagenase에 의한 collagen의 분해와 손실은 피부의 주름생성에 가장 큰 영향을 미친다고 할 수 있다(Yang 등 2016). Collagenase는 collagen 단백질을 가수분해하는 효소로 collagenase에 의해 잘려진 펩타이드를 ninhydrin 반응시켜 증속 더덕 열수 추출물 및 용매 추출물에 대한 collagenase 활성 저해 실험 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 대조물질로 사용된 quercetin은 농도 의존적(100, 200 및 300 µg/mL)으로 97.45~98.25%의 억제율을 나타내었다. 증속 더덕의 열수 추출물 및 용매별 추출물의 collagenase 활성 저해 실험은 대조군과 비교시 각 농도별로 유의적인 결과는 얻지 못하였으나 각 추출물의 농도가 증가함에 따라 collagenase 활성 저해도가 증가됨을 볼 수 있었다. 그 중 에탄올

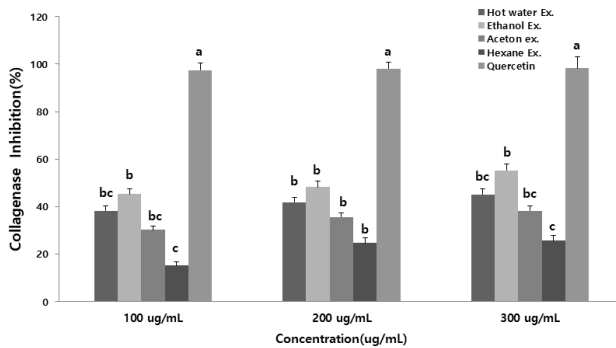


Fig. 4. Collagenase inhibition activity effect of steamed Deodeok extracts and quercetin depending on concentration. Data are means±S.E. of three experiments performed in triplicate. Mean with difference letters (^{a-c}) within groups of the same concentration are significant different by $p<0.05$.

추출물이 300 µg/mL에서 55.24%로 가장 높은 억제율을 나타내었으나 대조군과 비교시 유의적이지 않았다($p<0.05$). 이러한 결과는 인삼을 증숙한 홍삼의 미용식품응용가능성에 대한 Choi 등(2009)의 연구에 의하면 홍삼 뿌리 추출물의 50~1,000 µg/mL농도에서 collagenase 저해활성도가 23.2~29% 정도인 것으로 비교할 때 증숙더덕 에탄올 추출물의 collagenase 저해활성도가 기존 collagenase 저해활성도와 사용 시 보완적인 상승효과를 보일 가능성이 있으며, 이는 피부노화를 방지하는 기능성 소재로서의 활용 가능성이 높다고 판단되었다.

5. Elastase 저해능

Elastase의 활성증가는 피부의 그물망 구조를 파괴시켜 쳐지고 주름이 생기는 등 피부노화가 발생하게 되므로 주 원인 중의 하나인 elastase의 활성 저하는 피부의 주름을 예방하는 효과가 있다(DeWitt 등 1981). 대조군으로 elastase 억제 효과로 알려진 항산화물질 quercetin(Thia 등 2019)을 사용하였다. 증숙 더덕 열수 추출물 및 용매별 추출물의 elastase 억제효과로 주름개선 효과를 관찰한 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 증숙 더덕의 열수 추출물 및 용매별 추출물의 elastase 저해 활성도를 각각 100, 200, 300 µg/mL의 농도로 측정된 결과 대조군인 quercetin(100, 200 및 300 µg/mL)에 비해 유의적인 효과를 보이지 않았으나 증숙 더덕의 열수 추출물 및 용매별 추출물의 농도가 높을수록 elastase 활성 저해 효과가 높게 나타났다. 그 중에서 증숙 더덕의 에탄올 추출물은 100 µg/mL에서는 61.3%, 200 µg/mL에서는 72.7%, 300 µg/mL에서는 78.3%로 같은 농도의 다른 용매 추출물에 비해 유의적인 elastase 활성 저해율을 보였다($p<0.05$). 피부의 주름 생성 및 탄력과 관련이 있는 elastase의 활성 감소는 항노화 기능개선 소재로 긍정적인 영향을 미칠 것으로 생각된다.

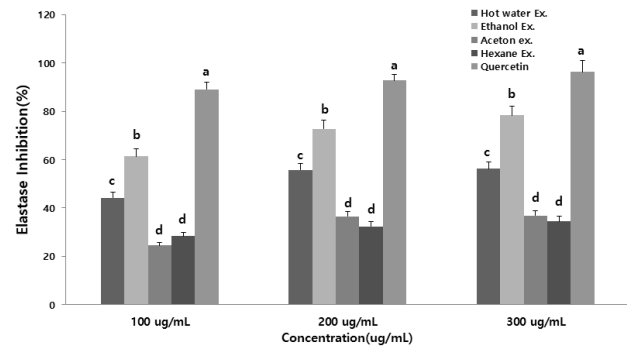


Fig. 5. Elastase inhibition activity effect of steamed Deodeok extracts and quercetin depending on concentration. Data are means±S.E. of three experiments performed in triplicate. Values were expressed as mean±S.D. of at least three determinations. Mean with difference letters (^{a-d}) within groups of the same concentration are significant different by $p<0.05$.

