



Analysis of Antioxidant Effect on Odorless Korea Propolis

Young Jik Ahn¹, Mi-kyung Park², Jung-hee Lee², Junwon Lee³

¹*Department of Horticulture & Forestry, PaiChai University*

²*Department of Beauty Science, Kwangju Women's University*

³*Department of Biomedical Science & Biotechnology, Paichai University*

ABSTRACT

Propolis is a resinous material collected by bees from secretion of the plants, mixed with bee enzymes, wax and pollen and is known as a compound containing about 200 compounds and minerals. The most important substances are flavonoids, which are natural functional substances contained in various parts of the stems and flowers of plants and phenolic compounds which are pale yellow. It is reported to be the most important component of propolis that enhances immunity in vivo and shows physiologically functions such as antioxidant, antibacterial, anti-inflammatory, antiviral and anticancer. Propolis has a problem in commercialization due to its characteristic strong smell. The propolis without odor did not show cytotoxicity compared with the conventional propolis. The conventional was found to have a total phenol content of about 14%, the propolis without odor was about 10%, it was confirmed that there is no significant difference in the antioxidant effect. Tyrosinase inhibitory activity was insignificant in the existing propolis, at a concentration of 10 mg/ml of propolis that had been deodorized, tyrosinase inhibitory activity of about 7% was confirmed. Based on the above research results, the propolis material which has effectively removed the strong odor, is expected to be applied to the development of health functional food technology and functional cosmetics, and to be used for the development of various types of functional drinks.

© 2020 KKITS All rights reserved

KEYWORDS : Odorless, Cosmetics, Propolis, Antioxidants, Antimicrobials

ARTICLE INFO: Received 26 November 2019, Revised 6 January 2020, Accepted 7 February 2020.

*Corresponding author is with the Department of Biomedical Science & Biotechnology, Paichai

University, Daejeon, Korea, 302-735, KOREA
E-mail address: junwon@pcu.ac.kr

1. 서론

프로폴리스(봉고, Propolis)는 꿀벌들이 침샘 분비물과 다양한 식물들이 분비하는 수지 성분과 혼합하여 벌집을 보호하기 위해 만든 점착성을 가지는 수지성 물질이며, 벌집에 생긴 틈에 발라 박테리아 또는 바이러스 감염으로부터 집을 보호하는 용도로 사용한다. 고대 이집트의 승려들은 미이라를 제작하기 위해 방부제로 프로폴리스를 사용하였으며, 남미 잉카제국에서는 염증제거와 해열제로 사용되었다. 1888년에 발생한 남아프리카 보아전쟁에서는 프로폴리스를 바셀린과 섞어 부상당한 병사의 상처를 치료하기 위해 사용하였다[1]. 1980년 “제5회 프로폴리스 심포지움”에서는 독일 길 대학의 B. 허브스테인 박사가 프로폴리스의 약리작용이 플라보노이드에 의한 것임을 발표하였으며, 1985년 나고야에서 개최된 “제30회 세계양봉대회”에서는 프로폴리스에 대한 세계 각국의 과학적 연구 성과가 발표되면서 일본의 양봉 시장이 확대되는 계기가 되었다[2].

프로폴리스는 중국에서 생산량이 가장 많으며 대부분의 아시아 지역에서 생산되고 있으며, 브라질과 같은 아열대 기후의 남미지역에서 생산량이 특히 많다. 15일 주기정도로 채취가 가능하며, 우리나라의 경우, 겨울을 제외한 기후에 프로폴리스를 채취한다[3,4].

프로폴리스는 약 200가지 화합물과 미네랄 등으로 구성된 복합물질로 가장 중요한 물질은 플라보노이드(flavonoid)들이며, 식물의 줄기 및 꽃의 여러 부분에 함유되어 있는 천연의 기능성 물질로 탄소를 기본 골격으로 구성하고 있는 담황색과 노란색을 띠고 있는 페놀계 화합물이다[5,6]. 플라보노이드는 생체내의 면역력을 증강시키며 항산화, 항균·항염, 항바이러스, 항암 등의 생리활성 기능을 나타내는 프로폴리스의 가장 중요한 성분으로 보

고되고 있다[7-11].

