

Tabebuia avellanedae 추출물의 운동능력 향상 효과

- 연구노트 -

김경미¹ · 유양희²

¹한국폴리텍대학 바이오캠퍼스 바이오식품분석과

²전남대학교 생활과학연구소

Stimulatory Effects of Extracts of Inner Bark from *Tabebuia avellanedae* on Exercise Endurance Capacity

Kyungmi Kim¹ and Yanghee You²

¹Department of Biofood Analysis, Bio Campus of Korea Polytechnic

²Human Ecology Research Institute, Chonnam National University

ABSTRACT The effects of *Tabebuia avellanedae* (Taheebo) on exercise endurance capacity were investigated using mice in an adjustable-current water pool. Compared to the control group, a 1.8~2.0 fold increase in swimming time was observed in mice administered hot water extract (TAW) and 80% ethanol extract (TAE) of inner bark from *T. avellanedae*. Blood lactate level, an important fatigue relevance factor, was significantly lower in the TAW and TAE groups than in the control group. The total phenolic contents of TAW and TAE were 93.3±1.6 and 115.7±1.5 mg GAE/g, respectively. The levels of flavonoids in the extracts were 77.3±1.3 and 95.9±1.7 mg CE/g, respectively. Higher antioxidant activities of TAE were observed in each assay at the same concentration as compared to TAW. Correlation between antioxidant activities of TAE with total polyphenol contents was observed. These results suggest that extracts of Taheebo increase exercise endurance capacity by elevating antioxidative potentials.

Key words: *Tabebuia avellanedae*, exercise endurance capacity, blood lactate, antioxidants

서 론

Tabebuia spp.는 능소화과(Bignoniaceae)에 속하는 열대 우림성 나무로 중남미 지역에서 자라며 이 나무의 inner bark은 진통제, 항염증제, 이노제 등 민간 약제로 사용되었고, 아르헨티나에서는 'lapacho', 브라질에서는 'Par d'arco', 'Taheebo'로 알려져 있다. *Tabebuia* spp.의 생물학적, 약리학적 효과가 연구 보고된 바 있다. *Tabebuia* spp.들 중 *Tabebuia cassinoides*는 cytotoxic quinones의 anti-cancer 효과가 보고된 바 있고(1), *Tabebuia avellanedae* Lor. ex Griseb는 antineoplastic 효과와 antitumor 효과가 보고된 바 있다(2). 약리적으로는 *Tabebuia avellanedae* Lor. ex Griseb의 'lapachol', 'β-Lapachone'과 같은 naphthoquinones이 antitumor 활성을 나타내는 것으로 보고되었고, 이들의 활성은 종양세포의 redox cycle에서 생성하는 ROS와 연관되어 종양세포의 세포사멸 유도하는 것으로 보고되었다. *Tabebuia avellanedae*(타히보)의 volatiles 한 화합물로 antitumor 활성을 갖는 3,4-dimethox-

ybenzaldehyde, 4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyde (vanillin) 등과 antioxidant 활성을 갖는 2-methoxy-4-methylphenol, 2-methoxyphenol, 4-methoxyphenol 등이 보고된 바 있다(3).

산소를 이용하는 모든 생명체는 생명유지를 위한 대사 과정 중 다양한 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)을 생성한다. ROS는 생체 내 효소 및 비효소적 항산화계의 도움으로 균형을 유지하게 된다. 그러나 ROS의 과도한 생성은 체내 세포막의 지질과산화 및 세포 내의 단백질과 DNA의 산화적 손상을 초래하며 암, 심장병, 동맥경화증, 백내장과 같은 여러 퇴행성 질환과 관련되어 있다. 여러 연구들에서 생체 내의 과도한 ROS의 생성을 항산화제 보조 섭취로써 균형화할 수 있고, 질병 예방에 기여할 수 있음이 보고된 바 있다(4). 생리, 약리학적 연구에서 천연 식물체에 함유량이 높은 폴리페놀성 화합물은 ROS를 제거하는 효과를 나타내었고, 다양한 역학 연구를 통해 polyphenol-rich 식이가 ROS에 의한 질병을 예방하는 것으로 제시된 바 있다(5). 또한 과도한 ROS와 산화스트레스는 근육에 피로를 증가시켜 운동능력 저하를 일으킨다고 보고된 바 있다(6).

