

## 하늘타리(*Trichosanthes kirilowii* Maxim.) 부위별 추출물의 항산화 및 항염증 활성

박미진 · 강영화\*  
경북대학교 원예학과

### Anti-Oxidant and Anti-Inflammatory Activities of Various Organ Extracts from *Trichosanthes kirilowii* Maxim.

Mi Jin Park and Young-Hwa Kang\*

Division of Applied Biosciences, College of Agriculture & Life Sciences, Kyungpook National University, Daegu, Korea

**Abstract** – In this study, antioxidant and anti-inflammatory activities of the extract of different organs such as seed, fruit and root from *Trichosanthes kirilowii* Maxim. (TKM) were investigated *in vitro*. Among organs of TKM, the methanol extract of seed showed weak 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activities with 10.4±0.1% and 25.5±1.1% at 50 µg/mL and 100 µg/mL, respectively, and strong 2,2-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) radical scavenging activities with 72.4±6.3% and 96.4±2.3% at 50 µg/mL and 100 µg/mL, respectively. Anti-inflammatory effects of the extracts were investigated by measuring nitric oxide (NO) production, mRNA expression of inducible nitric oxide synthase (iNOS) and cyclooxygenase-2 (COX-2) in LPS-induced Raw 264.7 macrophage cells. The methanol extracts of seed and fruit at 50 µg/mL potently suppressed LPS-stimulated production of NO and reduced the expression of iNOS mRNA. The methanol extracts of seed and fruit also reduced the expression of COX-2 mRNA remarkably. Therefore, seed and fruit of TKM may be utilized for a wide range of health benefits associated with antioxidant and anti-inflammatory activities.

**Key words** – *Trichosanthes kirilowii* Maxim., Antioxidant activity, Anti-inflammatory activity

염증반응이란 물리적 작용, 화학적 물질, 세균 감염 등의 외부 자극에 의해 신체 조직이 손상되었을 때 면역세포가 다양한 염증매개 물질을 분비하여 정상으로 회복 유지 시키려는 생체조직의 국소적인 방어기전이다.<sup>1)</sup> 염증반응과 관련하여 혈관이 확장되어 감염부위로 혈류량이 증가함에 따라 혈관의 투과성이 향상되고, 면역 세포들이 손상된 조직으로 이동하면서 발열, 통증, 홍반 및 부종 등의 증상이 나타난다.<sup>2)</sup> 염증반응에 관여하는 주요 세포는 대식세포로 알려져 있으며, 여러 자극이나 면역세포들이 분비하는 사이토카인 등에 의해 활성화된다.<sup>3)</sup>

내독소로 알려진 lipopolysaccharide(LPS)는 그람 음성균의 세포 외막에 존재하는 다당류로서 대식세포를 자극하여 염증성 cytokine의 생성을 증가시켜 hepatocytes, smooth muscle cells, bone marrow cells, monocytes, 대식세포 등 다양한 세포에서 유도성 NOS(inducible nitric oxide synthases;

iNOS)를 발현시키고 그 결과, 다량의 nitric oxide(NO)를 생산한다고 보고되었다.<sup>4)</sup> NO는 반응성이 높은 물질로 신경계, 면역계, 심장혈관계에 있어서 중요한 전달물질로 신경독성 및 신경보호성의 기능을 동시에 나타내는 것으로 알려져 있다.<sup>5)</sup> 또한 LPS는 monocytes, 대식세포 등의 세포에서 염증성 효소인 cyclooxygenase-2(COX-2)를 과발현시킨다고 알려져 있다.<sup>6)</sup> 이와 같이 염증반응에서 iNOS와 COX-2의 발현과 NO의 생성은 면역세포의 염증인자이다. 한편, 대식세포는 염증 생성 과정 중 인체 조직과 세포에 손상을 주는 reactive oxygen species(ROS) 등의 자유 라디칼을 생성한다. 세포 내 염증반응이 지속적으로 일어나는 만성염증의 경우 염증매개 물질이 과도하게 분비되어 암세포의 성장을 촉진시키고, 인슐린 저항성을 증가시키며 동맥경화를 심화시키는 등 다양한 병리학적 기전에 관여한다고 보고되고 있다.<sup>7)</sup> 따라서 자유 라디칼 소거능이 우수한 성분의 섭취에 의해 산화적 스트레스를 감소시킬 필요가 있다.

