

감태나무(*Lindera glauca* Blume) 에탄올 추출물의 항산화 및 인체 대장암세포 증식 억제 효과에 대한 연구

- 연구노트 -

김예언¹ · 윤정미²

¹광주여자대학교 식품영양학과

²전남대학교 식품영양과학부

Antioxidative and Antiproliferative Effects of *Lindera glauca* Blume on Human Colorectal Cancer Cells

Yeah-Un Kim¹ and Jung-Mi Yun²

¹Department of Food and Nutrition, Kwangju Women's University

²Department of Food and Nutrition, Chonnam National University

ABSTRACT Various medicinal plants were collected, air-dried, and subjected to extraction with ethanol. Ethanol extracts were screened for their efficacies as antioxidative and antiproliferative agents against cancer cells. Among the 15 species, extract of *Lindera glauca* Blume stem with a total polyphenolic content of 70.99±1.88 µg/TAE µg, was found to possess high DPPH radical scavenging (IC₅₀=30.54±0.62 µg/mL), nitrite scavenging (IC₅₀=787.94±89.28 µg/mL), and reducing power activities (595.76±1.90 µg/mL). The antiproliferative activities of plant extracts were determined using MTT assay in human colorectal cancer cells. Extracts of stems and roots from *L. glauca* Blume were found to possess high anti-proliferative activities in HT-29 and HCT116 cells (IC₅₀=711.52±40.27 µg/mL and IC₅₀=85.07±4.06 µg/mL, respectively). These results suggest that *L. glauca* Blume extract could be a useful natural antioxidant and anticancer resource.

Key words: antioxidant, antiproliferative, *Lindera glauca* Blume, colon cancer

서 론

지나치게 서구화된 식습관으로 인하여 심혈관계 및 퇴행성 질환 등의 만성질환이 증가하고 있는 추세이다. 수많은 식품소재들의 건강증진 효능 및 질병예방 효과가 밝혀지면서 식품의 생리활성 측면에 대한 관심이 증대되고 있는 실정이다. 특히 인체의 노화와 질병을 일으키는 활성산소종(ROS, reactive oxygen species)에 대항한 항산화에 집중적으로 관심이 대두되고 있다. ROS는 인체 내에서 정상적인 대사과정 중 생물학적 반응으로 형성되며, 불안정하고 반응성이 커서 체내에서 항산화 체계에 의하여 적절히 제거되지 못하면 여러 생체 물질과 쉽게 반응하고 체내 고분자들을 공격하여 비가역적으로 세포막 손상, DNA 변성, 지질 산화, 단백질 분해 등을 초래하여 생체기능을 저하시킨다(1). 이러한 체내 ROS 생성이 암, 동맥경화, 심장병, 당뇨병, 류마티스성 관절염 등과 같은 여러 질환의 위험을 증가시킨다(2-4). 항산화란 생체 내에서 생성되는 산화적 스트레스

에 의해 생성된 산화 정도를 조절하는 것으로 과 생성된 활성산소종의 수준을 정상으로 돌려놓거나 생성을 억제시키는 방어기전이다(5,6). 최근에는 부작용이 없으면서 안전한 맞춤형 기능성 식품이 관심을 받고 있으며 이러한 욕구를 충족시키기 위해 인간이 오랫동안 섭취해온 유용 및 약용 식물에 관심이 많아지고 있다. 또한 항산화력이 우수한 약용 식물 및 식용식물을 이용한 체내 면역반응이나 항암 효능에 관한 연구가 국내외에서 활발히 이루어지고 있다(7-14). 최근 국내에서도 식생활 방식의 서구화로 인하여 대장암 발병률이 급격히 증가하고 있고(15-18), 본 연구에서는 식용 가능한 여러 식물들의 항산화 및 대장암 항암 활성을 측정하고자 하였다. 본 연구에서 사용된 식물들은 식품의약품안전처 식품원재료 데이터베이스(19)에서 확인된 식용 가능한 식물을 이용하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에서 사용된 소재는 식품의약품안전처 식품원재료 데이터베이스(19)에서 모두 식용으로 가능함을 확인한 약초로서 상기 15종의 소재는 2013년 5월에 광주광역시

Received 1 September 2014; Accepted 2 January 2015

Corresponding author: Jung-Mi Yun, Department of Food and Nutrition, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea
E-mail: sosung75@jnu.ac.kr, Phone: +82-62-530-1332