본 연구에서 타히보의 항산화 능력이 운동능력 향상을 가져올 수 있다는 점에 착안하여 마우스의 한계유영운동능력을 측정하였다.

Received 6 October 2014; Accepted 17 October 2014

Corresponding author: Yanghee You, Human Ecology Research Institute, Chonnam National University, Gwangju 550-757, Korea
E-mail: yewha@naver.com, Phone: +82-62-530-0344

재료 및 방법

실험재료

본 연구에서는 100% pure inner bark of *T. avellanedae* Lor. ex Griseb로 제조된 타히보(Native Ind. Farm. Ltd., São Paulo, Brasil)를 구입하여 사용하였다. ABTS, 2,2'-azobis(2-amidinopropane), catechin, DPPH, Folin-Ciocalteu's reagent, gallic acid, potassium persulphate ($K_2S_2O_8$), vitamin C(Vit C)는 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였다.

추출물의 제조

타히보 분말을 2 L 둥근 플라스크에 50 g 넣고, 중량의 20배(w/v)의 물을 넣고 100°C에서 2시간 동안 환류 추출한 후 추출한 용액은 Whatman No. 6 여과지(Whatman, Maidstone, UK)를 사용하여 감압여과하고, 회전 진공농축기(EYELA SB1200B, Tokyo Rikakikai Co., Koishikawa, Japan)로 회전 농축한 후 동결건조(FD5510, Ilshin Lab Co., Incheon, Korea) 하여 열수 추출물(TAW)을 얻었다. 또한 타히보 분말을 2 L 둥근 플라스크에 50 g 넣고, 중량의 20배(w/v)의 80% 에탄올을 넣고 75°C에서 2시간 동안 환류 추출한 후 추출한 용액은 Whatman No. 6 여과지(Whatman)를 사용하여 감압여과하고, 회전 진공농축기로 회전 농축한 후 동결건조 하여 에탄올 추출물(TAE)을 얻었다. 각 추출물은 -20°C에 보관하면서 실험에 사용하였다.

실험동물

4주령의 ICR 웅성마우스(20 ± 0.3 g) 24마리를 구입하여 사용하였다. 동물은 polycarbonate cage(폭 26 cm, 기류속도 13~18 cm/sec, 환기횟수 10~20 회/hr, 기압차 2~10 mmHg, 명암 cycle 07:00 점등~19:00 소등, 조도 150~300 Lux)에서 실험동물용 사료인 AIN-76A와 물을 자유 섭취시키면서 사육하였다. 본 연구에서의 동물실험은 전남대학교 동물실험윤리위원회의 승인 하에 수행되었다(CNU IACUC-YB-2014-4).

운동능력 측정

동물 구입 후 7일간의 적응기간을 거쳐 후 마우스용 유영 수조를 이용하여 8 L/min의 운동 강도에서 2번의 한계유영 운동시간을 측정한 후 평균 한계유영운동시간이 동일하도록 3그룹으로 8마리씩 배분하여 군 분리를 시행하였다. 15 일간 시료(1 g/kg body weight/day)를 투여한 후 한계유영 운동시간을 측정하였다.

Lactic acid 측정

한계유영운동 직후 꼬리 정맥혈을 테스트 스트립(ARKRAY, Kyoto, Japan)을 사용하여 젖산을 측정하였다.