요약 및 결론

본 연구에서는 증숙 더덕의 열수 및 용매별 추출물에서 기능성 화장품소재로서의 가능성을 검토하였다. 증숙 더덕의 열수 및 용매별 추출물은 세포독성시험(MTT assay) 결과, 100, 200 및 300 µg/mL 범위의 농도에서 전혀 세포독성을 나타내지 않았다. Tyrosinase 억제능은 대조군인 ascorbic acid보다는 저해활성이 낮았으나, 추출물 중 증숙 더덕의 에탄올 추출물의 효과가 그중에서 가장 우수하였다. Collagenase 저해활성도 및 elastase 억제효과로 관찰한 결과 증숙 더덕의 에탄올 추출물은 대조군과 비교하여 유의적인 결과는 아니지만 농도 의존적으로 저해활성이 증가함을 보여주었다. 따라서 증숙 더덕의 열수 추출물과 각 용매별 추출물은 농도가 증가함에 따라 미백 혹은 주름개선 효과가 있었으며 그 중 증숙 더덕의 에탄올 추출물은 미백 및 주름 개선효과가 다른 추출물보다 높아 기능성화장품소재로서 가능성을 보여주었다. 증숙 더덕의 에탄올 추출물은 일반적으로 화장품에서 사용되는 기타 유기용매를 이용한 추출 방법에 비하여 안전성이 높으므로 피부에 자극이 적기 때문에 이용가능성이 크다고 판단되며, 항노화 화장품 소재로서의 가능성을 위한 체계적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

References

Byeon SE, Choi WS, Hong EK, Lee J, Rhee MH, Park HJ, Cho JY. 2009. Inhibitory effect of saponin fraction from *Codo-*

