

The Anti-oxidant and Anti-microbial Activities of Purified Syringin from *Cortex Fraxini*

Min-Kyeong Seol¹, Eun-Yeong Bae¹, Young-Je Cho¹, Soon-Ki Park² and Byung-Oh Kim^{1*}

¹School of Food Science, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

²School of Applied Life Science, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

Received April 9, 2020 / Revised July 1, 2020 / Accepted July 2, 2020

The purpose of this study is to evaluate the anti-oxidant and anti-microbial activity of syringin isolated from *Cortex Fraxini* to investigate their potential for use as safe natural compounds. Purified syringin was dissolved in distilled water for each concentration and used in each experiment. Syringin showed higher 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging than butylated hydroxytoluene (BHT) at a concentration of 50 µg/ml. In 2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical scavenging, activity was similar to that of BHT at all concentrations. In antioxidant protection factor measurement, activity of syringin slightly increased as the concentration increased, as did the inhibitory effect of thiobarbutric acid reactive substances. In evaluating anti-microbial activity, the clear zones of *Listeria monocytogenes* KCTC 13064, *Staphylococcus aureus* KCTC 1916, *Escherichia coli* KCTC 2571, and *Helicobacter pylori* HPKCTC B0150 at a concentration of 200 µg/ml were found to be 17.8 mm, 20.45 mm, 17.05 mm, and 16.8 mm, respectively, but no clear zone was observed in the case of *Candida albicans* ATCC 10231. The activity against water-soluble antioxidants was therefore superior to that against lipid-soluble antioxidants. Anti-microbial activity was examined by inhibiting growth against gram-positive and -negative strains, and anti-fungal activity was not observed. Based on the results of this study, syringin has possible applications as a natural anti-oxidant and anti-microbial material.

Key words : Antimicrobial activity, antioxidant activity, *Fraxini Cortex*, functional material, Syringin

서 론

생물체의 호흡을 통해 체내로 유입된 산소는 영양성분을 연소시켜 에너지를 방출함으로써 육체적인 운동을 포함한 두뇌활동을 가능하게 한다[28]. 이 때 산소의 대사과정 중에 superoxide radical, hydroxy radical, 과산화수소 등과 같은 반응성이 강한 유리기가 생성된다. 이러한 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)은 단백질 산화 및 DNA 변성을 유도하는데[30] 에탄올 등의 화학물질의 체내 유입과 생체물질의 자기산화, 노화 등에 의해 생성이 촉진된다[27]. ROS는 세포막에 존재하는 불포화 지방산과의 연쇄반응을 통하여 지질 과산화를 유발하고 최종 산물인 malondialdehyde (MDA)의 함량 증가에 따른 세포의 산화적 손상이 생리적 기능을 저하시켜 결과적으로 동맥경화, 암, 간 질환 등의 질병과 노화의 원인이 된다[1, 7, 10]. 생체 내에는 이런 현상들을 스스로 방어할 수 있는 glutathione peroxidase, superoxide dismutase 등의 항

산화 효소와 vitamin C, vitamin E 등 저분자 항산화 물질이 존재하고 butylated hydroxyanisole (BHA)과 butylated hydroxytoluene (BHT)과 같은 합성 항산화제는 라디칼 생성을 효과적으로 억제함으로써 널리 사용되고 있다[13]. 그러나 합성 항산화제가 자체적으로 독성을 나타내고 여러 동물실험에서 체중 증가 억제, 각 장기의 병리조직 변화, 간의 비대 등 유해한 증상을 발생시키면서 사용이 규제되고 있다[5, 29]. 이에 따라 식물 분야의 항산화 연구가 지속적으로 진행되고 있으며[23] Jang 등[12]의 연구에서는 복분자 추출물의 항산화 활성을, Lee 등[22]의 연구에서는 산유자 잎 추출물의 미백, 주름억제, 항염증 및 항산화 효능을, Kim 등[17]의 연구에서는 원터 체리 추출물의 항산화 및 미백 개선 효과를 검증한 바 있다.