Total polyphenol 함량 측정

Total polyphenol은 Folin-Ciocalteu's 비색법을 이용하여 측정하였다. 추출물 내의 페놀성 화합물들이 Folin-Ciocalteu's reagent 내의 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색으로 발색하는 것을 원리로 분석하였다(7). 추출물 1 mL를 25 mL volumetric flask에 넣고 증류수 9 mL를 첨가한 후, 1 mL의 Folin-Ciocalteu's reagent를 넣고 잘 섞어 상온에 5분간 방치하였다. 7% Na_2CO_3 를 10 mL 넣고 총량이 25 mL가 되도록 증류수를 첨가한 후 23°C에서 90 분간 방치하고 750 nm에서 분광광도계(Optizen-pop, Mecasys, Daejeon, Korea)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 각 추출물의 phenolic compound 함량은 표준물질인 gallic acid로 작성된 표준곡선식을 이용하여 계산하였고 3회 반복 실험한 후 그 평균값을 mg GAE/g으로 제시하였다.

Flavonoid 함량 측정

Flavonoid 함량은 Zhishen 등(8)의 비색법을 이용하여 측정하였다. 추출물 1 mL에 4 mL의 증류수를 첨가하고 5% $NaNO_2$ 0.3 mL를 넣어 잘 혼합하였다. 상온에 5분간 방치하고 10% $AlCl_3$ 0.3 mL를 첨가하였다. 상온에 6분간 방치한 후 1 M NaOH 2 mL와 증류수 2.4 mL를 넣고 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 flavonoid 함량은 표준물질 catechin으로 작성된 표준곡선식을 이용하여 계산하였고 3회 반복 실험한 후 그 평균값을 mg CE/g으로 나타내었다.

DPPH radical 소거활성 측정

Brand-Williams 등(9)의 방법을 변형하여 측정하였다. 각 추출물을 각 용매에 녹인 후 30 μ g/mL와 60 μ g/mL의 추출물을 시료로 제조하였다. 시료 50 μ L를 취하여 0.1 mM DPPH 950 μ L와 혼합하였다. 상온에 30분간 방치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 양성대조군은 5 μ g/mL의 Vit C를 취하여 분석하였다. 소거활성은 다음 식으로 계산하였고 3회 반복 측정 후 그 평균값을 제시하였다.

$$\text{Scavenging activity (\%)} = \frac{\text{대조군의 흡광도} - \text{시료의 흡광도}}{\text{대조군의 흡광도}} \times 100$$

ABTs cation radical 소거활성 측정

Pellegrini 등(10)의 방법을 변형하여 측정하였다. 각 추출물을 각 용매에 녹인 후 30 μ g/mL, 60 μ g/mL의 추출물을 시료로 제조하였다. ABTs는 7 mM ABTs 용액과 100 mM 황산칼륨(potassium persulphate)을 혼합하여 암소에서 24시간 반응시킨 후 90:1로 희석하여 반응용액으로 사용하였다. 시료 10 μ L에 ABTs 반응용액 390 μ L를 첨가하여 vortex로 10초간 진탕하고 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 양성대조군은 5 μ g/mL의 Vit C를 취하여 분석하였다. 소거활성은 다음 식으로 계산하였고 3회 반복 측정 후 그 평균값을 제시하였다.

$$\text{Scavenging activity (\%)} = \frac{\text{대조군의 흡광도} - \text{시료의 흡광도}}{\text{대조군의 흡광도}} \times 100$$

통계처리

본 실험 결과는 동물실험 결과는 평균±표준오차로 항산화 실험 결과는 평균±표준편차로 나타내었다. 동물실험 결과는 Student's *t*-test로 검정하였고, 항산화 실험에서는 각 시료별 농도에 따른 차이는 ANOVA-test를 한 후 각 통계적 유의성을 *P*<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 검정하였다.