본 연구에 사용된 하늘타리(TKM; *Trichosanthes kirilowii*

\*교신저자(E-mail): youngh@knu.ac.kr  
(Tel): +82-53-950-7752

Maxim.)는 박과에 속하는 다년생의 초본식물로 한국·일본·타이완·중국 및 몽골 등에 분포한다. 국내의 경우 특히 울릉도, 제주도 등의 산기슭이나 숲속에서 자생하는 것으로 알려져 있다.<sup>8)</sup> 쥐참외, 하늘타리, 과루등, 하늘수박, 천선지루라고도 하며 땅속에 고구마 같은 괴근(천화분)이 있다. 열매는 10월에 익으며 장과로 둥글고 지름 5~7 cm 정도로 오렌지색으로 익고, 종자는 연한 다갈색이다. 예로부터 뿌리를 ‘천화분’이라 하여 전분을 식용하였고, 열매를 ‘과루실’, 종자는 ‘괄루인’이라 하여 약용으로 사용하여 왔다. 또한 하늘타리의 종자는 triterpene계의 활성물질들을 함유하여, 뛰어난 항암 및 항염증 등의 생리활성을 가지는 것으로 알려져 있다.<sup>9,10)</sup> 하늘타리의 열매 및 뿌리의 화합물에 대한 연구는 이루어져 있으나 생리활성에 대한 연구는 미미한 실정이다.<sup>11,12)</sup> 또한 부위별 하늘타리 에탄올 추출물의 항염증 활성을 비교하는 연구가 동물실험에서 진행되었지만<sup>13)</sup> 하늘타리의 부위에 따른 항염증 인자의 발현에 미치는 영향에 대한 연구는 이루어지지 않은 실정이다.

따라서 본 연구에서는 하늘타리의 종자, 열매, 뿌리의 각 부위별 추출물을 이용하여 자유라디칼 소거능 및 LPS로 염증을 유도한 Raw 264.7 대식세포에서 염증 매개 인자인 NO와 염증관련 단백질인 iNOS와 COX-2의 mRNA 발현에 미치는 영향을 비교하여 하늘타리의 부위별 항산화 활성과 항염증 효과를 규명하고자 하였다.

## 재료 및 방법

**재료 및 시약** - 본 실험에 사용된 하늘타리의 종자, 열매 및 뿌리는 2014년 제주도 서귀포 남원읍에서 재배된 것으로 2015년 대구 약령시에서 구입하였고, 세명대학교 강신호 교수에 의해 동정되었다. DMEM 배지 (Dulbecco's Modified Eagle's Medium)는 Gibco-Life Technologies(Rockville, MD, USA), FBS(fetal bovine serum)는 Hyclone(Logan, UT, USA)에서 구입하였다. 그 외에 사용된 시약은 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)에서 특급 및 일급을 구입하여 사용하였다.

**하늘타리 부위별 추출물의 제조** - 하늘타리의 종자는 분쇄기로 분말화하고, 열매 및 뿌리는 잘게 부수어 주었다. 종자를 제외한 각 시료는 환류 냉각관을 부착시킨 둥근 플라스크에 시료당 20배에 해당하는 메탄올을 추출용매로 넣고 3시간씩 3번 교반하여 추출하였다. 분말화된 종자는 헥산에 3회 탈지 후 시료 추출을 위한 용매인 메탄올을 넣고 3시간씩 3번복 열수 추출하였다. 추출이 완료된 추출액은 여과지(Whatman NO.1)를 이용하여 여과하였다. 여과한 추출물은 회전감압농축기를 이용하여 60°C에서 감압 농축하였다.

**DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical 소거능 측정** - 추출물의 DPPH radical 소거능은 Dietz 등의 방법을

약간 변형하여 측정하였다.<sup>14)</sup> 시료와 0.4 M DPPH 용액을 실온에서 30분간 반응시킨 후 517 nm에서 ELISA reader를 사용하여 흡광도를 측정하는 방법을 사용하였다. DPPH radical 소거능은 DMSO에 시료를 녹여 실험군으로 사용하였고, DMSO를 대조군으로하여 대조군에 대한 라디칼 소거능을 백분율로 나타냈다.

**ABTS[2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] radical 소거능 측정** - 추출물의 ABTS radical 소거능은 Re 등의 방법을 변형하여 측정하였다.<sup>15)</sup> ABTS 용액은 0.07 M ABTS와 0.025 M 과황산칼륨을 섞어 4시간 동안 냉암소에 보관해 자유전자를 형성시켰다. 흡광도가 0.8±0.1이 되게 에탄올을 이용하여 희석해 사용하였다. ABTS 용액과 시료를 혼합하여 실온에서 10분간 반응시킨 후, 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS radical 소거능은 DMSO를 대조군으로 하여 대조군에 대한 시료의 라디칼 소거능을 백분율로 나타내었다.