물푸레나무과에 속하는 다년생 교목 물푸레나무의 껍질인 진피는 우리나라 전국의 산에 자생하며 백심목이라 불리고 있다. 진피는 동의보감에 눈병, 냉증, 소염, 해열 등에 효능을 지닌다고 기록되어 있으며[15] 차가운 성질을 가지며 쓴맛을 나타내지만 독성이 없어 한방에서 많이 사용되고 있다. 또한 진피에 함유되어 있는 coumarin, secoiridoid, phenylpropanoid glycoside, lignans, flavonoids, triterpenes 등의 화합물들은 항염증, 면역 조절, 항균, 항산화, 피부 재생 및 광손상 방지, 간 보호 등의 효능을 가지는 것으로 보고되어 있다[16, 20, 32]. Syringin은 위의 화합물 중 phenylpropanoid glycoside에 속하며[26] 텁자나무, 황기, 일본목련, 단삼 등에서 분리

*Corresponding author

Tel : +82-53-950-7756, Fax : +82-53-950-6772

E-mail : kimb@knu.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

한 Syringin의 항산화 활성, 물푸레나무에서 분리한 Syringin의 뉴런세포 손상 및 apoptosis 억제, 바나나 추출물에서 분리한 Syringin의 항당뇨 등의 특성에 대한 연구 결과는 있지만[8, 19, 21, 31] 진피에서 분리한 Syringin의 항산화 활성에 대한 기초 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 다양한 생물학적, 약리학적 특성을 지닌 진피로부터 Syringin을 분리정제한 연구를 바탕으로[14] Syringin의 최적 추출 조건을 찾고 항산화 효능 평가와 항균 활성 평가를 실시하여 천연 식물체에서 유래한 물질이 안전한 항산화 소재와 항균 물질로써 이용될 수 있을지 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

Syringin의 분리

진피로부터 Syringin을 정제하는 과정은 Kim의 방법[14]과 동일하게 진행하였다(Fig. 1). 진피 1 kg을 중류수 5 l로 2회 반복 추출하고 여과한 뒤 감압 농축하여 엑기스의 농도를 1

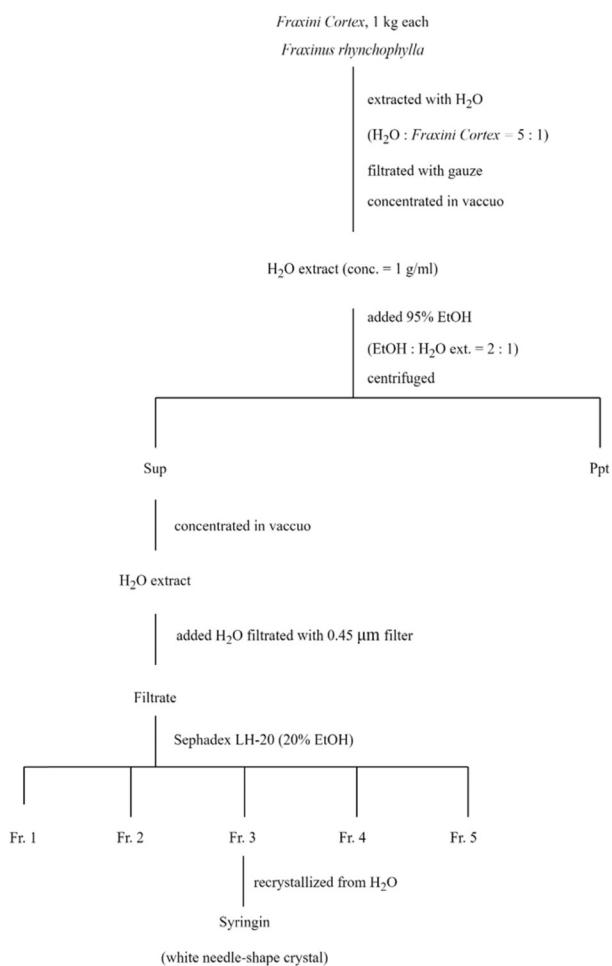


Fig. 1. Extraction and isolation of Syringin.

g/ml로 조정하였다. 농도를 조정한 추출물에 95% ethanol 2 l를 넣고 원심분리하여 얻은 상층액을 0.45 μ m syringe filter와 Sephadex LH-20 (20% ethanol)을 사용하여 Syringin 0.76 g을 얻었다. 또한 분리한 Syringin을 4°C의 수용액 중에서 재결정하고 진공 건조하여 기존 연구와 마찬가지로 백색의 침상결정을 얻었다[14].