생산되는 프로폴리스의 구성성분은 벌의 종류와 벌집 주변의 수지성분을 분비하는 수목 종류와 계절 및 기온에 따라 달라질 수 있다. 수지와 같은 물질이 약 50%, 밀납이 약 30%, 휘발유 또는 정유 등의 오일 성분이 약 10%, 화분이 5%, 기타 유기물 및 미네랄 등으로 이루어져 있다고 보고되고 있으며, 근래에 와서는 benzoic acid, gallic acid 같은 유기산류, 카페인산(caffeic acid), 계피산(cinnamic acid), 페루라산(ferulic acid), 이소페루라산(isoferulic acid), 파라-쿠마르산(p-coumaric acid)와 같은 페놀산류와 방향족 알코올, 쿠마린류, flavone 및 flavonol, flavonone, 비타민류 등 미량의 물질들이 많이 밝혀지고 있다[4,7].

일반적으로 미백작용이 있는 화장품의 소재를 개발하기 위해서 피부 세포에서 생산되는 멜라닌 색소 생성을 저해하는 타이로시나아제 저해제(tyrosinase inhibitor)에 대한 연구가 가장 활발히 진행되고 있다[12]. 인체에 대한 독성이 없는 미백 소재로 알려진 아젤라산(azelaic acid)과 코직산(kojic acid)은 심각한 피부에 생긴 과색소침착에 효과가 있으며 타이로시나아제 저해제로 잘 알려져 있다[13,14].

프로폴리스 추출물은 건강기능식품 고시형 원료로 등록되어 있으며, 프로폴리스 추출물로 사용할 수 있는 기능은 항산화와 구강내에서 항균효과이다[15]. 이러한 고시된 기능성을 이용하여 피부에 유용한 소재를 개발할 필요가 있으나, 프로폴리스는 특유의 강한 냄새와 색깔로 인해 소비자들은 거부감을 느낀다. 이 연구에서는 프로폴리스의 기능을 그대로 보전하며 냄새를 효과적으로 제거한 프로폴리스의 활성을 연구하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험재료 및 사용균주

MTT(3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) 염색시약, DPPH(2,2-diphenyl-picrylhydrazyl) 소거 활성, tyrosinase 저해 활성에 사용된 기질 및 효소 등은 Sigma제품을 사용하였다. 한국산 프로폴리스는 (주)서울프로폴리스로부터 구입 하였다.

2.2 세포 생존율 측정

냄새를 제거한 프로폴리스와 기존의 프로폴리스의 독성 효과를 측정하기 위해 Raw 264.7 cell을 각 실험군과 대조군으로 20시간 배양 후 1 mg/ml 농도의 MTT 염색 시약을 넣고 37°C에서 1시간동안 배양했다. DMSO를 첨가하여 세포를 용해시킨 후 생성된 formazan을 ELISA microplate reader를 이용하여 570nm에서 흡광도를 측정하였다.

2.3 총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 화합물 함량은 10 g/mL의 농도로 에탄올에 용해시킨 시료액 0.2 mL과 Folin-Ciocalteu's phenol reagent 0.2 ml를 첨가하여 혼합시키고, 3분간 실온에서 반응시킨 후에, 10% sodium carbonate(Na₂CO₃)용액 3 mL를 가하여 상등액을 765nm에서 흡광도를 측정하였다. Gallic acid를 이용하여 표준곡선을 작성한 후, 시료중의 총 폴리페놀 함량을 구하였다.