**세포배양** - 실험에 사용된 세포주 Raw 264.7 대식세포는 한국세포주은행(KCLB, Korean Cell Line Bank)에서 분양받아 사용하였다. Raw 264.7 대식세포는 10% FBS, 100 unit/mL penicillin과 100 µg/mL streptomycin을 포함하는 DMEM 배지에서 37°C, 5% CO<sub>2</sub> 조건으로 배양하였다.

**세포독성 측정** - 세포독성이 없는 농도에서 부위별 하늘타리 추출물의 항염증 효과를 알아보기 위해 MTT(3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) assay를 이용해 세포 생존율을 측정하였다.<sup>16)</sup> Raw 264.7 대식세포를 1×10<sup>5</sup> cells/well의 농도로 96 well plate에 분주하고 12시간 배양 후 부위별 추출물을 농도별(50, 100 µg/ml)로 처리한 다음, 1시간 뒤 LPS(1 µg/ml)를 처리하여 20시간 배양하였다. 배양 후 MTT 시약(0.2 mg/ml)을 각 well에 가하고 37°C incubator에서 반응시킨 후 MTT 시약이 함유된 배지를 제거하였다. MTT를 환원시켜 생성된 formazan은 200 µl의 DMSO로 20분간 녹인 후 540 nm에서 흡광도를 측정하였다.

**Nitric Oxide (NO) 함량 측정** - 배양 배지의 NO 농도는 Marocci의 방법을 일부 변형하여 측정하였다.<sup>17)</sup> Raw 264.7 대식세포를 1×10<sup>5</sup> cells/well의 농도로 96 well plate에 분주하여 12시간 후 항염증 활성을 측정할 하늘타리 부위별 추출물을 농도별(50, 100 µg/ml)로 처리한 다음, 1시간 뒤 LPS(1 µg/ml)로 염증을 유도하고 20시간 배양하였다. 세포 배양액 100 µl와 동량의 Griess 시약(2% sulfanilamide in distilled water and 0.2% naphthylethylene-diamine dihydrochloride in 4% phosphoric acid)을 혼합하여 37°C에서 15분간 반응시킨 뒤, ELISA reader를 이용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였으며, LPS 처리군을 대조군으로 하여 상대적인 NO 발현양을 나타내었다.

**Total RNA의 추출 및 RT-PCR** - Raw 264.7 세포(1×10<sup>6</sup>

cells/well)를 37°C, 5% CO<sub>2</sub> 조건에서 12시간 배양시킨 후 부위별 추출물을 세포생존율에 영향을 미치지 않는 농도(0, 50 그리고 100 µg/ml)로 처리하고 1시간 뒤 LPS(1 µg/ml)로 염증인자의 발현을 유도하였다. 24시간 배양한 후 배양배지를 제거하고 PBS로 2번 세척한 뒤 TRIzol reagent를 처리하였다. RNA의 추출은 Invitrogen(USA)사에서 제공한 제품 사용설명서에 따라 수행하였다. 1 µg의 RNA와 one-step RT-PCR kit(QuiaGen, Germany)를 이용하여 cDNA 합성을 하였고, 염증 유전자 발현을 알아보기 위해 PCR를 실시하였다. 실험에 사용한 primer sequence는 iNOS(494 bp); 5'-CCCTCCGAAGTTTCTGGCA-3'(sense) and 5'-GGCTGTCAGAGCCTCGTGGC-3'(anti-sense), COX-2(696bp); 5'-CACTACATCCTGACCCACTT-3'(sense) and 5'-ATGCTCC TGCTTGAGTATGT-3'(anti-sense) 및 β-actin(490bp); 5'-GTGGGCCGCCCTAGGCACCA-3'(sense) and 5'-GGAGG AAGAGGATGCGGCAG-3'(anti-sense)를 사용하였다. PCR 조건은 95°C에서 5분, 95°C에서 30초(denaturing), 55°C에서 30초(annealing), 72°C에서 40초(primer extension)으로 40 cycle이다. PCR 산물은 GelStar™(Nucleic acid gel stain, Lonza, USA)를 첨가한 1.2% agarose gel에 100 V에서 25분간 전기영동 후 자외선으로 유전자 발현 정도를 알아보았다. 그 밴드의 강도를 Quantity One(Bio-Rad Laboratories, CA) 소프트웨어에 의해 분석 정량하였다.

**통계처리** - 각 군간의 통계적 유의성은 SPSS(Version 12.0, SPSS INC, USA)을 이용하여 Student t-test 및 ANOVA 법으로 검증하여 *p* 값이 0.05 미만을 유의한 것으로 보았다.