결과 및 고찰

추출물의 운동능력 향상 효과

추출물에 대한 운동능력 효과를 측정하기 위해 마우스는 몸무게와 수영시간을 유의적인 차이가 없게 그룹화하고, 추출물들을 15일 경구 투여한 후 한계유영시간을 측정하였다. 대조군(23.2±4.4분)에 비해 TAW군(45.6±6.9분, *P*<0.05)과 TAE군(41.1±7.9분, *P*<0.1) 모두 수영시간이 증가했으며 특히 TAW군은 통계적으로 유의하게 증가하였다(Fig. 1). 이는 You 등(11)의 항산화 성분을 지닌 대나무 추출물에 대한 마우스의 운동능력 증가와 Lee 등(6)의 복분자 추출물의 항피로 효과에 대한 결과와 유사한 경향을 보여주고 있다.

운동 후 혈액 젖산 농도

피로의 원인은 대사 작용에 의해 탄수화물 등 에너지원의 소모, 운동 중에 조직에서 산소의 수요가 부족하여 무산소성 해당과정으로 에너지를 얻는 비율이 높아지면서 젖산이 축적되는 화학적인 반응이 주원인이다(12). 운동부하에 따른 젖산 농도의 축적 양상은 근육 수소이온의 증가, pH의 감소,

세포의 산성도를 증가시키고 효소 활성의 억제를 유발하며 근 수축 작용의 저해를 가져와 근 피로에 의한 운동능력의 장애요인으로 작용한다. 젖산은 피루브산이 환원되어 생성된 혐기성 해당반응의 종말대사체로 운동 중에 체액에서의 그 농도가 증가되는 것으로 보고된다(13). 운동 후 TAW군(5.5±0.3 mmol/L)과 TAE군(5.0±0.4 mmol/L)은 대조군(7.2±0.4 mmol/L)에 비해 젖산의 수준이 유의적으로 낮게 나타났으며, 이는 추출물의 운동능력을 향상시키는 데 중요한 인자로 작용된 것으로 사료된다(Fig. 2).

수율, 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

각 타히보 추출물의 수율은 TAW는 13%, TAE는 9.5%로 나타났다. 선행연구에서 타히보의 열수 추출물은 3.5%(14), 70% 에탄올 추출물은 13%(15), 90% 에탄올 추출물은 18%(16)로 수율이 보고된 바 있다. 열수 추출물은 선행연구와 비교하여 더 높은 수율을 나타냈으나 에탄올 추출물은 상대적으로 낮은 수율을 나타내었다. 선행연구와의 수율 차이는 두 추출물 모두 추출시간의 차이에 의한 것으로 나타났다.

총 폴리페놀과 플라보노이드는 식물유래 생리활성물질(phytochemicals)의 기능성 성분들이며, 이들은 식품 생리활성물질들로 알려져 있다. 이들에 대한 항산화, 항암, 항염증, 항알레르기 등의 생리적인 기능성에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다(17). 타히보 추출물들의 총 폴리페놀 함량을 측정한 결과 TAW는 93.3±1.6 mg GAE/g, TAE는 115.7±1.5 mg GAE/g으로 나타났다. 본 연구에서 타히보 80% 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량은 선행 보고된 95% 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량보다 상대적으로 높은 값을 나타내었다(18). 플라보노이드는 담황색 등의 노란색을 띠는 화합물로 항균·항암·항바이러스·항알레르기 및 항염증 활성을 나타내며 독성은 거의 없는 것으로 알려져 있다(19). 타히보 추출물들의 플라보노이드 함량을 측정한 결과 TAW가 77.3±1.3 mg CE/g, TAE가 95.9±1.7 mg CE/g으

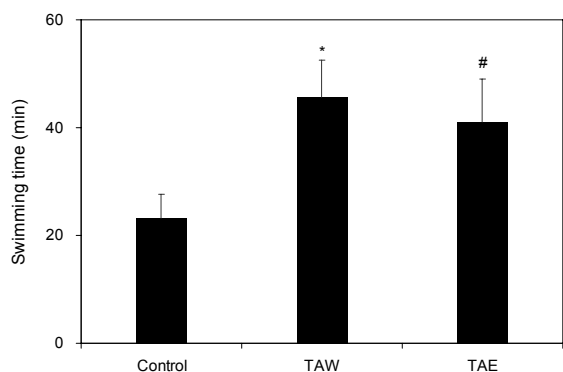


Fig. 1. Effect of extracts from *Tabebuia avellanedae* on swimming time in mice. Data are presented as mean±SE. TAW, hot water extract from *T. avellanedae*; TAE, 80% ethanolic extract from *T. avellanedae*. The asterisk above a result indicates a statistically significant difference compared to the Control by Student's *t*-test (*P*<0.05). The sharp above a result indicates a statistically significant difference compared to the Control by Student's *t*-test (*P*<0.1).