광산구 월곡시장에서 구입하였다. 모든 유용식물은 15일간 자연건조한 후 분말화하였다. 항산화 활성 측정에 사용된 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH), HCl, Folin-Denis reagent, ascorbic acid, butylated hydroxytoluene(BHT), sodium nitrite, acetic acid, sulfanilic acid, naphthylamine, phosphate buffer solution, potassium ferricyanide, trichloroacetic acid(TCA), ferric chloride, dimethyl sulfoxide(DMSO)는 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였고, 시료의 추출에 사용된 용매로 absolute ethanol은 Thermo Fisher Scientific Inc.(Hampton, NH, USA)의 HPLC급 시약을 사용하였다. 세포배양에 사용된 RPMI 1640 배지 및 0.25% trypsin-EDTA, fetal bovine serum(FBS), penicillin은 Gibco사(Brooklyn, NY, USA) 제품을 사용하였다. 3-(4,5-Dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide(MTT)는 Biosesang 사(Gyeonggi, Korea) 제품을 구매하여 사용하였고 본 실험에 사용된 그 외의 시약 및 용매는 모두 일급 시약의 등급을 사용하였다.

추출물의 제조

각 식물소재 추출을 위해 분말 건조 시료 g당 8배의 99.9% 에탄올을 가하여 교반하면서 환류 냉각하여 추출하고 여과(Whatman filter paper No 2, Whatman, Newton, MA, USA)하여 얻었다. 이렇게 얻어진 추출액을 회전감압농축기(rotary vacuum evaporator, BÜCHI Labortechnik AG, Flawil, Switzerland)로 감압농축 건조시켜 고형물의 함량을 산출하였다. 식물의 추출물 수율(%)은 [추출 분말의 무게(g)/ 처음 사용한 시료(g)]×100으로 나타내었다.

총 폴리페놀 함량 측정

총 페놀 함량은 Gutfringer(20)의 방법을 변형하여 측정하였다. 페놀성 물질인 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 현상을 이용한 방법으로 측정하였다. 식물 추출물과 Folin-Ciocalteu reagent(Sigma-Aldrich Co.) 90 µL를 각각 첨가하여 상온에서 5분 반응 후 10% Na₂CO₃ 용액 90 µL를 첨가하여 상온에서 한 시간 반응 후 분광광도계(Biochrom Co., Cambridge, UK)를 이용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 tannic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 이용하였으며 표준물질의 표준곡선으로부터 총 폴리페놀 함량(TAE mg/g)을 계산하였다.

DPPH 라디칼 소거 활성 측정

DPPH 라디칼 소거능의 측정은 Jeong 등(21)의 방법에 준하여 활성을 측정하였다. 일정 농도의 에탄올 추출물 시료 200 µL에 1.5 mM DPPH 용액(99.9% ethyl alcohol에 용해) 400 µL를 가한 후, vortex mixer로 10초간 진탕하고 30분간 실온 암실에서 반응시킨 다음 517 nm에서 분광광도계(Biochrom Co.)로 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼

소거 활성은 추출물의 첨가 전과 후의 차이를 $1 - [(시료첨가구의 흡광도 / 무첨가구의 흡광도) \times 100]$ 인 백분율로 계산하여 추출물에 의해서 DPPH 라디칼을 50% 소거 활성을 나타내는 추출물의 농도를 IC₅₀ 값으로 표현하였다.

아질산염 소거능 측정

1 mM NaNO₂ 용액 1 mL에 일정 농도의 추출물 1 mL를 가하고 0.1 N HCl(pH 1.2)을 사용하여 반응용액의 pH를 1.2로 조정한다 다음 총량을 10 mL로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 반응시킨 후 각 반응액을 1 mL 취하여 여기에 2% acetic acid 5 mL를 첨가하고 30% 초산용액으로 용해한 Griess reagent(1% sulfanilic acid : 1% naphthylamine = 1:1) 400 µL를 가하여 혼합시킨 다음 실온에서 15분간 반응시킨 후 분광광도계(Biochrom Co.)로 562 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 Griess reagent 대신 증류수를 가하여 동일한 방법으로 측정하여 추출물의 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도 차이를 백분율인 $1 - [(시료첨가구의 흡광도 / 무첨가구의 흡광도) \times 100]$ 으로 나타냈으며 추출물이 아질산염을 50% 소거시키는 농도를 IC₅₀ 값으로 표현하였다.

환원력

Fe²⁺ 이온을 환원시키는 정도를 측정하기 위하여 일정 농도의 식물 추출물 100 µL, 200 mM의 phosphate 완충용액(pH 6.6) 및 1% potassium ferricyanide 용액을 250 µL씩 각각 가하여 혼합한 뒤, 50°C의 수욕 상에서 20분간 반응시킨 후 10% TCA 용액 250 µL를 가하여 반응을 정지시키고 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 하였다. 상층액 100 µL를 취하여 96 well plate에 증류수 100 µL와 0.1% ferric chloride 용액 20 µL를 혼합한 후 분광광도계(Biochrom Co.)로 700 nm에서 흡광도를 측정하였다(22).