## 결과 및 고찰

**하늘타리 부위별 추출물의 항산화 활성 측정** - 하늘타리의 종자, 열매 및 뿌리(Fig. 1) 추출물의 항산화 능력을 조사하기 위하여 DPPH 라디칼 및 ABTS 라디칼 소거활성을 조사하였다. 짙은 자색을 띠는 비교적 안정한 자유 라디칼인 DPPH는 항산화제, 방향족 아민류 등에 의해 색이 탈색되어 다양한 천연소재로부터 항산화 물질을 탐색하는데 많이 이용되고 있다.<sup>18)</sup> 또한 ABTS와 과산화칼륨을 암소에 방치하여 형성되는 청록색의 ABTS 라디칼의 탈색반응을 이용하는 ABTS 라디칼 소거활성 측정법은 소수성과 친수성에 모두 적용가능하고 단시간에 항산화능을 측정할 수 있어 천연물의 항산화능 측정에 많이 사용된다.<sup>19)</sup> 하늘타리 종자의 핵산 및 메탄올 추출물과 열매, 뿌리의 메탄올 추출물을 50 및 100 µg/ml의 농도에서 DPPH 라디칼과 ABTS 라디칼 소거 능력을 조사하였다. 실험 결과, Table 1에서와 같이 하늘타리 추출물 시료들 중에서 종자의 메탄올 추출물이 50 µg/ml 농도에서 DPPH 라디칼을 10.4±0.07% 저해하였고, 100 µg/mL 농도에서 25.5±1.13% 저해함을 보여 농도



**Fig. 1.** Seed (A), fruit (B) and root (C) of *Trichosanthes kirilowii*.

**Table 1.** DPPH and ABTS radical scavenging activities of the extracts from different parts of TKM

Part	DPPH		ABTS	
	50 µg/mL	100 µg/mL	50 µg/mL	100 µg/mL
Hexane Ext. of seed	ND <sup>1)</sup>	ND	ND	ND
MeOH Ext. of seed	10.4±0.07	25.5±1.13	72.4±6.29	96.4±0.01
MeOH Ext. of fruit	ND	ND	6.8±0.21	18.1±2.33
MeOH Ext. of root	ND	ND	1.0±0.78	11.0±0.14
Green tea (positive control, RC <sub>50</sub> <sup>2)</sup> )	52.65±1.36		13.0±0.67	

<sup>1)</sup>ND means no detected.

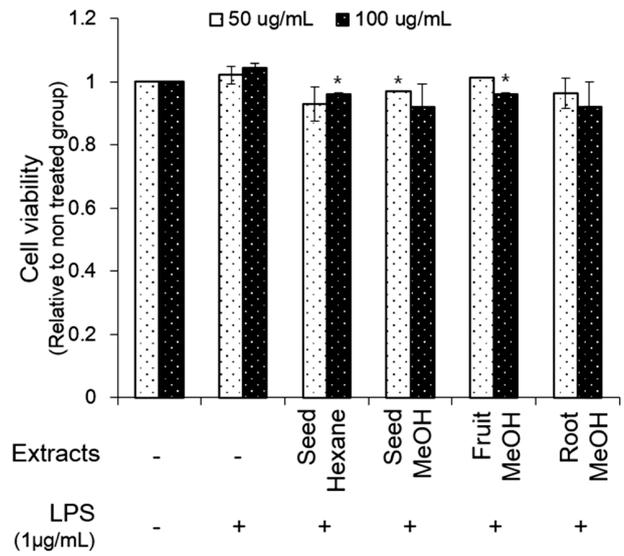
<sup>2)</sup>RC<sub>50</sub> means that the concentration of samples for 50% inhibition. Each value is expressed as mean ± Standard derivation (n=3).

가 증가할수록 항산화 효과가 증가한다고 보고한 Noh 등<sup>20)</sup>의 연구 결과와 마찬가지로 농도의존적으로 약한 DPPH 라디칼 소거활성이 있음을 확인하였다. Kim<sup>21)</sup>의 연구결과, 산초 종자의 경우에는 DPPH 라디칼 저해능이 100 µg/mL 농도에서 5%로 보고되어 하늘타리 종자의 DPPH 라디칼 소거능이 산초 종자 보다 우수함을 알 수 있었다. 한편 다른 부위의 메탄올 추출물에서는 DPPH 라디칼 소거 활성이 나타나지 않았다. ABTS 라디칼 소거실험에서는 50 µg/ml 농도에서 종자의 메탄올 추출물의 ABTS 라디칼 소거능이 가장 우수하였고(72.4±6.29%), 열매의 메탄올 추출물(6.8±0.21%), 뿌리의 메탄올 추출물(1.0±0.78%) 순으로 항산화 활성이 감소하였다. 종자, 열매 및 뿌리의 메탄올 추출물은 농도에 비례하여 ABTS 라디칼 소거 활성이 증가하였다. 이는 뿌리가 열매의 항산화 활성 보다 우수하다는 Zhoh<sup>22)</sup> 등의 결과와 상반된 결과를 보이고 있다. 이는 본 실험에서는 추출용매로 메탄올을 사용하였고 Zhoh 등의 실험에서는 80% 에탄올을 사용하여 추출된 화합물의 조성이 다른 것으로 인한 결과로 사료된다.