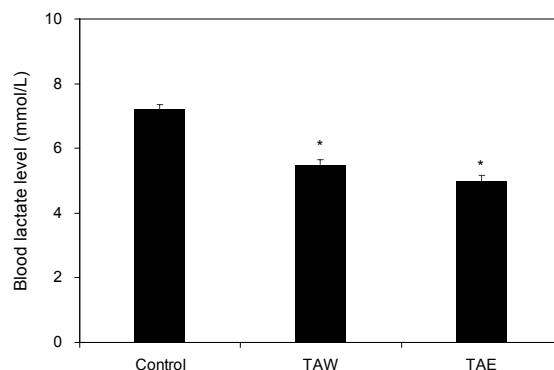


Fig. 2. Effect of extracts from *T. avellanedae* on blood lactate level. Data are presented as mean±SE. TAW, hot water extract from *T. avellanedae*; TAE, 80% ethanolic extract from *T. avellanedae*. The asterisk above a result indicates a statistically significant difference compared to the Control by Student's *t*-test (*P*<0.05).

Table 1. Total polyphenol and flavonoid contents

Extracts ¹⁾	Total polyphenol contents (mg GAE/g) ²⁾	Flavonoid contents (mg CE/g) ³⁾
TAW	93.3±1.6 ^{b4)5)}	77.3±1.3 ^b
TAE	115.7±1.5 ^a	95.9±1.7 ^a

¹⁾TAW: hot water extract from *T. avellanedae*, TAE: 80% ethanolic extract from *T. avellanedae*.

²⁾mg GAE/g: mg gallic acid equivalent/g.

³⁾mg CE/g: mg catechin equivalent/g.

⁴⁾Each value was expressed as the mean±SD.

⁵⁾Different letters in a column was statistically difference ($P < 0.05$).

로 나타났다. 타히보 열수 및 80% 에탄올 추출물의 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량은 TAE가 상대적으로 높게 나타났다(Table 1). 식물성 식품 중 폴리페놀의 phenol hydroxyl기는 자유라디칼과 함께 resonance stabilized phenoxyl radical을 형성하여 직접적으로 자유라디칼을 소거하거나 항산화 효소와 함께 연속적인 couple reaction들을 통해 간접적으로 자유라디칼을 제거하는 항산화 생리활성 기능성을 나타내는 것으로 알려져 있다(20). 동일한 실험방법에 따라 분석된 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량을 비교하였을 때 Lee 등(21)이 제시한 항산화 활성을 갖은 복분자 열수 및 80% 에탄올 추출물과 비교하여 높은 함량을 나타내었고, Jang 등(22)의 산삼, 산양삼, 인삼 80% 에탄올 추출물, Kang 등(23)의 고추 90% 에탄올 추출물, Kim 등(24)의 마늘 80% 에탄올 추출물 및 과 80% 에탄올 추출물, Kim 등(25)이 보고한 산국대 열수 추출물과 비교하여 각 타히보 추출물은 높은 총 폴리페놀 함량을 나타내었다. 따라서 타히보 열수 및 80% 에탄올 추출물의 섭취는 폴리페놀이 갖는 항산화 활성을 나타낼 것으로 판단된다.