Syringin의 최적 수율 조건 탐색

Syringin이 함유하고 있는 phenolic compounds의 최적 수율 조건을 알아보기 위해 추출물의 제조에 water, ethanol, methanol, acetone, butanol이 사용되었다. 열수추출물은 Syringin 분말 1 g에 중류수 200 ml를 첨가하여 최종 volume이 100 ml가 될 때까지 가열한 후 냉각하여 24시간 동안 교반 추출하였다. Ethanol, methanol, acetone, butanol 추출물의 경우 Syringin 분말 1 g에 용매 100 ml를 첨가하여 24시간 동안 교반 추출하였다. 각 추출물의 Total phenolic compounds의 정량은 Folin-Denis의 방법[9]에 준하여 측정하였다. 시료 1 ml에 100% ethanol 1 ml와 중류수 5 ml를 첨가하고 1 N Folin-Ciocalteu reagent 0.5 ml를 넣어 잘 섞어주고 5분간 방치한 후 5% Na₂CO₃ 1 ml를加해 흡광도 725 nm에서 1시간 이내에 측정하여 gallic acid를 이용한 표준곡선으로부터 양을 환산하였다.

DPPH radical 소거활성 측정

Syringin의 DPPH radical 소거활성은 Blois의 방법[3]에 따라 측정하였다. 시료 0.5 ml에 60 μ M로 조제한 DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 용액 3 ml를 넣고 vortex하여 15분간 반응시키고 517 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. DPPH radical 소거능(%)은 1 - (반응구 흡광도/대조구 흡광도) $\times 100$ 으로 계산하여 나타내었다.

ABTS radical 소거활성 측정

Syringin의 ABTS 2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical 소거활성은 Fellegriani 등의 방법[24]에 따라 측정하였다. 7 mM로 조제한 ABTS 용액 5 ml와 140 mM로 조제한 K₂S₂O₈ 용액 88 μ l를 혼합하여 암실에 약 14-16시간 방치한 용액 1 ml와 ethanol 88 ml를 혼합하여 만든 ABTS solution 1 ml를 시료 50 μ l와 혼합해 30초간 진탕하고 2분 30초 동안 incubation한 뒤 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS radical 소거능(%)은 1 - (반응구 흡광도/대조구 흡광도) $\times 100$ 으로 계산하여 나타내었다.

Antioxidant protection factor (PF) 측정

Syringin의 antioxidant protection factor (PF)는 Andarwulan과 Shetty의 방법[2]에 따라 측정하였다. 10 mg의 β -Carotene을 50 ml chloroform에 녹인 용액 1 ml를 증발용 수기에

넣고 40°C 항온수조에서 증류시킨 후 linoleic acid 20 µl, tween 40 184 µl, H₂O₂ 50 ml를 가하여 emulsion을 만든다. 제조한 emulsion 5 ml를 시료용액 100 µl와 잘 혼합하여 50°C에서 30분간 반응시키고 냉각한 후 470 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. PF는 (반응구 흡광도/대조구 흡광도)로 나타내었다.

Thiobarbituric acid reactive substance (TBARs) 생성 억제활성

Syringin의 TBARs의 생성 억제활성은 Burge와 Aust의 방법[4]에 따라 측정하였다. 1% linoleic acid 와 1% tween 40을 혼합하여 만든 emulsion 용액 0.8 ml과 시료 0.2 ml를 혼합한 후 50°C 항온수조에서 10시간 동안 반응시키고 이후 1 ml의 반응액에 TBA/TCA 시약 4 ml를 첨가하여 15분 동안 끓는 물에 중탕한 뒤 냉각하고 2,000 rpm으로 15분 동안 원심분리하였다. 원심분리 후 10분 동안 실온에 방치한 뒤 532 nm의 파장에서 상등액의 흡광도를 측정하였다. TBARs 억제율(%)은 1 - (반응구 TBARs µM/대조구 TBARs µM)×100으로 계산하여 표시하였다.

항균 및 항진균 활성 측정

Syringin의 항균 및 항진균 활성은 disc diffusion method를 이용하여 측정하였으며[18, 25] 균주는 *L. monocytogenes* KCTC 13064, *S. aureus* KCTC 1916, *E. coli* KCTC 2571, *H. pylori* HPKCTC B0150, *C. albicans* ATCC 10231을 사용하였다. 각 균주는 5 ml 액체 배지에 접종하여 37°C에서 24시간 배양하였고 균수를 1×10⁷ cfu/ml로 조정하여 미리 만들어 둔 고체배지에 100 µl 접종하였다. 배지 위에 멸균된 paper disc를 올리고 농도별 시료 20 µl를 접종하여 37°C에서 24시간 동안 배양한 다음 disc 주변에 형성되는 생육억제환의 크기를 측정하였다 [11]. 대조구로는 ampicillin과 amphotericin B를 각각 10 µg/ml 농도로 접종하여 사용하였으며 생육억제환은 육안으로 생육이 확인되지 않는 부분의 직경을 mm 단위로 측정하였다.