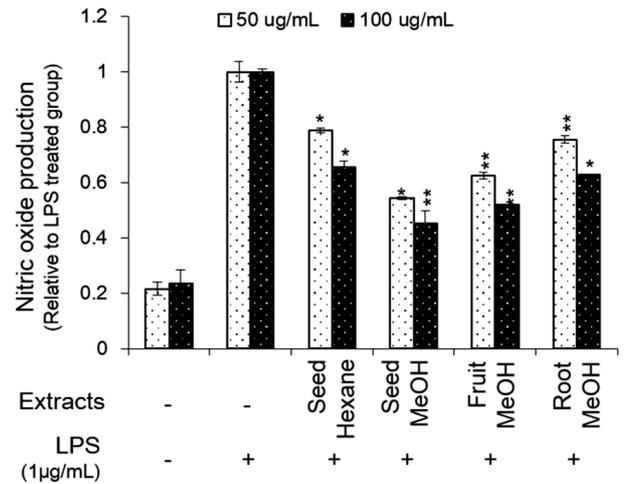
DPPH 라디칼 소거능과 ABTS 라디칼 소거능을 이용하여 하늘타리 부위별 추출물의 항산화 활성을 조사한 결과, 종자의 메탄올 추출물이 가장 우수한 항산화 활성을 보여주었다.

**세포 생존율에 미치는 하늘타리 부위별 추출물의 효과** - 하늘타리 부위별 추출물에서 세포독성이 나타나지 않는다면 천연 항산화제 및 항염증제로의 이용 가능성이 높을 것으로 판단되어 MTT assay를 통한 세포독성에 관한 연구를 진행하였다(Fig. 2). 실험 결과, Raw 264.7 대식세포의 생존율은 부위와 관계없이 100 µg/ml의 농도에서 대조구인 DMSO 처리구에 비해 약 90% 이상의 생존율을 나타내어 세포독성이 매우 약함을 알 수 있었다. Hseu<sup>23)</sup> 등은 100 µg/ml 농도에서 20% 이상의 세포독성을 나타내지 않은 경우 세포독성이 없다고 판단하였다. 따라서 본 실험의 결과는 하늘타리 추출물이 100 µg/mL 농도에서 10% 이하의 세포독성을 보이는 것은 인체에 유해한 독성물질을 함유하지 않는다고 보고, 다음 실험을 진행하였다.

**하늘타리 부위별 추출물의 항염증 활성** - 하늘타리 종자 추출물은 triterpene계 화합물에 의해 항염증 효과를 나타낸다는 보고가 있으나<sup>24)</sup> 열매나 뿌리의 항염증 효과에 대한 연구는 전무한 실정이며 하늘타리의 부위별 추출물이 염증 발현인자에 끼치는 영향을 비교한 연구는 전무한 실정이다. 세포독성을 나타내지 않는 농도인 50, 100 µg/mL에서 하늘타리 부위별 추출물을 이용하여 항염증 활성을 측정하였다. 하늘타리 부위별 추출물의 항염증 효과를 비교하기 위하여 lipopolysaccharide(LPS)로 염증반응을 유도한 Raw 264.7 대식 세포 내 염증의 지표인 nitric oxide(NO) 생성 억제효과를 조사하였다(Fig. 3). 어떤 약물도 처리하지 않은 대조군



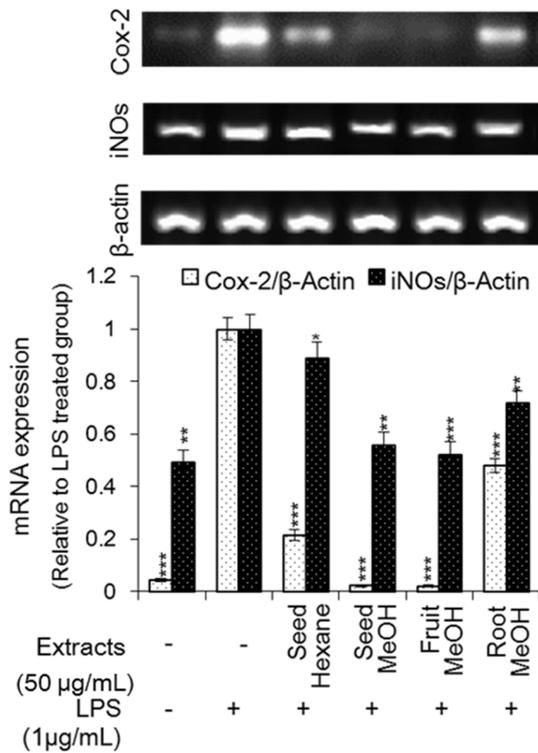
**Fig. 2.** Effects of the extracts from different parts of TKM on cell viability in LPS-induced Raw 264.7 macrophage cells. Each value is expressed as mean±standard deviation (n=3). \*p<0.05 versus the non-treated control group.