DPPH 라디칼 소거활성

시료의 DPPH 라디칼 소거활성은 시료가 함유하고 있는 전자공여능(electron donating ability)에 의하여 측정된다. DPPH는 매우 안정한 free radical로 517 nm에서 특징적인 광흡수를 나타내는 자색의 화합물이고 알코올 등의 유기용매에서 매우 안정하며, 항산화 기작 중 proton-radical scavenger에 의하여 탈색되기 때문에 항산화 활성을 육안으로도 쉽게 관찰할 수 있는 장점이 있어, 다양한 천연소재로부터 항산화 활성을 검색하는 데 주로 이용되고 있다(17). 각 추출물의 DPPH 라디칼 소거활성은 Fig. 3에 나타내었다. 농도 30 µg/mL와 60 µg/mL에서 TAW는 19.3±0.7%와 32.8±0.6%의 DPPH 라디칼 소거활성을 나타내었고, TAE는 26.5±0.4%와 44.1±0.8%의 DPPH 라디칼 소거활성을 나타내었다. 각 추출물은 농도의 증가에 따라 DPPH 라디칼 소거활성이 증가되었으며, 각 추출물의 동일농도에서 TAE는 TAW와 비교하여 통계적으로 유의하게 높은 활성을 나타내었다. 폴리페놀의 hydroxyl group은 DPPH와 반응하기 쉬운 입체구조를 갖는 것으로 알려져 있다(26). 따라서

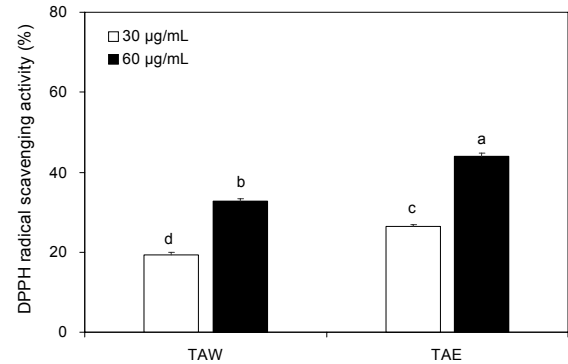


Fig. 3. DPPH radical scavenging activities of extracts from *T. avellanedae*. The final concentration was 30 µg/mL and 60 µg/mL. Radical scavenging activity of Vit C at 5 µg/mL was 71.6±2.1%. Data are presented as mean±SD. TAW, hot water extract from *T. avellanedae*; TAE, 80% ethanolic extract from *T. avellanedae*. Different letters above the bars are statistically different ($P < 0.05$).

타히보 80% 에탄올 추출물 내의 폴리페놀들이 타히보 열수 추출물보다 상대적으로 높은 DPPH 라디칼 소거활성에 기여하였을 것으로 판단된다.

ABTS 라디칼 소거활성

ABTS는 비교적 안정한 free radical로서 DPPH 방법과 함께 항산화 활성을 검색하는 데 많이 이용되고 있다(21). 또한 lipophilic 또는 hydrophilic 항산화 물질의 측정에 적용 가능한 방법으로 이용되고 있고, 이 방법에 의한 항산화 활성은 ABTS radical을 억제하거나 소거하는 것에 의해 이루어진다. 각 추출물의 ABTS 라디칼 소거활성은 Fig. 4에 나타내었다. 30 µg/mL와 60 µg/mL의 농도에 따라 TAW는 51.8±2.6%와 79.4±3.1%의 ABTS 라디칼 소거활성을 나타내었고, TAE는 64.3±0.8%와 90.8±0.7%의 ABTS 라디칼 소거활성을 나타내었다. 각 추출물은 농도 증가에 따라