통계처리

모든 실험의 결과는 3회 반복 측정하여 평균치 ± 표준편차로 나타내었다. 통계처리는 SPSS 23 for windows를 이용하였으며 분산분석은 Duncan's multiple range test one-way ANOVA를 실시하여 유의차를 $p<0.05$ 수준으로 비교 분석하였다.

결과 및 고찰

Syringin의 phenolic compounds 함량

본 실험에서는 Syringin에 포함되어 있는 phenolic compounds 성분 함량의 측정조건을 알아보기 위해 다양한 용매

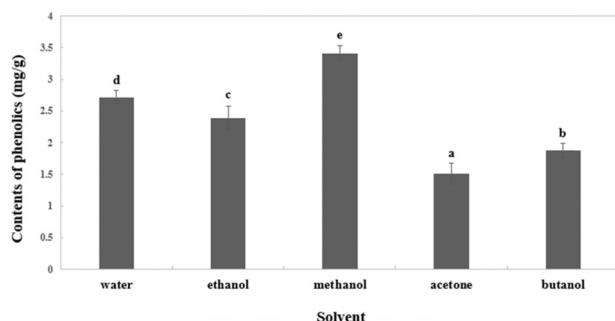


Fig. 2. Total phenolic contents in extracts by various solvents. Mean ± standard deviation (n=3). Means with different letters (a-e) above the bars are significantly different at $p<0.05$ by a Duncan's multiple range tests.

를 이용하여 정량하였다. 용매별로 추출한 결과 Fig. 2에 따라 water, ethanol, methanol, acetone, butanol 순으로 2.72, 2.39, 3.41, 1.51, 1.88 mg/g이 용출되었으며 butanol 추출물에서 3.41 mg/g로 가장 높은 함량이 나타났다. 그 중 식품으로 활용이 가능한 water을 용매로 사용하여 이후 실험을 진행하였다.

DPPH radical 소거활성

Syringin의 천연 항산화제로서의 이용가능성을 알아보기 위해 DPPH radical 소거활성을 평가한 결과는 Fig. 3에 나타내었다. Syringin의 농도를 50, 100, 150, 200 µg/ml로 정해 실험한 결과 항산화력이 농도에 따라 다소 높아지는 것을 관찰할 수 있었으나 그 증가폭은 크지 않았다. Positive control로 사용한 dibutyl hydroxy tolueene (BHT)과 Syringin의 활성을 농도별로 비교해 보았을 때 모든 농도에서 Syringin이 BHT보다 우수한 소거활성을 나타내었으며 특히 50 µg/ml 농도에서 Syringin과 BHT가 각각 61.25%, 36.89%의 활성을 나타내어 가장 큰 활성 차이를 보였다. Syringin은 50 µg/ml만 사용하더라도 합성 항산화제와 동등하거나 그 이상의 항산화 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단되었다.

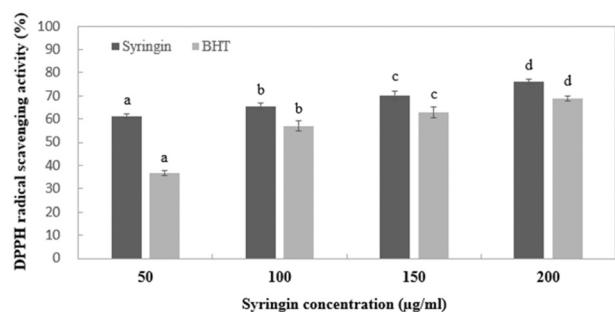


Fig. 3. DPPH radical scavenging activity of Syringin. Mean ± standard deviation (n=3). Means with different letters (a-d) above the bars are significantly different at $p<0.05$ by a Duncan's multiple range tests.