세포배양

본 실험에서는 인간 대장암 유래의 세포주 HT-29와 HCT116(KCLB, Seoul, Korea)을 사용하였다. 세포배양을 위해 사용한 배지는 RPMI 1640 배지에 10% FBS를 첨가하고 미생물의 오염이나 증식을 억제하기 위해 1% penicillin을 첨가하였다. 95%의 습도가 유지되는 37°C, 5% CO₂ incubator(Thermo Fisher Scientific Inc.)에서 배양하였다. 세포가 80% 정도 자랐을 때 0.25% trypsin-2.65 mM EDTA를 처리하여 계대 배양하여 사용하였고 passage 수치가 4~7일 때 사용하였다.

MTT assay

식물 추출물의 암세포 증식 억제 효능을 측정하기 위해 MTT assay를 실시하였다(23). 배양된 암세포는 24 well plate에 1×10^5 cells/well이 되도록 900 µL씩 분주하여 37°C, 5% CO₂ incubator에서 24시간 배양한 후 각 시료를 RPMI 1640 배지로 희석하여 각 well당 일정 농도의 추출물

을 100 µL씩 첨가하고, 대조군에는 시료 대신 PBS를 100 µL씩 첨가하였다. 이 plate를 다시 37°C, 5% CO₂ incubator에서 48시간 배양하고 배지를 제거한 후 MTT(1 mg/mL) 용액을 각각 200 µL씩 첨가하여 4시간 동안 37°C, 5% CO₂ incubator에서 배양하고 MTT가 환원되도록 하였다. 배양 후 formazan 형성을 현미경으로 관찰하고 바닥에 형성된 formazan 결정이 흐트러지지 않도록 주의하면서 모든 well의 배지를 제거하고 각 well에 DMSO 200 µL씩 첨가한 후 분광광도계(Biochrom Co.)를 이용하여 흡광도 570 nm에서 측정하였다. 추출물을 처리하지 않은 세포를 대조군으로 100% 하였을 때의 상대적인 세포사멸능으로 나타내었다.

통계처리

실험 결과는 3번의 반복실험으로 평균±표준편차로 나타내었고 SPSS(version 19.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였으며, 각 측정 평균값의 유의성을 항산화 효과는 Duncan's multiple range test로 검정하였고 항암 효능 효과는 Dunnett's *t*-test로 검정하였다. 유의성은 **P*<0.05, ***P*<0.01로 표시하였다.

결과 및 고찰

식물의 에탄올 추출물 수율 및 총 폴리페놀

최근 식물로부터 신약을 개발하려는 연구와 약용식물과 유용식물들을 통한 건강식품의 수요가 많아지고 약용식물

의 재배가 증가하는 추세에 있으며, 이의 적절한 사용을 위하여 효능에 대한 과학적 근거를 제시하는 것이 필요하다(24,25). 본 실험에서 사용된 소재는 식품의약품안전처 식품원재료 데이터베이스(19)에서 모두 식용으로 가능함을 확인한 약초로서 상기 15종의 소재인 *Lindera glauca* Blume, *Suaeda japonica* Makino, *Helianthus tuberosus* L., *Cudrania tricuspidata* Bur., *Hippophae rhamnoides* L., *Lespedeza cuneata* G., *Angelica gigas* N., *Agave americana* L., *Boehmeria nivea* L., *Hordeum vulgare* L., *Luffa cylindrica* Roemer, *Canavalia gladiata* DC., *Artemisia annua* Linne, *Momordica charantia* L., *Dendropanax morbifera* Nakai를 사용하였으며, 본 연구에서 생리활성이 가장 높고 현재까지의 생리활성 연구가 미흡한 감태나무(*L. glauca* Blum) 추출물을 중심으로 연구를 지속하였다.