**Fig. 3.** Effects of the extracts from different parts of TKM on nitric oxide production in LPS-induced Raw 264.7 macrophage cells. Each value is expressed as mean±standard deviation (n=3). \*p<0.05; \*\*p<0.001 versus control group treated with LPS alone.

에 비해 LPS로 유도된 NO 생성에 의해 유의적으로 활성화된 Raw 264.7 대식세포에서 하늘타리 추출물을 처리하였을 때, 하늘타리 추출물 처리군은 농도 의존적으로 NO의 생성을 감소시켰다. 종자, 열매, 뿌리의 메탄올 추출물 그리고 종자의 헥산 추출물 순으로 50 µg/ml의 농도에서 각각 45.6±0.5%, 37.5±0.4%, 24.5±0.5% 그리고 21.3±0.6%의 NO 생성 억제효과를 나타냈다.

하늘타리의 부위별 추출물의 항염증 활성에 대한 작용기



**Fig. 4.** Effects of the extracts from different parts of TKM on the LPS-induced COX-2 and iNOS expressions in mRNA level. Each value is expressed as mean±Standard deviation (n=3). \*p<0.05; \*\*p<0.001 versus control group treated with LPS alone

전을 알아보기 위하여 체내 염증발현효소인 inducible nitric oxide synthase(iNOS)와 cyclooxygenase-2(COX-2)의 mRNA 발현을 조사하였다(Fig. 4). 대식세포에 의해 유도되는 iNOS로부터 과량 발현되는 NO는 자가 면역 질환, 염증성 질환 및 패혈증을 유발하는 것으로 알려져 있다. 따라서 체내에 과도한 NO를 생성하는 iNOS의 발현에 대한 하늘타리의 부위별 추출물의 영향을 조사하기 위해 RT-PCR을 시행하였다. LPS로 자극한 Raw 264.7 대식세포에서 iNOS mRNA는 유의적으로 증가하였다. 하늘타리 추출물의 처리에 의하여 iNOS의 발현량이 유의적으로 감소하였으며 특히 종자와 과실의 메탄올 추출물 50 µg/mL에서의 iNOS의 발현은 LPS를 처리하지 않은 무 처리구와 비슷한 수준으로 회복되었다. 본 연구 결과 iNOS mRNA 저해효과와 NO 생성 억제효과가 유사한 경향을 나타내었다. LPS에 의해 과발현된 iNOS에 의해 NO 생성이 촉진된다는 연구결과에 따라<sup>22)</sup> 이는 하늘타리 추출물에 의한 iNOS의 발현억제가 NO의 생성억제에 영향을 끼치는 것을 알 수 있다.

염증반응을 일으키는 COX-2 mRNA는 iNOS mRNA와 같은 결과로 LPS 자극에 의하여 현저하게 생합성이 증가하였다. 증가한 COX-2는 하늘타리 추출물 처리에 의해 현저

히 감소하는 경향을 나타냈으며 종자와 열매의 메탄올 추출물 50 µg/ml의 농도에서 LPS를 처리하지 않은 그룹과 비슷한 수준으로 회복하였다. 하늘타리 뿌리 추출물의 경우에는 COX-2 mRNA 발현이 대조군 대비 50% 수준으로 감소함을 확인하였다. 종자의 핵산 추출물의 경우, NO 생성 억제효과와 iNOS 발현 억제효과는 미비하였으나, COX-2의 발현을 현저하게 저해하는 활성을 보여주었다. 하늘타리 종자유에는 punicic acid와 같은 유기 지방산이 함유되어 있다고 보고되고 있으며,<sup>25)</sup> 자연계에 존재하는 유기 지방산이 COX-2를 효과적으로 저해한다는 연구가 보고 되었다.<sup>26)</sup> 이에 따라 종자 핵산 추출물의 COX-2 저해효과는 종자에 포함된 유기 지방산에 의한 것으로 유추된다.