2.4 DPPH radical 소거활성 측정

건조된 추출물을 10 mg/mL이 되도록 에탄올에 녹여 항산화 활성 실험에 사용하였다. 96 well

microplate에 시료 10 μL를 넣고 DPPH 용액 (2.0×10⁻⁴ M, ethanol)을 190 μL를 가한 후 실온에서 30분간 반응시켜 각 반응색의 흡광도를 517nm에서 측정하였다. 대조군으로는 에탄올을 사용하였으며, 다음 식에 의해 소거활성을 계산하였다.

$$\text{DPPH radical 소거활성(\%)} = \frac{(\text{Acontrol} - \text{Asample})}{\text{Acontrol}} \times 100$$

Acontrol : 시료를 첨가하지 않은 대조군의 흡광도
Asample : 시료를 첨가한 반응군의 흡광도

2.5 Tyrosinase 저해활성 측정

96 well plate에 0.1 M phosphate buffer (pH 6.5) 150 μL, 1.5 mM L-tyrosine solution 25 μL와 2,100 unit/μL tyrosinase 7 μL을 넣은 후, 시료를 처리하여 25°C에서 1시간 반응시켜 490nm에서 흡광도를 측정하였다. Tyrosinase에 대한 저해율(%)은 다음 식에 의하여 계산하였으며, 대조군으로 알부틴(arbutin)을 사용하였다.

$$\text{저해율 (\%)} = \frac{(\text{D} - \text{C}) - (\text{B} - \text{A})}{\text{D} - \text{C}} \times 100$$

- A : 저해제를 넣은 샘플의 반응 전 흡광도
- B : 저해제를 넣은 샘플의 반응 후 흡광도
- C : 저해제를 넣지 않은 샘플의 반응 전 흡광도
- D : 저해제를 넣지 않은 샘플의 반응 후 흡광도

3. 실험결과

3.1 냄새 제거와 총 폴리페놀 함량 측정

에탄올로 추출한 프로폴리스는 Agilent사의 HP-5 컬럼을 사용하여 1차적으로 냄새를 제거하였고 2차로 흡착 컬럼과 필터를 사용하여 냄새를 제

거하였다. 냄새를 제거한 프로폴리스는 거의 냄새가 나지 않는 것을 확인하였으나, 색깔은 별다른 차이를 보이지 않는 것을 확인 할 수 있었다.

냄새를 제거하지 않은 한국산 프로폴리스와 냄새를 제거한 한국산 프로폴리스의 총 폴리페놀 함량의 변화를 확인하였다. <그림 1>에서 보는 바와 같이 냄새를 제거한 프로폴리스가 대체적으로 총 폴리페놀 함량이 감소한 경향을 보임을 확인하였으며, 현저한 함량 변화는 보이지 않는 것으로 확인 되었다. 이러한 결과를 토대로 냄새의 원인 물질이 휘발성을 나타내는 폴리페놀성 화합물임을 확인 할 수 있었다.

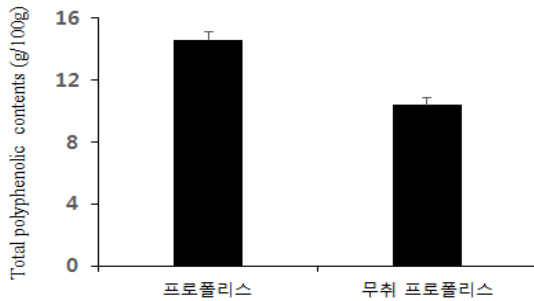


그림 1. 무취 한국산 프로폴리스의 총 폴리페놀 함량
Figure 1. Total polyphenolic Contents of Odorless Korean Propolis

3.2 세포 생존율 측정

기존 프로폴리스와 무취 프로폴리스의 Raw 264.7 세포에서의 독성을 측정한 결과 모두 1 µg/ml의 농도와 10 µg/ml의 농도에서 80% 이상의 세포생존율을 나타냈으며, 10 µg/ml의 농도의 기존 프로폴리스는 약 87%의 세포생존율을 나타냈고, 무취 프로폴리스 10 µg/ml 농도에서는 약 95%의 세포 생존율을 확인하였다<그림. 2>.