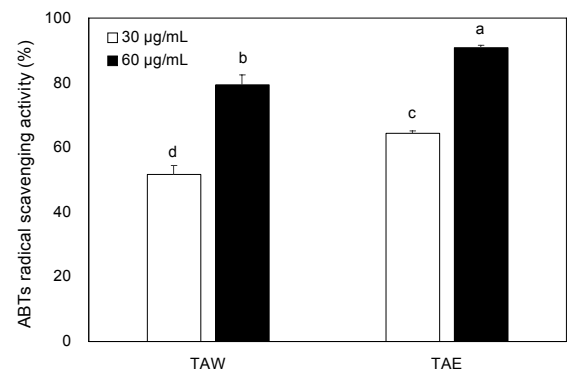


Fig. 4. ABTS radical scavenging activities of extracts from *T. avellanedae*. The initial concentration was 30 µg/mL and 60 µg/mL. Radical scavenging activity of Vit C at 5 µg/mL was 66.8±0.8%. Data are presented as mean±SD. TAW: hot water extract from *T. avellanedae*, TAE: 80% ethanolic extract from *T. avellanedae*. Different letters above the bars are statistically different ($P < 0.05$).

ABTS 라디칼 소거활성이 증가되었으며, 각 추출물의 동일 농도에서 TAE는 TAW와 비교하여 통계적으로 유의하게 높은 활성을 나타내었다. Lee 등(21)이 제시한 복분자 열수 및 80% 에탄올 추출물, Kim 등(25)이 제시한 생강 80% 에탄올 추출물과 비교하여 각 타히보 추출물은 높은 ABTS 라디칼 소거활성을 나타내었다.

요 약

능소화과인 *Tabebuia avellanedae*인 타히보는 중앙아메리카와 남아메리카의 아열대 우림지역에서 서식하며 이들은 민간 약제로 사용되어 왔다. 본 연구는 타히보 추출물의 라디칼 소거활성에 기초한 항산화 활성과 운동능력 향상 효과에 대한 활성을 검토하였다. 타히보로부터 얻은 두 추출물 타히보 열수 추출물(TAW)과 타히보 80% 에탄올 추출물(TAE)의 운동능력 향상 효과와 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량과 항산화 활성을 평가하였다. 운동능력 향상 효과는 TAW가 대조군 대비 2.0배, TAE는 1.8배 증가하였다. 두 추출물의 항산화 활성은 라디칼 소거활성(DPPH와 ABTS)으로 평가하였다. 동일 농도에서 TAE는 TAW와 비교하여 라디칼 소거활성이 높게 났고 TAE의 총 폴리페놀 함량이 항산화 활성과 연관되어 있는 것으로 나타났으며, 이는 운동으로 인한 산화스트레스를 방어함으로써 마우스의 운동능력 향상 효과를 나타낸 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Rao MM, Kingston DGI. 1982. Plant anticancer agents. XIII. Isolation and structure elucidation of new cytotoxic quinones from *Tabebuia cassinoides*. *J Nat Prod* 45: 600-604.
2. Ueda S, Umemura T, Dohguchi K, Matsuzaki T, Tokuda H, Nishino H, Iwashima A. 1994. Production of anti-tumour promoting furanonaphthoquinones in *Tabebuia avellanedae* cell cultures. *Phytochemistry* 36: 323-325.
3. Park BS, Lee KG, Shibamoto T, Lee SE, Takeoka GR. 2003. Antioxidant activity and characterization of volatile constituents of Taheebo (*Tabebuia impetiginosa* Martius ex DC). *J Agric Food Chem* 51: 295-300.
4. Chapple ILC. 1996. Role of free radicals and antioxidants in the pathogenesis of the inflammatory periodontal diseases. *Clin Mol Pathol* 49: M247-M255.
5. Stocker R. 1999. Dietary and pharmacological antioxidants in atherosclerosis. *Curr Opin Lipidol* 10: 589-597.
6. Lee S, You Y, Yoon HG, Kim K, Park J, Kim S, Ho JN, Lee J, Shim S, Jun W. 2011. Fatigue-alleviating effect on mice of an ethanolic extract from *Rubus coreanus*. *Biosci Biotechnol Biochem* 75: 349-351.
7. Lee KW, Kim YJ, Lee HJ, Lee CY. 2003. Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *J Agric Food Chem* 51: 7192-7295.
8. Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem* 64: 555-559.
9. Brand-Williams W, Cufelier ME, Berset C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-*