생리활성 물질로서의 식물성 식품에 존재하는 대표적인 항산화 물질들이 폴리페놀류로 보고되고 있으며, 또한 폴리페놀류의 기능성과 그 항산화성의 관련 여부에 관심이 점차 증가하는 추세이다(26,27). 페놀성 화합물은 수산기를 가지는 방향족 화합물의 총칭으로 식물의 주요 2차 대사산물이 다. 페놀성 화합물은 페놀기의 수소 원자를 라디칼에 제공하여 라디칼을 안정하게 만들고 공명 혼성체를 형성할 수 있으므로 항산화능에 크게 기여한다(28). 또한 식물 기원의 시료에서 페놀화합물은 그 함량이 많을수록 항산화 활성이 높다(29). 본 연구에서는 표준물질 tannic acid의 표준곡선으로부터 총 폴리페놀 함량(TAE, tannic acid equivalent mg/g)

Table 1. List and antioxidant activities (IC₅₀) of various medicinal plants

Name	Part	Total polyphenol contents (TAE mg/g)	DPPH radical scavenging activity (IC ₅₀ ¹⁾ , µg/mL)	Nitrite scavenging activity (IC ₅₀ , µg/mL)	Reducing power (OD 700)
<i>Lindera glauca</i> Blume	Stem	70.9±1.8 ²⁾	30.5±0.6	787.9±89.2	595.7±1.9
	Root	81.9±1.5	29.4±0.3	796.7±40.0	527.0±5.0
<i>Suaeda japonica</i> Makino	Stem	7.9±0.0	1,253.0±156.6	1,006.4±15.8	8,140.8±826.3
	Leaf	22.1±6.7	211.4±6.5	4,691.9±50.4	4,599.6±268.2
<i>Helianthus tuberosus</i> L.	Root	0.2±0.2	2,537.2±138.5	ND ³⁾	ND
	Leaf	16.6±1.2	720.1±28.1	5,208.2±236.6	4,984.4±21.2
<i>Cudrania tricuspidata</i> Bur.	Stem	88.3±2.6	188.4±7.8	1,005.0±209.3	598.8±2.9
	Root	43.4±0.0	77.4±6.7	2,596.3±65.9	1,092.2±3.7
<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	Berry	4.3±0.6	924.1±11.7	5,310.5±299.7	7,120.7±601.9
	Seed	9.9±0.1	263.6±20.2	3,522.4±63.7	2,250.3±12.7
<i>Lespedeza cuneata</i> G.	Whole	24.8±0.6	70.5±2.5	2,191.0±246.0	4,845.8±281.4
<i>Angelica gigas</i> N.	Root	7.3±1.5	1,131.6±63.6	1,709.7±107.6	4,539.6±12.7
<i>Agave americana</i> L.	Whole	12.5±0.4	476.0±28.8	3,295.8±284.2	4,677.2±287.0
<i>Boehmeria nivea</i> L.	Whole	80.3±2.7	970.6±134.0	901.7±122.5	2,077.0±38.9
<i>Hordeum vulgare</i> L.	Grain	48.3±2.7	549.1±24.0	5,112.4±334.6	678.7±45.3
<i>Luffa cylindrica</i> Roemer	Fruit	10.9±1.0	1,209.8±91.7	4,295.8±174.7	5,784.9±785.6
<i>Canavalia gladiata</i> DC.	Fruit	4.9±1.5	4,434.5±123.8	ND	5,916.6±267.5
<i>Artemisia annua</i> Linne	Leaf & stem	25.3±5.3	303.6±2.8	7,021.7±788.6	2,195.3±8.3
<i>Momordica charantia</i> L.	Fruit	21.9±2.2	709.6±68.0	1,206.1±51.4	5,154.5±631.9
<i>Dendropanax morbifera</i> Nakai	Leaf & stem	18.1±4.4	959.4±35.2	481.8±45.8	4,458.0±24.2
BHT ⁴⁾		—	82.2±4.0	447.3±13.7	268.3±56.1

¹⁾IC₅₀ is the concentration of 50% inhibition. ²⁾Mean±standard deviation.

³⁾ND: not detected. ⁴⁾BHT was used as a positive control

을 계산한 결과 Table 1과 같다. 감태나무 뿌리 81.9 ± 1.5 TAE mg/g, 줄기는 70.9 ± 1.8 TAE mg/g로 확인되었다. 최근의 Huh 등(30)에 의하면 감태나무로부터 분석된 8종의 플라보노이드계 물질이 발견되었으며, lindeglaucol, lindeglaucone, cilicicone B, tamarixetin 3-O- α -L-rhamnoside, procyanidin A2, cinnamtannin B1, cinnamtannin D1, procyanidin A1이 알려져 있다. 특히 procyanidin A2, cinnamtannin B1, cinnamtannin D1, procyanidin A1이 BHT에 비교하여 항산화능이 높게 나타남이 확인되었다(30).

DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH 라디칼은 화학적으로 유도되는 비교적 안정한 라디칼로서 DPPH 라디칼 소거능은 항산화능을 측정하는 데 가장 널리 사용되는 방법이다(31). DPPH의 환원력은 항산화 활성과 연관성이 높아 다양한 천연소재로부터 항산화 활성을 screening 하는 데 많이 사용된다(32,33). 여러 식물들의 DPPH 라디칼 소거 활성에 미치는 영향을 Table 1에 나타내었다. 감태나무의 DPPH 라디칼 소거능 IC_{50} 을 산출한 결과 감태나무 뿌리 29.4 ± 0.3 μ g/mL, 감태나무 줄기 30.5 ± 0.6 μ g/mL이고, 본 연구의 결과에서 대조구로 사용된 합성 항산화제인 BHT는 82.2 ± 4.0 μ g/mL의 라디칼 소거능을 보였다. 대조구로 사용된 BHT가 100 μ g/mL 농도에서 55.14%의 소거능을 나타내었고 감태나무 줄기 추출물은 100 μ g/mL 농도에서 94.09%의 소거능을 나타내었으며, 감태나무 뿌리 추출물은 100 μ g/mL 농도에서 89.46%로

BHT보다 높은 DPPH 라디칼 소거능을 보였다(Fig. 1A). 감태나무의 경우 현재까지 추출물의 항산화능이 연구된 바가 없고 높은 항산화능으로 인해 향후 천연 항산화 자원으로서 이용 가능성이 높을 것으로 생각된다.

아질산염 소거능 측정

라디칼류 중 하나인 nitrite는 Griess reagent와 반응하여 보라색의 아조염을 형성한다(33). 또한 식품 중에서 2급, 3급 amine과 결합하여 발암물질인 nitrosoamine을 생성할 수 있으므로 아질산염 소거능 평가를 통하여 시료의 항암 작용 여부를 간접적으로 확인할 수 있다(34). 이는 nitrite의 농도에 따라 비례하므로 시료의 nitrite의 소거능을 비색법에 의해 측정할 수 있다(35). 감태나무 에탄올 추출물의 아질산염의 소거능을 측정된 결과 Table 1과 Fig. 1B에 나타내었다. IC_{50} 은 시료 농도에 따른 아질산염 소거능 변화 곡선으로부터 아질산염을 50% 소거시키는 농도를 표시한 것이다. 그 결과 감태나무 줄기 787.9 ± 89.2 μ g/mL, 감태나무 뿌리 796.7 ± 40.0 μ g/mL 활성을 보여주었으나 positive control인 합성 항산화제 BHT의 아질산염 소거능은 447.3 ± 13.7 μ g/mL와 비교하였을 때 감태나무 줄기 및 뿌리는 비슷한 활성을 확인하여 일상에서 노출될 수 있는 발암성 nitrosamine의 생성 억제에도 효과를 나타낼 수 있을 것으로 판단되며, 이를 기반으로 다각적인 연구가 필요할 것이라고 생각된다. Kang 등(36)의 연구에서 phenolic acid, flavonoids 등 페놀화합물질의 함량이 높을수록 아질산염 소거능이 높아지는 양적 상관관계를 나타내는 것으로 보고하