ABTS radical 소거활성

Syringin의 ABTS radical 소거활성을 평가한 결과 DPPH radical 소거활성 평가결과와 같이 농도 의존적으로 활성이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. Syringin의 농도가 100 µg/ml 이하일 때는 같은 농도의 BHT보다 활성이 낮았으나 150 µg/ml 이상일 때는 BHT보다 높은 활성을 나타냈으며 150 µg/ml의 농도에서 Syringin과 BHT가 각각 52.82%, 49.13%의 활성으로 가장 큰 차이를 나타냈다(Fig. 4). 또한 모든 농도에서 Syringin의 활성은 positive control인 BHT의 활성과 큰 차이를 나타내지 않았다. DPPH radical 소거활성 평가결과와 ABTS radical 소거활성 평가결과를 종합하여 보았을 때 Syringin은 수용성 물질에 대한 우수한 항산화 활성을 나타내는 것으로 판단하였다.

Antioxidant protection factor (PF) 측정

Syringin의 antioxidant protection factor를 측정한 결과 (Fig. 5) Syringin의 농도가 50 µg/ml와 100 µg/ml일 때 각각 1.34 PF, 1.35 PF, 농도가 150 µg/ml과 200 µg/ml일 때 각각 1.37 PF, 1.40 PF로 활성이 다소 높아지는 양상이 나타났으나 그 증가폭이 크지 않았다. 일반적으로 1.2 PF를 기준으로 그 이상의 경우 지용성 물질에 대한 항산화력이 있다고 판단하는

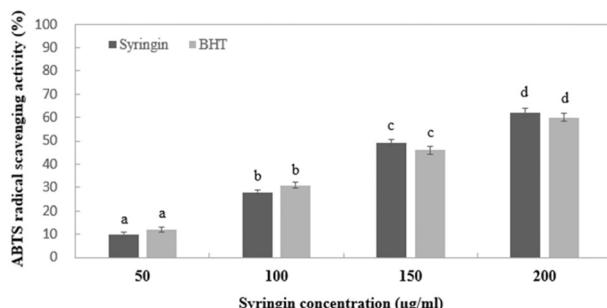


Fig. 4. ABTS radical scavenging activity of Syringin. Mean \pm standard deviation ($n=3$). Means with different letters (a-d) above the bars are significantly different at $p<0.05$ by a Duncan's multiple range tests.

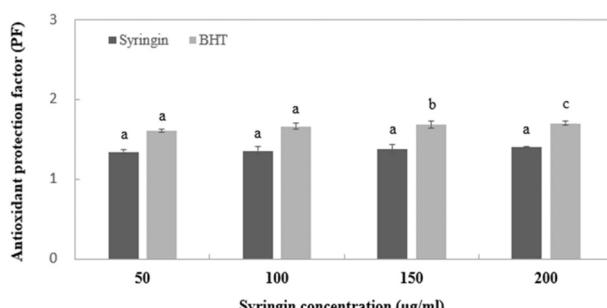


Fig. 5. Antioxidant protection factor (PF) of Syringin. Mean \pm standard deviation ($n=3$). Means with different letters (a-c) above the bars are significantly different at $p<0.05$ by a Duncan's multiple range tests.

데 본 연구에서 사용한 Syringin의 경우 BHT의 활성에는 못 미치지만 50 µg/ml 이상의 농도에서 모두 1.2 PF 이상의 활성을 나타냈으므로 지용성 물질에 대한 항산화력을 가지고 있다고 판단하였다.

Thiobarbutric acid reactive substances (TBARs) 측정

Syringin의 TBARs 활성을 측정한 결과는 Fig. 6에 나타내었다. 모든 농도에서 positive control인 BHT의 활성보다는 낮은 활성을 나타냈지만 Syringin의 첨가량이 증가함에 따라 농도의 의존적으로 항산화력이 증가하는 양상을 확인할 수 있었다. 이상의 결과로 농도가 증가할수록 항산화 활성 또한 증가하는 양의 상관관계를 보인다는 Chae [6] 등의 논문에서 보고한 바와 유사한 결과를 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 결과적으로 Syringin은 수용성 및 지용성 항산화 활성을 모두 나타내며 특히 수용성 물질에 대한 항산화 활성이 매우 뛰어난 항산화 물질이라고 판단하였다.