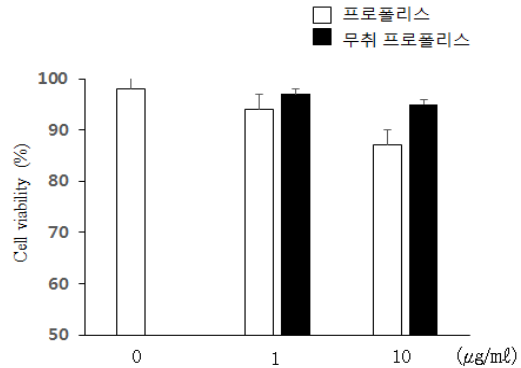


그림 2. 무취 한국산 프로폴리스의 세포독성 효과
Figure 2. Cytotoxic effect of Odorless Korean Propolis

3.3 항산화 효과

폴리페놀 함량의 차이로 인한 항산화 효과의 차이를 알아보기 위해 DPPH radical 소거활성을 측정하였다. <그림 3>에서 보는 바와 같이 DPPH radical에서는 큰 차이를 보이지 않는 범위에서 좋은 항산화 활성을 보였으며, 전반적으로 냄새를 제거한 프로폴리스와 기존의 프로폴리스와의 항산화 효과에서는 큰 차이가 없는 것으로 확인이 되었다.

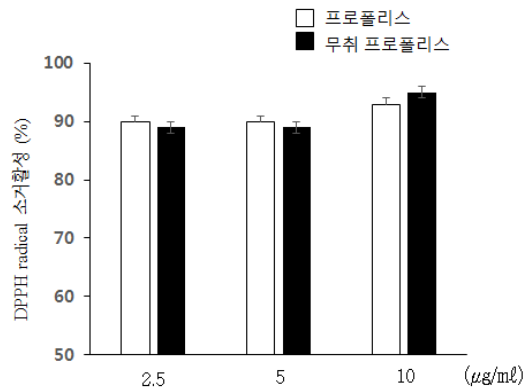


그림 3. 무취 한국산 프로폴리스의 항산화 효과
Figure 3. Antioxidant Effect of Odorless Korean Propolis

3.4 Tyrosinase 저해 활성

프로폴리스는 일반적으로 미백 효과가 있는지 잘 알려져 있지 않기 때문에 냄새를 제거한 프로폴리스와 기존의 프로폴리스를 비교하여 실험하였다. <그림 4>와 같이 기존의 프로폴리스에서는 Tyrosinase 저해 활성이 미비하게 나타났으나, 냄새를 제거한 프로폴리스 10 mg/ml 농도에서는 약 7%의 Tyrosinase 저해 활성을 확인할 수 있었다.

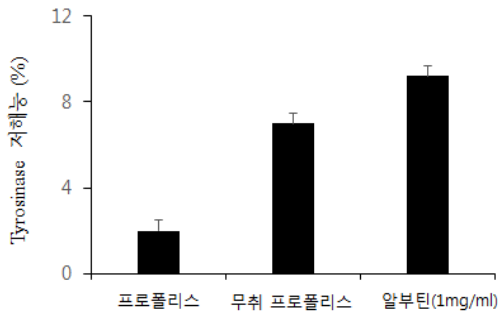


그림 4. 무취 한국산 프로폴리스의 Tyrosinase 저해 활성
Figure 4. Tyrosinase Inhibitory Activity of Odorless Korean Propolis

4. 결론

상업적으로 판매되고 있는 대부분의 프로폴리스 제품들은 유효성분들을 효율적으로 추출하기 위해 알코올을 사용하며, 알코올로 추출한 프로폴리스 용액에 화학유화제 등을 가해 유화상태로 만들고 알코올을 휘발시킨 후 물에 희석하여 추출하여 판매되고 있다. 그러나, 프로폴리스 특유의 강한 냄새 때문에 프로폴리스의 건강 기능성 약효에도 불구하고 제품화에 문제점이 있다. 강한 냄새를 제거하고 세포 독성, 항산화 등 프로폴리스의 기능을 반영한 화장품을 개발하기 위해 본 연구를 수행하

였다.