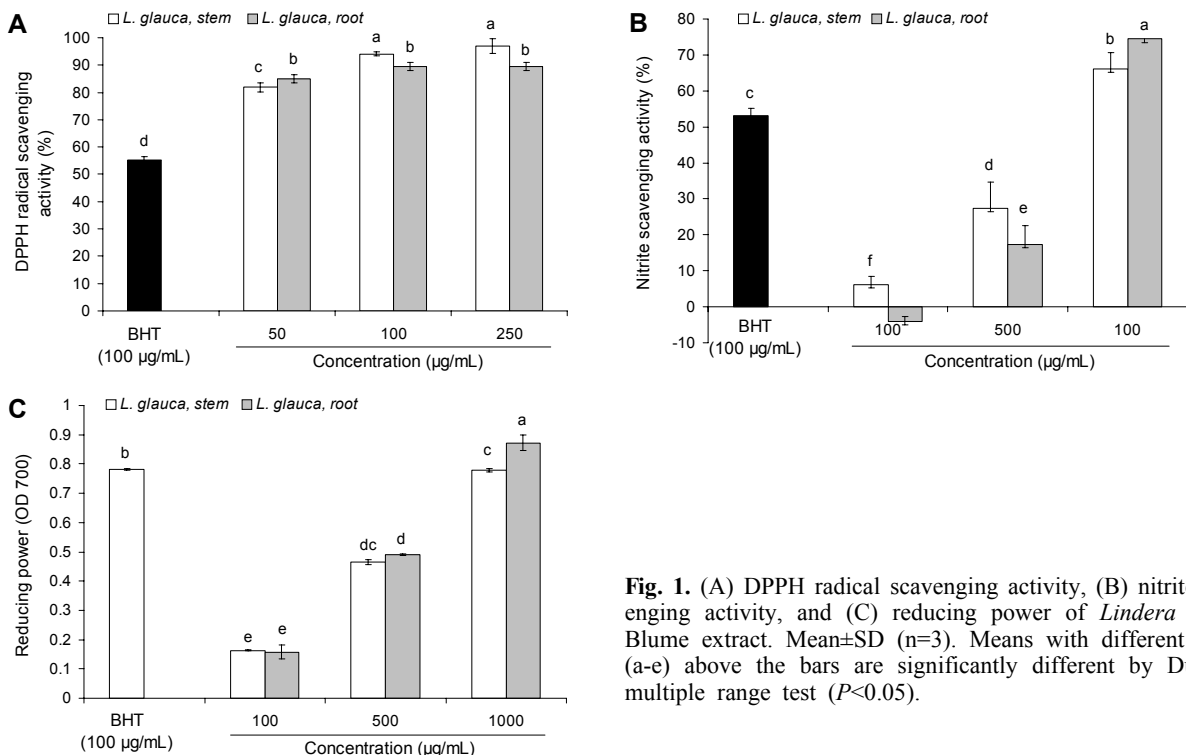


Fig. 1. (A) DPPH radical scavenging activity, (B) nitrite scavenging activity, and (C) reducing power of *Lindera glauca* Blume extract. Mean \pm SD (n=3). Means with different letters (a-e) above the bars are significantly different by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

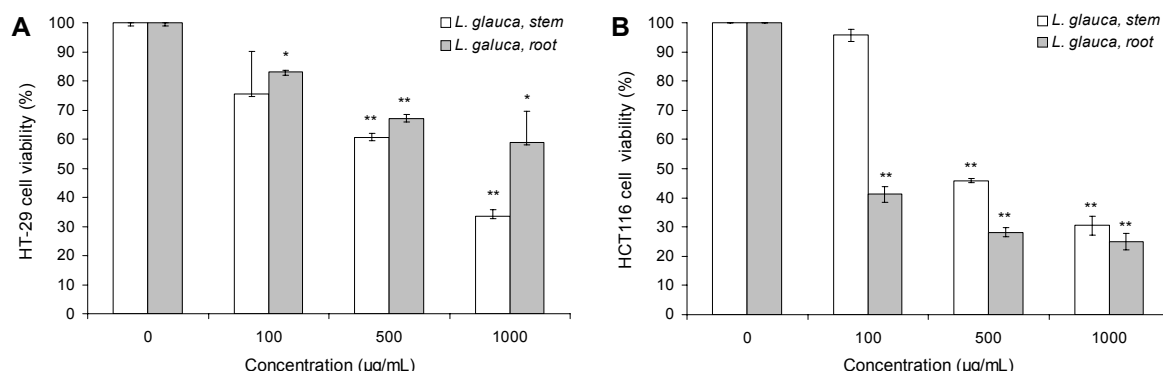


Fig. 2. Antiproliferative effect of *Lindera glauca* Blume extracts on (A) HT-29 and (B) HCT116 colorectal cancer cells. Mean±SD (n=3). *P<0.05, **P<0.01; significantly different compared to without treatment group.

였다.

환원력

환원력은 Fe³⁺ 이온을 Fe²⁺로 환원시키는 능력을 측정하여 항산화 활성을 검정하는 방법이며, 환원력이 강할수록 진한 녹색에 가깝게 발색되어 항산화 활성이 큰 물질일수록 높은 흡광도 값을 나타내는 것으로 알려져 있다(37). 약초 추출물의 환원력은 Fig. 1C와 같다. 감태나무 추출물의 환원력을 흡광도 수치(OD 700)가 0.500일 때의 농도를 산출하여 나타낸 결과 대조구로 사용된 합성 항산화제인 BHT 흡광도 수치(OD 700)가 0.500일 때의 농도는 250 µg/mL 농도로 확인되었고, 감태나무 줄기와 뿌리 추출물은 각각 527 µg/mL, 595 µg/mL 농도로 확인되었다. 시료의 환원력은 전자 공여를 통한 라디칼의 소거능과 관련성이 높기 때문에 DPPH 라디칼 소거능이 높은 시료인 경우 환원력이 대체적으로 높은 것으로 알려져 있다(38).