## 결론

하늘타리의 부위별 항산화 및 항염증 효과를 조사한 결과, 하늘타리 종자에서 가장 우수한 항산화 활성이 나타났다. NO 생성 억제효과는 종자, 열매, 꽃의 메탄올 추출물 그리고 종자 핵산 추출물 순으로 나타났으며, NO 생성 억제능에 상관적으로 iNOS의 mRNA 발현을 억제시키는 경향을 보여주었다. 이러한 상관성은 부위별 추출물들이 iNOS의 발현을 억제함으로써 NO의 생성을 억제하였음을 보여준다. 하늘타리 종자 및 열매 추출물들은 또한 우수한 COX-2 저해효과를 보여주었다. NO와 iNOS 저해효과가 낮았던 종자의 핵산 추출물에서도 높은 COX-2 저해효과가 나타났다. 하늘타리 종자와 열매의 메탄올 추출물과 종자의 핵산 추출물의 항염증 활성에 대한 본 연구결과는 향후 하늘타리 항염증 연구의 기초자료로 활용될 수 있을 것이다. 또한 추후 산업적 응용도 가능하므로 활성 분획물들에 대한 지속적인 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

## 사사

이 논문은 2015년도 한국연구재단 연구비 지원을 받아 수행한 연구 결과의 일부로 이에 감사 드립니다(No. NRF-2015R1D1A3A01020708).

## 인용문헌

1. Saghazadeh, A., Hafizi, S. and Rezaei, N. (2015) Molecular mechanisms of aging-associated inflammation. *Int. Immunopharmacol.* **28**: 655-665.
2. Sarkar, D. and Fisher, P. B. (2006) Molecular mechanisms of aging-associated inflammation. *Cancer lett.* **236**: 13-23.
3. Ryu, J. H., Park, H. J., Jeong, Y. Y., Han, S., Shin, J. H., Lee, S. J., Kang, M. J., and Kang, D. (2015) Aged red garlic extract suppresses nitric oxide production in lipopolysac-