항균활성 측정

Syringin의 첨가 농도에 따른 *L. monocytogenes* KCTC 13064, *S. aureus* KCTC 1916, *E. coli* KCTC 2571, *H. pylori* HPKCTC B0150, *C. albicans* ATCC 10231 다섯 균주에 대한 항균활성을 평가한 결과는 Table 1에 나타내었다. 그람양성 세균인 *L. monocytogenes* KCTC 13064에 대해 200 µg/ml의 농도에서 17.8 mm의 넓은 생육억제환이 관찰되었고 *S. aureus* KCTC 1916에 대해 100 µg/ml 이상의 농도에서 모두 15 mm 이상의 생육억제환이 관찰되었다. 또한, 그람음성 세균인 *E. coli* KCTC 2571에 대해 150 µg/ml와 200 µg/ml의 농도에서 각각 14.5 mm, 17.05 mm로 넓은 생육억제환이 관찰되었으며 *H. pylori* HPKCTC B0150에 대해서는 각각 13.1 mm, 16.8 mm의 생육억제환이 관찰되었다. Positive control인 ampicillin을 10 µg/ml의 농도로 사용했을 때 *L. monocytogenes* KCTC 13064, *S. aureus* KCTC 1916, *E. coli* KCTC 2571, *H. pylori* HPKCTC B0150에 대한 활성을 각각 17.8 mm, 15 mm, 14.5 mm, 13.1 mm로 관찰되었다.

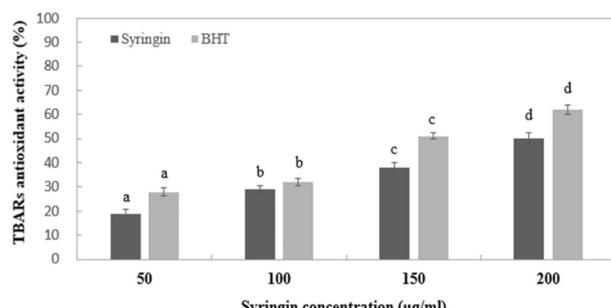


Fig. 6. TBARs antioxidant activity of Syringin. Mean \pm standard deviation ($n=3$). Means with different letters (a-d) above the bars are significantly different at $p<0.05$ by a Duncan's multiple range tests.

Table 1. Antimicrobial activities of Syringin

Indicator strain	Inhibition zone (mm) ¹⁾						
	Syringin (μg/ml)	50	100	150	200	Ampicillin (10 μg/ml)	Amphotericin B (10 μg/ml)
<i>L. monocytogenes</i> KCTC 13064	10.2	12.7	14.9	17.8	30.3	-	-
<i>S. aureus</i> KCTC 1916	11.45	15.35	18.5	20.45	27.3	-	-
<i>E. coli</i> KCTC 2571	9.35	11.45	14.5	17.05	18.1	-	-
<i>H. pylori</i> HPKCTC B0150	9.10	10.7	13.1	16.8	25.2	-	-
<i>C. albicans</i> ATCC 10231	ND ²⁾	ND	ND	ND	-	31	-

¹⁾20 μl of Syringin sample for each concentration was absorbed into paper disk (8 mm) and the diameter (mm) of clear zone was measured.

²⁾ND means not detected.

The data were expressed as the mean ± SD (n=3).

B0150에 대해 각각 30.3 mm, 27.3 mm, 18.1 mm, 25.2 mm의 생육억제환이 나타난 것으로 보아 synigrin의 항균 활성을 ampicillin보다는 낮았다. Syringin의 진균에 대한 항균활성을 평가해 본 결과 *C. albicans* ATCC 10231에 대해서는 생육억제환을 관찰할 수 없었다. 이상의 결과로 진피로부터 추출, 정제된 synigrin은 ampicillin만큼의 활성을 나타내지 않지만 그람 양성 및 그람음성균의 생장을 억제할 수 있으므로 친연 항균제로 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

The Conflict of Interest Statement

The authors declare that they have no conflicts of interest with the contents of this article.