암세포 증식 억제 효과

MTT assay는 살아있는 세포가 미토콘드리아의 탈수소 효소를 이용하여 노란색의 수용성 기질인 MTT tetrazolium을 청자색을 띠는 비수용성의 MTT formazan으로 환원시키는 미토콘드리아의 능력을 이용하는 검사로, 추출물의 세포 생존율에 미치는 영향을 확인하여 항암제 선별이나 암 기초연구에 널리 사용되는 방법이다(31). IC₅₀은 시료 농도에 따른 암세포 증식 억제능 변화 곡선으로부터 암세포를 50% 억제시키는 농도를 표시한 것이다. 먼저 HT-29 세포주에 대해 감태나무 줄기 711.5±40.2 µg/mL, 감태나무 뿌리 1,016.2±259.0 µg/mL로 대장암세포 성장을 억제하는 것으로 확인하였다(Fig. 2A). 또한 HCT116 세포주에 대해 감태나무 뿌리 85.0±4.0 µg/mL, 감태나무 줄기 470.6±2.0 µg/mL로 대장암세포 성장을 억제하는 것으로 확인하였다(Fig. 2B).

본 연구의 결과에서 보이는 것과 같이 감태나무 줄기와 뿌리는 항산화능뿐만 아니라 대장암세포의 증식 억제에 높은 효능이 있는 것으로 확인되었다. 이의 유용성분에 관한

연구는 앞으로 다각도로 확인이 필요할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 감태나무 추출물의 항산화 활성을 측정하기 위하여 총 폴리페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능, 아질산염 소거능, 환원력 방법을 사용하였으며 HT-29와 HCT116 암세포를 이용하여 세포 증식 억제 효과를 측정하였다. 그 결과 본 연구에서 사용된 식물 중 감태나무 뿌리와 감태나무 줄기가 가장 높은 총 폴리페놀 함량을 보였으며 또한 DPPH 라디칼 소거능, 아질산염 소거 활성, 환원력도 가장 높게 나타났다. 암세포 증식 억제 효능평가에서도 감태나무 줄기와 뿌리는 대장암세포 HT-29, HCT116 세포주의 증식 억제에 대한 높은 활성을 나타냈다. 이러한 연구 결과는 감태나무의 기능성 소재로서의 기초적 데이터베이스로 활용할 수 있을 것으로 생각되며, 앞으로 더욱 더 감태나무의 질병에 대한 효능 및 기전연구가 지속되어야 할 것으로 생각된다.

감사의 글

이 논문은 2014년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업입니다(No. 2014 R1A1A2059288).

REFERENCES

- Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MT, Mazur M, Telsor J. 2007. Free radicals and antioxidant in normal physiological functions and human disease. *Int J Biochem Cell Biol* 39: 44-84.
- Zhu X, Rania AK, Lee HG, Cassadesus G, Smith MA, Perry G. 2004. Oxidative stress signalling in Alzheimer's disease. *Brain Res* 1000: 32-39.
- Lakshimi SV, Padmaja G, Kuppusamy P, Kutala VK. 2009. Oxidative stress in cardiovascular disease. *Indian J Biochem Biophys* 46: 421-440.
- Reuter S, Gupta SC, Chaturvedi MM, Aggarwal BB. 2010. Oxidative stress inflammation and cancer; How are they