국내에서 생산된 프로폴리스의 주요성분인 페놀성 화합물들은 항산화, 항균성 등의 다양한 생리활성을 가지고 있다[16]. 세포에 대한 독성 효과를 측정하기 위해 Raw 264.7 cell을 사용하였으며, 기존의 프로폴리스에 비교하여 냄새를 제거한 프로폴리스는 세포 독성이 나타나지 않았다. 프로폴리스 추출물의 대표적인 약리 활성인 항암 활성 연구에서 20여종의 암세포의 증식을 억제하는 것으로 나타났다[17]. 난소암 세포주인 A2780를 이용한 Austalian 프로폴리스의 항암효과에서 농도의존적으로 세포주기 억제와 세포사멸 유도 효과가 확인되었다. 프로폴리스 농도 25 µg/ml에서 세포생존율이 약 80%를 나타냈으며, 100 µg/ml에서는 약 50%의 세포생존율을 나타냈다[18]. 본 연구에서 사용된 10 µg/ml의 농도의 기존 프로폴리스는 약 87%의 세포생존율을 나타냈고, 무취 프로폴리스 10 µg/ml 농도에서는 약 95%의 세포 생존율을 확인하였다.

국내 여러 지역에서 수집된 프로폴리스에 대한 항산화 효과 연구에서 대부분의 지역에서 수집된 프로폴리스는 70~90% 수준에서 항산화 효과가 나타났다[19]. 브라질산과 중국산도 국내산과 마찬가지로 일정한 농도 이상에서는 오히려 항산화 효과가 떨어지는 것으로 나타났으며, 농도가 높아지면 세포생존율이 감소하는 결과처럼 인체에 과도한 섭취는 독성이 나타날 수 있다고 예상된다. 본 연구에서는 냄새를 제거한 프로폴리스와 기존의 프로폴리스와의 항산화 효과에서는 큰 차이가 없는 것으로 확인이 되었다.

국내 여러 지역에서 생산된 프로폴리스 추출물의 총페놀함량 연구에서 중부지역에서 생산된 프로폴리스는 12~31%이며, 평균 22%로 확인되었다[20]. 본 연구에서 기존의 프로폴리스는 총페놀함량이 약 14%로 나타났으며, 냄새를 제거한 프로폴리스는 약 10%로 확인되었다. 냄새의 원인 물질이

휘발성 폴리페놀 화합물임을 확인 할 수 있었다.

알부틴(arbutin)은 월귤나무에서 얻은 히드로퀴논(hydroquinone) 성분을 반응시켜 만든 배당체로 현재 미백 화장품 원료로 가장 각광받고 있으며, 항균, 항산화, 항염증, 항암 활성도 가지고 있는 복합 기능성 소재이다[21]. 프로폴리스는 피부에 생긴 상처나 화상에 의한 상처에 콘드로이틴황산(Chondroitin sulphate)과 히알루론산(hyaluronic acid)을 피부에 축적할 수 있도록 촉진시켜 상처 치료에 도움이 되는 것으로 알려져 있으며[22] 피부에 존재하는 균과 곰팡이를 효과적으로 제거한다고 알려져 있다[23]. 그러나, 미백 효과가 있는지 잘 알려져 있지 않기 때문에 냄새를 제거한 프로폴리스와 기존의 프로폴리스를 비교하여 Tyrosinase 저해 활성을 확인한 결과 기존의 프로폴리스에서는 Tyrosinase 저해 활성이 미비하게 나타났으나, 냄새를 제거한 프로폴리스 10 mg/ml 농도에서는 약 7%의 Tyrosinase 저해 활성을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 프로폴리스의 특유의 강한 냄새를 효과적으로 제거하여 기존 프로폴리스와 냄새를 제거한 프로폴리스의 기능성을 비교 분석하였으며, 다양한 기능성을 나타내는 프로폴리스 소재를 개발하여 건강 기능성 식품 기술과 기능성 화장품 개발에 적용하고 여러 가지 형태의 기능성 음료 개발에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