References

- Ames, B. N. 1983. Dietary carcinogens and anticarcinogens. Oxygen radical and degenerative disease. *Science* **221**, 1256-1264.
- Andarwulan, N. and Shetty, K. 1999. Phenolic content in differentiated tissue cultures of untransformed and Agrobacterium-transformed roots of anise (*Pimpinella anisum* L.). *J. Agric. Food Chem.* **47**, 1776-1780.
- Blois, M. S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* **181**, 1199-1200.
- Buege, J. A. and Aust, S. D. 1978. Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol.* **52**, 302-310.
- Branen, A. L. 1975. Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **55**, 119-123.
- Chae, J. W., Jo, B. S., Joo, S. H., Ahn, D. H., Chun, S. S. and Cho, Y. J. 2012. Biological and antimicrobial activity of *Vaccinium oldhami* fruit. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **41**, 1-6.
- Chance, B., Sies, H. and Boveris, A. 1979. Hydroperoxide metabolism in mammalian organs. *Physiol. Rev.* **59**, 527-605.
- Cho, J. Y., Nam, K. H., Kim, A. R., Park, J., Yoo, E. S., Baik, K. U., Yu, Y. H. and Park, M. H. 2001. *In-vitro* and *in-vivo* immunomodulatory effects of syringin. *J. Pharm. Pharmacol.* **53**, 1287-1294.
- Folin, O. and Denis, W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color regents. *J. Biol. Chem.* **12**, 239-243.
- Fridorich, I. 1986. Biological effects of the superoxide radical. *Arch. Biochem. Biophys.* **247**, 1-11.
- Han, S. H., Woo, N. R. Y., Lee, S. D. and Kang, M. H. 2006. Antioxidative and antibacterial activities of endemic plants extracts in Korea. *Kor. J. Med. Crop Sci.* **14**, 49-55.
- Jang, T. S., Yang, J. C., Lim, S. Y. and Kim, B. A. 2014. Antioxidant and antihemolytic activity of ethanol extracts of *Rubus coreanus* Miquel. *J. Kor. Soc. Appl. Bi.* **31**, 130-135.
- Kang, D. Y., Shin, M. O., Shon, J. H. and Bae, S. J. 2009. The antioxidative and antimicrobial effects of *Celastrus orbiculatus*. *J. Life Sci.* **19**, 52-57.
- Kim, B. O. 2012. Study of enrichment and purification of syringin from *Fraxini cortex*. *J. Ecol. Environ.* **4**, 45-49.
- Kim, C. M., Shin, M. K., Ahn, D. G. and Lee, G. S. 1998. *Joongyakdaesajun*, pp. 348, 1th ed., Jung Dam: Seoul, Korea.
- Kim, B. R., Lee, J. S., Kim, D. Y., Kim, B. K., Lee, H. S., Lee, S. W. and Kwon, H. J. 2003. Antioxidant and antibacterial activities of the bark of *Fraxinus Rhynchophylla* Hance. *Kor. J. Aesthet. Cosmetol.* **13**, 339-344.
- Kim, D. Y., Kim, M. K. and Kim, B. W. 2015. The antioxidant and skin whitening effect of *Withania somnifera* (winter cherry). *J. Food Hyg. Saf.* **30**, 258-264.
- Kim, E. Y., Baik, I. H., Kim, J. H., Kim, S. R. and Rhyu, M. R. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Kor. J. Food Sci. Tech.* **36**, 333-338.
- Kim, H. C., An, R. B., Jeong, G. S., Oh, S. H. and Kim, Y. C. 2005. 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging compounds of *Fraxini Cortex*. *Nat. Prod. Sci.* **11**, 150-154.
- Kostova, I. and Iossifova, T. 2007. Chemical components of *Fraxinus* species. *Fitoterapia* **78**, 85-106.
- Krishnan, S. S., Subramanian, I. P. and Subramanian, S. P. 2014. Isolation, characterization of syringin, phenylpropanoid glycoside from *Musa paradisiaca* tepal extract and evaluation of its antidiabetic effect in streptozotocin-induced diabetic rats. *Biomed. Prev. Nutr.* **4**, 105-111.