- charide-treated RAW 264.7 macrophages through inhibition of NF-kappa B. *J.med. food*. **18**: 439-445.
4. Akihisa, T., Kokke, W. C. M. C., Kimura, Y. and Tamura, T. (1993) Isokarounidiol [D-C-Friedooleana-6,8-Diene-3-Alpha,29-Diol] - the 1st naturally-occurring triterpene with a delta-6,8-conjugated diene system - Iodine-mediated dehydrogenation and isomerization of Its diacetate. *J. Organic. Chem.* **58**: 1959-1962.
  5. Bredt, D. S. and Snyder, S. H. (1994) Transient nitric oxide synthase neurons in embryonic cerebral cortical plate, sensory ganglia, and olfactory epithelium. *Neuron*, **13**: 301-313.
  6. Chun, K. S. and Surh, Y. J. (2004) Signal transduction pathways regulating cyclooxygenase-2 expression: potential molecular targets for chemoprevention. *Biochem. Pharmacol.* **68**: 1089-1100.
  7. Videla, L. A. and Fernandez, V. (1988) Biochemical aspects of cellular oxidative stress. *Arch. Biol. Med. Exp.* **21**: 85-92.
  8. Huang, Y., He, P., Bader, K. P., Radunz, A. and Schmid, G. H. (2000) Seeds of *Trichosanthes kirilowii*, an energy-rich diet. *Zeitschrift fur Naturforschung. C, J. biosci.* **55**: 189-194.
  9. Akihisa, T., Kokke, W. C. M. C., Tamura, T. and Nambara, T. (1992) 5-Dehydrokarounidiol [D-C-Friedo-Oleana-5,7,9 (11)-Triene-3-Alpha,29-Diol], a novel triterpene from *Trichosanthes kirilowii* Maxim. *Chem. Pharm. Bull.* **40**: 3280-3283.
  10. Akihisa, T., Kokke, W. C. M. C., Tamura, T. and Nambara, T. (1992) 7-Oxidihydrokarounidiol [7-Oxo-Dc-Friedo-Olean-8-Ene-3-Alpha,29-Diol], a novel triterpene from *Trichosanthes kirilowii*. *Chem. Pharm. Bull.* 1992, **40**, 1199-1202.
  11. Fan, X. M., Chen, G., Sha, Y., Lu, X., Shen, M. X., Ma, H. M. and Pei, Y. H. (2012) Chemical constituents from the fruits of *Trichosanthes kirilowii*. *J. Asian Nat. Prod. Res.* **14**: 528-532.
  12. Kitajima, J. and Tanaka, Y. (1989) Studies on the constituents of trichosanthes root. I. Constituents of roots of *Trichosanthes kirilowii* Maxim. var. japonicum Kitam. *Yakugaku zasshi.* **109**: 250-255.
  13. Ozaki, Y., Xing, L. and Satake, M. (1996) Antiinflammatory effect of *Trichosanthes kirilowii* Maxim, and its effective parts. *Biol. Pharm. Bull.* **19**: 1046-1048.
  14. Dietz, B. M., Kang, Y. H., Liu, G. W., Egger, A. L., Yao, P., Chadwick, L. R., Pauli, G. F., Farnsworth, N. R., Mesecar, A. D., Breemen, R. B. and Bolton, J. L. (2005) Xanthohumol isolated from *Humulus lupulus* inhibits menadione-induced DNA damage through induction of quinone reductase. *Chem. Res. Toxicol.* **18**: 1296-1305.
  15. Re, R., Pellegrini, N., Protggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans, C. (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Rad. Bio. Med.* **26**: 1231-1237.
  16. Je, J. Y., Park, P. J., Kim E. K. and Ahn C. B. (2009) Antioxidant and angiotensin I converting enzyme inhibitory activity of *Bambusae caulis* in Liguamen. *Food Chem*, **113**: 932-935.
  17. Marcocci, L., Maguire, J. J., Droylefaix, M. T. and Packer, L. (1994) The nitric oxide-scavenging properties of *Ginkgo biloba* extract Egb-761. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **201**: 748-755.
  18. Kedare, S. B. and Singh, R. P. (2011) Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *J. Food Sci. Technol.* **48**: 412-422.
  19. Martysiak-Zurowska, D. and Wenta, W. (2012) A comparison of ABTS and DPPH methods for assessing the total antioxidant capacity of human milk. *Acta. Sci. Pol. Technol. Alimen.* **11**: 83-89.
  20. Noh, J. E., Yoon, S. R., Lim, A. K., Kim, H. J., Huh, D., Kim, D. I., (2012) A study on the yield of functional components of citrus peel extracts using optimized hot water extraction and enzymatic hydrolysis. *Kor. J. Food Cookery Sci.* **28**: 51-55.
  21. Kim, B. A., (2014) Anti-oxidant and anti-inflammatory activities of *Zanthoxylum schinifolium*. *J. Kor. Oil Chem. Soc.* **31**:440-445.
  22. Zhoh, C. K., Um, T. Y., Kim, J. C., (2007) Antioxidantive effectiveness of *Trichosanthes kirilowii* Maximowicz extracts. *J. Kor. Ind. Eng. Chem.* **18**:625-627.
  23. Hseu, Y. C., Wu, F. Y., Wu, J. J., Chen, J. Y., Chang, W. H., Lu, F. J., Lai, Y. C. and Yang, H. L. (2005) Anti-inflammatory potential of *Antrodia camphorata* through inhibition of NOS, COX-2 and cytokines via the NF-kappa B pathway. *Int. immunopharmacol.* **5**: 1914-1925.
  24. Akihisa, T., Yasukawa, K., Kimura, Y., Takido, M., Kokke, W. C. and Tamura, T. (1994) Five D:C-friedo-oleanane triterpenes from the seeds of *Trichosanthes kirilowii* Maxim. and their anti-inflammatory effects. *Chem. Pharm. Bull. (Tokyo).* **42**: 1101-1105.
  22. Possel, H., Noack, H., Putzke, J., Wolf, G. and Sies, H. (2000) Selective upregulation of inducible nitric oxide synthase (iNOS) by lipopolysaccharide (LPS) and cytokines in microglia: in vitro and in vivo studies. *Glia* **32**: 51-59.
  23. Yuan, G. F., Yuan, J. Q. and Li, D. (2009) Punicic acid from *Trichosanthes kirilowii* seed oil is rapidly metabolized to conjugated linoleic acid in rats. *J. Med. Food* **12**: 416-422.
  24. Ringbom, T., Huss, U., Stenholm, A., Flock, S., Skattebol, L., Perera, P. and Bohlin, L. (2001) Cox-2 inhibitory effects of naturally occurring and modified fatty acids. *J. Nat. Prod.* **64**: 745-749.
  25. Yuan, G. F., Yuan, J. Q. and Li, D. (2009) Punicic acid from *Trichosanthes kirilowii* seed oil is rapidly metabolized to conjugated linoleic acid in rats. *J Med. Food.* **12**: 416-422.
  26. Ringbom, T., Huss, U., Stenholm, A., Flock, S., Skattebol, L., Perera, P. and Bohlin, L. (2001) Cox-2 inhibitory effects of naturally occurring and modified fatty acids. *J. Nat. Prod.* **64**: 745-749.