- Food Sci Technol* 28: 25-30.
10. Pellegrini RN, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol Med* 26: 1231-1237.
11. You Y, Kim K, Heo H, Lee K, Lee J, Shim S, Jun W. 2006. Stimulatory effects of *Pseudosasa japonica* leaves on exercise performance. *Biosci Biotechnol Biochem* 70: 2532-2535.
12. Bonen A, Belcastro AN. 1976. Comparison of self-selected recovery methods on lactic acid removal rates. *Med Sci Sports* 5: 176-178.
13. Holloszy JO, Booth FW. 1976. Biochemical adaptation to endurance exercise in muscle. *Annu Rev Physiol* 38: 273-291.
14. Byeon SE, Chung JY, Lee YG, Kim BH, Kim KH, Cho JY. 2008. *In vitro* and *in vivo* anti-inflammatory effects of Taheebo, a water extract from the inner bark of *Tabebuia avellanedae*. *J Ethnopharmacol* 119: 145-152.
15. Lee MH, Choi HM, Hahm DH, Her E, Yang HI, Yoo MC, Kim KS. 2012. Analgesic and anti-inflammatory effects in animal models of an ethanolic extract of Taheebo, the inner bark of *Tabebuia avellanedae*. *Mol Med Rep* 6: 791-796.
16. Freitas AE, Machado DG, Budni J, Neis VB, Balen GO, Lopes MW, de Souza LF, Veronezi PO, Heller M, Micke GA, Pizzolatti MG, Dafre AL, Leal RB, Rodrigues AL. 2013. Antidepressant-like action of the bark ethanolic extract from *Tabebuia avellanedae* in the olfactory bulbectomized mice. *J Ethnopharmacol* 145: 737-745.
17. Lee SO, Kim MJ, Kim DG, Choi HJ. 2005. Antioxidative activity of temperature-stepwise water extracts from *Inonotus obliquus*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 139-147.
18. Pereira IT, Burci LM, da Silva LM, Baggio CH, Heller M, Micke GA, Pizzolatti MG, Marques MC, Werner MF. 2013. Antiulcer effect of bark extract of *Tabebuia avellanedae*: activation of cell proliferation in gastric mucosa during the healing process. *Phytother Res* 27: 1067-1073.
19. Kwon OC, Woo KS, Kim TM, Kim DJ, Hong JT, Jeong HS. 2006. Physicochemical characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) on the high temperature and pressure treatment. *Korean J Food Sci Technol* 38: 331-336.
20. Rice-Evance C, Miller N, Paganga G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Sci* 2: 152-159.
21. Lee S, You Y, Kim K, Park J, Jeong C, Jhon DY, Jun W. 2012. Antioxidant activities of native Gwangyang *Rubus coreanus* Miq. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 327-332.
22. Jang HY, Park HS, Kwon KR, Rhim TJ. 2008. A study on the comparison of antioxidant effects among wild ginseng, cultivated wild ginseng, and cultivated ginseng extracts. *J Pharmacopuncture* 11: 67-78.
23. Kang HM, Park HS, Kwon KR, Rhim TJ. 2008. A study on the comparison of antioxidant effects between hot pepper extract and capsaicin. *J Pharmacopuncture* 11: 109-118.
24. Kim YS, Hwang JW, Park PJ, Jeong JH. 2014. Antioxidant activity and protective effects of extracts from *Chrysanthemum boreale* on t-BHP induced oxidative stress in Chang cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 60-66.
25. Kim KH, Kim HJ, Byun MW, Yook HS. 2012. Antioxidant and antimicrobial activities of ethanol extract from six vegetables containing different sulfur compounds. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 577-583.
26. Kwon JW, Lee HK, Park HJ, Kwon TO, Choi HR, Song JY. 2011. Screening of biological activities to different ethanol extracts of *Rubus coreanus* Miq. *Korean J Medicinal Crop Sci* 19: 325-333.