22. Lee, J. Y., Ahn, E. K., Ko, H. J., Cho, Y. R., Ko, W. C., Jung, Y. H., Choi, K. M., Choi, M. R. and Oh, J. S. 2014. Anti-melanogenic, anti-wrinkle, anti-inflammatory and anti-oxidant effects of *Xylosma congesta* leaf ethanol extract. *Appl. Biol. Chem.* **57**, 365-371.
23. Miquel, J., Quintanilha, A. T. and Weber, H. U. 1989. *Handbook of free radicals and antioxidants in biomedicine*, pp. 223-244, 1th ed., CRC Press: Boca Raton, FL, USA.
24. Park, H. G., Cha, M. R., Hwang, J. H., Kim, J. Y., Park, M. S., Choi, S. U., Park, H. R. and Hwang, Y. I. 2006. Antimicrobial activity of the extract from *Pyrola Japonica* against *Bacillus subtilis*. *J. Life Sci.* **16**, 989-993.
25. Pellegrini, N., Ke, R., Yang, M. and Rice-Evans, C. 1999. Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extracts for antioxidant activities applying 2,2'-Azinobis (3-ethylenebenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical cation decolorization assay. *Methods Enzymol.* **299**, 379-389.
26. Wang, Y., Han, F., Song, A., Wang, M., Zhao, M. and Zhao, C. 2016. Rapid characterization of the chemical constituents of *Cortex Fraxini* by homogenate extraction followed by UHPLC coupled with Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry and GC - MS. *J. Sep. Sci.* **39**, 4325-4334.
27. Sawyer, D. T. and Valentine, J. S. 1981. How super is superoxide? *Acc. Chem. Res.* **14**, 393-400.
28. Sung, K. S., Chun, C., Kwon, Y. H., Kim, K. H. and Chang, C. C. 2000. Effects of red ginseng component on the anti-oxidative enzyme activities and lipid peroxidation in the liver of mice. *J. Ginseng Res.* **24**, 29-34.
29. Surak, J. G., Branen, A. L. and Shrager, E. 1976. Effect of butylated hydroxyanisole on tetrahymena pyriformis. *Food Cosmet. Toxicol.* **52**, 85-89.
30. Wettasinghe, M. and Shahidi, F. 2000. Scavenging of reactive oxygen species and DPPH free radicals by extracts of borage and evening primrose meals. *Food Chem.* **70**, 17-26.
31. Yang, E. J., Kim, S. I., Ku, H. Y., Lee, D. S., Lee, J. W., Kim, Y. S., Seong, Y. H. and Song, K. S. 2010. Syringin from stem bark of *Fraxinus rhynchophylla* protects Abeta (25-35)-induced toxicity in neuronal cells. *Arch. Pharm. Res.* **33**, 531-538.
32. Yang, E. J., Lee, D. G., Lee, J. W., Kim, Y. S., Lim, S. H. and Song, K. S. 2007. The chemical constituents of the stem Barks of *Fraxinus rhynchophylla*. *Appl. Biol. Chem.* **50**, 348-351.

초록 : 진피로부터 정제한 Syringin의 항산화 및 항균 활성

설민경¹ · 배은영¹ · 조영제¹ · 박순기² · 김병오^{1*}

(¹경북대학교 식품공학부, ²경북대학교 응용생명과학부)

본 연구에서는 물푸레나무 껍질인 진피로부터 Syringin을 효과적으로 분리, 정제하고 항산화 및 항균 활성을 평가하여 기능성 소재로써의 가능성을 탐구하고자 하였다. Syringin은 DPPH radical 소거활성 평가에서 50 µg/ml의 적은 농도로도 BHT보다 높은 활성을 나타내었으며 ABTS radical 소거활성 평가에서는 모든 농도에서 BHT의 활성과 비슷한 정도의 활성을 나타냈다. PF 측정에서는 Syringin의 농도가 증가함에 따라 활성이 다소 높아지는 듯했으나 증가폭이 크지 않았고 모든 농도에서 1.2 PF 이상의 활성이 나타나 항산화력이 있다고 판단하였다. TBARs 활성 측정에서는 모든 농도에서 BHT의 활성보다 낮지만 농도 의존적으로 항산화력이 증가하는 것을 확인 할 수 있었다. 그람양성, 그람음성, 진균에 대한 생육 억제 활성 평가에서는 *L. monocytogenes* KCTC 13064, *S. aureus* KCTC 1916, *E. coli* KCTC 2571, *H. pylori* HPKCTC B0150의 네 균주에 대한 생육억제환의 크기가 Syringin의 농도에 의존적으로 증가하였고 *C. albicans* ATCC 10231에 대해서는 생육억제환이 관찰되지 않았다. 위의 결과를 종합한 결과 Syringin의 수용성 물질의 항산화 활성은 지용성 물질의 항산화 활성보다 우수하고 진균을 제외한 그람양성 및 그람음성 균주에 대한 성장을 억제함으로써 항균 활성을 나타낸다고 판단하였다. 본 연구를 토대로 Syringin의 항산화 및 항세균 기작에 대한 연구와 다른 생리활성 작용, 인체 적용성에 대한 연구를 추가로 진행한다면 천연 유래의 안전한 기능성 소재로 활용 가능할 것으로 사료된다.