- nopsis lanceolata* on immune cell-mediated inflammatory responses. *Arch Pharmacol Res* 32:813-822
- Cabanes J, Chazarra S, Garcia-Carmona F. 1994. Kojic acid, a cosmetic skin whitening agent, is a slow-binding inhibitor of catecholase activity of tyrosinase. *J Pharm Pharmacol* 46:982-985
- Choi ME, Jeon BK, Kim DS, Mun YJ, Woo WH. 2009. A study on application for beauty food of mixture of Korean Red ginseng and *Fagopyrum esculentum*: Anti-oxidative effect and collagenase inhibitory activity. *Korean J Orient Med Prescr* 17:153-162
- DeWitt DL, Rollins TE, Day JS, Gauger JA, Smith WL. 1981. Orientation of the active site and antigenic determinants of prostaglandin endoperoxide synthase in the endoplasmic reticulum. *J Biol Chem* 256:10375-10382
- Flurkey WH. 1991. Identification of tyrosinase in mushrooms by isoelectric focusing. *J Food Sci* 56:93-95
- Gray JI, Dugan RL. 1975. Inhibition of N-nitrosamine formation in model food system. *J Food Sci* 40:981-985
- Han EG, Sung IS, Moon HG, Cho SY. 1998. Effect of *Codonopsis lanceolata* water extract on the levels of lipid in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 940-944
- Jiménez M, Kameyama K, Maloy WL, Tomita Y, Hearing VJ. 1988. Mammalian tyrosinase: Biosynthesis, processing, and modulation by melanocyte-stimulating hormone. *Proc Natl Acad Sci USA* 85:3830-3834
- Kang KS, Kim HY, Pyo JS, Yokozawa T. 2006. Increase in the free radical scavenging activity of ginseng by heat processing. *Biol Pharm Bull* 29:750-754
- Kim JM, Park CM, Hong CH, Kim NK, Hwang CY. 2002. Inhibitory effect on melanin synthesis of radix *Codonopsis lanceolatae*. *J Orient Med Surg Ophthalmol Otolaryngol* 15:20-32
- Kim JS, Choi WS, Chung JY, Chung HC, Lee HY. 2013. Enhancement of cosmeceutical activity from *Codonopsis lanceolata* extracts by stepwise steaming process. *Korean J Med Crop Sci* 21:204-212
- Kim SH, Chung MJ, Jang HD, Ham SS. 2010. Antioxidative activities of the *Codonopsis lanceolata* extract *in vitro* and *in vivo*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:193-202
- Kim YC, Takaya Y, Chung SK. 2007. Tyrosinase inhibition and mutagenicity of phenolic compounds from mulberry leaves. *J Food Sci Nutr* 12:119-121
- Kubo I, Kinst-Hori I. 1999. Flavonols from saffron flower: Tyrosinase inhibitory activity and inhibition mechanism. *J Agric Food Chem* 47:4121-4125
- Kraunsoe JAE, Claridge TDW, Lowe G. 1996. Inhibition of human leukocyte and porcine pancreatic elastase by homologues of bovine pancreatic trypsin inhibitor. *Biochemistry* 35:9090-9096
- Lee KT, Choi J, Jung WT, Nam JH, Jung HJ, Park HJ. 2002. Structure of a new echinocystic acid bisdesmoside isolated from *Codonopsis lanceolata* roots and the cytotoxic activity of prosapogenins. *J Agric Food Chem* 50:4190-4193
- Lee NY, Kim YK, Choi I, Cho SK, Hyun JN, Choi JS, Park KH, Kim KJ, Lee MJ. 2010. Biological activity of barley (*Hordeum vulgare* L.) and barley by-product extracts. *Food Sci Biotechnol* 19:785-791
- Lee SK. 1999. Volatile flavor components of wild & cultivated *Codonopsis lanceolata* by instrumental and sensory analysis. Master's Thesis. Duksung Woman's Univ. Seoul. Korea
- Lee SM, Ryu MJ. 2019a. Deodorization effects and antibacterial activity of *Codonopsis lanceolata* extract. *Asian J Beauty Cosmetol* 17:267-276
- Lee YG, Kim JY, Lee JY, Byeon SE, Hong EK, Lee J, Rhee MH, Park HJ, Cho JY. 2007. Regulatory effects of *Codonopsis lanceolata* on macrophage-mediated immune responses. *J Ethnopharmacol* 112:180-188
- Lee YS, Ryu MJ. 2019b. Antioxidant effects of *Cinnamomum cassia* Bark extract and its effectiveness as a cosmetics ingredient. *Asian J Beauty Cosmetol* 17:69-80
- Maeda K, Fukuda M. 1991. *In vitro* effectiveness of several whitening cosmetic components in human melanocytes. *J Soc Cosmet Chem* 42:361-368
- Maeng YS, Park HK. 1991. Antioxidant activity of ethanol extract from Dödök (*Codonopsis lanceolata*). *Korean J Food Sci Technol* 23:311-316
- Mosmann T. 1983. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: Application to proliferation and cytotoxicity assays. *J Immunol Methods* 65:55-63
- Nam KY. 2005. The comparative understanding between red ginseng and white ginsengs, processed ginsengs (*Panax ginseng* C. A. Meyer). *J Ginseng Res* 29:1-18
- Park SJ, Song SW, Seong DH, Park DS, Kim SS, Gou J, Ahn JH, Yoon WB, Lee HY. 2009. Biological activities in the extract of fermented *Codonopsis lanceolata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:983-988

- Park YB, Lee TG, Kim OK, Do JR, Yeo SG, Park YH, Kim SB. 1995. Characteristics of nitrite scavenger derived from seeds of *Cassia tora* L. *Korean J Food Sci Technol* 27: 124-128
- Osawa T. 1994. Novel natural antioxidants for utilization in food and biological systems. In Uritani I, Garcia VV, Mendoza EMT (Eds.), *Postharvest Biochemistry of Plant Food Materials in the Tropics*. pp.241-251. Japan Scientific Societies Press
- Shim KS, Park GH, Choi CJ, Na CS. 2004. Decreased triglyceride and cholesterol levels in serum, liver and breast muscle in broiler by the supplementation of dietary *Codonopsis lanceolata* root. *Asian Australas J Anim Sci* 17: 511-513
- Song CH, Seo YC, Choi WY, Lee CG, Kim DU, Chung JY, Chung HC, Park DS, Ma CJ, Lee HY. 2012. Enhancement of antioxidative activity of *Codonopsis lanceolata* by step-wise steaming process. *Korean J Med Crop Sci* 20:238-244
- Thia A, Fadlina CS, Silvia S. 2019. Total phenolic contents, quercetin determination and anti elastase activity of *Melastoma malabathricum* L. leaves extract from different method of extractions. *Pharmacogn J* 11:124-128
- Wang BS, Chen JH, Liang YC, Duh PD. 2005. Effects of welsh onion on oxidation of low-density lipoprotein and nitric oxide production in macrophage cell line RAW 264.7. *Food Chem* 91:147-152
- Won HR, Oh HS. 2007. Antioxidative activity and lipid composition from different part and supplement of *Codonopsis lanceolata* in rat. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:1128-1133
- Yang WT, Kim KS, Kwon YS, Kim DH, Kim DH. 2016. Whitening and anti-aging effects of *Cistanche deserticola* extract. *J Plant Biotechnol* 43:492-499

Received 10 August, 2020

Revised 18 September, 2020

Accepted 28 September, 2020