- linked? *Free Radic Biol Med* 49: 1603-1616.
5. Liu RH. 2013. Health-promoting components of fruits and vegetables in the diet. *Adv Nutr* 4: 384S-392S.
 6. Kim HH, Park GH, Park KS, Lee JY, An BJ. 2010. Anti-oxidant and anti-inflammation activity of fractions from *Aster glehni* Fr. Schm. *Korean J Microbiol Biotechnol* 38: 434-441.
 7. Park HJ, Kang SA, Lee JY, Cho YJ. 2012. Antioxidant activities of extracts from medical plants. *Korean J Food Preserv* 19: 744-750.
 8. Park HJ, Kang SA, Lee JY, Cho YJ. 2012. Antioxidant activities of extracts from medical plants. *Korean J Food Preserv* 19: 744-750.
 9. Joo SY. 2013. Antioxidant activities of medicinal plant extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 512-519.
 10. Choi IS, Cha EJ, Lee YR, Kim JK. 2012. Antioxidant and anticancer activities of Yak-Sun tea prepared by oriental medicinal herbs. *Korean J Food & Nutr* 25: 447-453.
 11. Won YS, Lee JH, Kwon SJ, Ahn DU, Shin DY, Seo KI. 2014. Anticancer effect of cultivated *Orostachys japonicus* on human prostate cancer cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 67-73.
 12. Yeo HS, Lee MH, Ko SG, Choi YK, Jun CY, Park JH. 2014. Antineoplastic effect of several herbal medicines on SNU-80 anaplastic thyroid carcinoma cell line. *J Soc Prev Korean Med* 18: 83-92.
 13. Kim HH, Kwon JH, Park KH, Kim MH, Oh MH, Choe KI, Park SH, Jin HY, Kim SS, Lee MW. 2012. Screening of antioxidative activities and antiinflammatory activities in local native plants. *Kor J Pharmacogn* 43: 85-93.
 14. Kim HJ, Lee DJ, Ku JJ, Choi K, Park KW, Kang SH, Moon C, Lee PJ. 2013. Anti-inflammatory effect of extracts from folk plants in Ulleung island. *Korean J Plant Res* 26: 169-177.
 15. WHO. 2012. *World Health Statistics 2012*. World Health Organization, Geneva, Switzerland. p 80-81.
 16. Statistics Korea. 2012. *2011 Cause of Death Statistics*. Statistics Korea, Daejeon, Korea. p 9-10.
 17. International Agency for Research on Cancer. 2008. *World Cancer Report 2008*. Boyle P, Levin B, eds. WHO, Geneva, Switzerland. p 42-43.
 18. Ministry of Health and Welfare. 2012. *Ministry of Health and Welfare Statistical Year Book 2012*. Ministry of Health and Welfare, Seoul, Korea. p 8-9.
 19. Ministry of Food and Drug Safety. 2010. Food Material Information. http://fse.foodnara.go.kr/origin/search_data_list.jsp?query= (accessed May 2013).
 20. Gutfringer T. 1981. Polyphenols in olive oil. *J Am Oil Chem Soc* 58: 966-968.
 21. Jeong SM, Kim SY, Park HR, Lee SC. 2004. Effect of far-infrared radiation on the activity of extracts from *Citrus unshiu* peels. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1580-1583.
 22. Yen GH, Chen HY. 1995. Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *J Agric Food Chem* 45: 27-32.
 23. Mosmann T. 1983. Rapid colorimetric assay for the cellular growth and survival; application to proliferation and cytotoxicity assays. *J Immunol Methods* 65: 56-63.
 24. Kim SY, Kim JH, Kim SK, Oh MJ, Jung MY. 1994. Antioxidant activities of selected oriental herb extracts. *J Am Oil Chem Soc* 71: 633-640.
 25. Kim EU, Baik IH, Kim JH, Kim SR, Rhyu MR. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 36: 333-338.
 26. Nicoli MC, Anese M, Parpinel M. 1999. Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. *Trends Food Sci Technol* 10: 94-100.
 27. Lee YS. 2007. Antioxidative and physiological activity of extracts of *Angelica dahurica* leaves. *Korean J Food Preserv* 14: 78-86.
 28. Ahn SI, Heung BJ, Son JY. 2007. Antioxidative activities and nitrite-scavenging abilities of some phenolic compounds. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 19-24.
 29. Duval B, Shetty K. 2001. The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. *J Food Biochem* 25: 361-377.
 30. Huh GW, Park JH, Kang JH, Jeong TS, Kang HC, Baek NI. 2014. Flavonoids from *Lindera glauca* Blume as low-density lipoprotein oxidation inhibitors. *Nat Prod Res* 28: 831-834.
 31. Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J. 2006. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentius edodes*) mushroom. *Food Chem* 99: 381-387.
 32. Hassas-Roudsari M, Chang PR, Pegg RB, Tyler RT. 2009. Antioxidant capacity of bioactives extracted from canola meal by subcritical water, ethanolic and hot water extraction. *Food Chem* 114: 717-726.
 33. Massey RC, Crews C, Davies R, McWeeny DJ. 1978. A study of the competitive nitrosations of pyrrolidine, ascorbic acid, cysteine and *p*-cresol in a protein-based model system. *J Sci Food Agric* 29: 815-821.
 34. Yeon SH, Ham H, Sung J, Kim Y, Namkoong S, Jeong HS, Lee J. 2013. Antioxidant activities of hot water extract from *Cornus walteri* Wanger against oxidative stress induced by *tert*-butyl hydroperoxide in HepG2 cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1525-1532.
 35. Kim SJ, Kim DW. 2007. Antioxidative activity of hot water and ethanol extracts of *Lespedeza cuneata* seeds. *Korean J Food Preserv* 14: 332-335.
 36. Kang YH, Park YK, Lee GD. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Technol* 28: 232-239.
 37. Kwak JH, Choi GN, Park JH, Kim JH, Jeong HR, Jeong CH, Heo HJ. 2010. Antioxidant and neuronal cell protective effect of purple sweet potato extract. *J Agric Life Sci* 44: 57-66.
 38. Gordon MH. 1990. The mechanism of antioxidant action *in vitro*. In *Food Antioxidants*. Hudson BJB, ed. Elsevier Applied Science Ltd., London, UK. p 1-18.