References

- [1] J. Fearnely, *Bee propolis*, Souvenir Press Ltd. London, 2001.
- [2] <https://en.wikipedia.org/wiki/Propolis>, Jan 5, 2019.
- [3] *Propolis: Medline plus supplements*, U.S. National Library of Medicine, Jan. 19, 2012.
- [4] J. M. Sforcin, and V. Bankova, *Propolis: is there a potential for the development of new drugs?*, J Ethnopharmacol (Review), Vol. 133, pp. 253-260, 2011.
- [5] K. E. Heim, A. R. Tagliaferro, and D. J. Bobilya, *Flavonoids antioxidants: chemistry, metabolism and structure activity relationship*. J. Nutr. Biochem, Vol. 13, pp. 572-584, 2002.
- [6] S. Kumazawa, T. Hamasaka, and T. Nakayama, *Antioxidant activity of propolis of various geographic origins*, Food Chemistry, Vol. 84, pp. 329-339. 2004.
- [7] B. B. Silva, P. L. Rosalen, J. A. Cury, M. Ikegaki, V. C. Souza, A. Esteves, and S. M. Alencar, *Chemical composition and botanical origin of red propolis, a new type of brazilian propolis*, Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, Vol. 5, pp. 313-316, 2008.
- [8] V. S. Bankova, S. L. De Castro, and M. C. Marcucci, *Propolis: recent advances in chemistry and plant origin*, Apidologie, Vol. 31, No. 3, p. 15, 2000.
- [9] C. M. Gomez, M. G. Romero, D. A. Roman, A. S. Carretero, and A. F. Gutierrez, *Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees*, J. Pharm. Bio. Anal, Vol. 41, pp. 1220-1234, 2006.
- [10] I. Jasprica, M. Bojic, A. Mornar, E. Besic, K. Bucan, and M. M. Saric, *Evaluation of antioxidative activity of croatian propolis samples using DPPH and ABTS stable free radical assays*, Molecules, Vol. 12, pp. 1006-1021, 2007.
- [11] S. M. Alencar, T. L. C. Oldoni, M. L. Castro, I. S. R. Cabral, C. M. Costa Nieto,

- J. A. Cury, P. L. Rosalen, and M. Ikegaki, *Chemical composition and biological activity of a new type of Brazilian propolis: red propolis*, J. Ethnoph, Vol. 113, pp. 278-283, 2007.
- [12] Korea health industry development institute, *Cosmetics Industry Analysis Report, 2015*.
- [13] N. J. Lowe, D. Rizk, P. Grimes, M. Billips, and S. Pincus, *Azelaic acid 20% cream in the treatment of facial hyperpigmentation in darker-skinned patients*, Clinical Therapeutics, Vol. 20, No. 5, pp. 945-959, 1998.
- [14] J. Cabanes, S. Chazarra, and G. Francisco, *Kojic acid, a cosmetic skin whitening agent, is a slow-binding inhibitor of catecholase activity of tyrosinase*, Journal of Pharmacy and Pharmacology, Vol. 46, No. 12, pp. 982-985, 1994.
- [15] Bulletin type health functional food, https://www.kati.net/board/publshedMaterialsView.do?board_seq=55205, 2006.
- [16] Y. M. Choi, D. O. Noh, S. Y. Cho, H. J. Suh, K. M. Kim, and J. M. Kim, *Antioxidant and antimicrobial activities of propolis from several regions of Korea*. LWT-Food Sci. Technol, Vol. 39, pp. 756-761, 2006.
- [17] A. H. Banskota, Y. Tezuka, and S. Kadota, *Recent progress in pharmacological research of propolis*. Phytother. Res, Vol. 15, pp. 561-571, 2001.
- [18] G. R. Yang, K. M. Yoon, H. H. Oh, M. S. Kim, T. H. Hwang, and W. G. An, *Growth inhibitory effect of extracts of propolis on epithelial ovarian cancer cells*, Journal of Life Science, Vol. 27, No. 7, pp. 834-839, 2017.
- [19] S-O. Woo, I-P. Hong, S-M. Han, Y-S. Choi, H-S. Sim, H-G. Kim, M-Y. Lee, and M-L. Lee, *DPPH free radical scavenging effects of propolis collected in korea*, Korean J. Apiculture, Vol. 28, No. 5, pp. 355-359, 2013.
- [20] S-O. Woo, I-P. Hong, and S-M. Han, *Comparison of total flavonoids and phenolic contents of propolis collected in korea*, Journal of Apiculture, Vol. 30, No. 4, pp. 293-298, 2015.
- [21] P. Migas, and M. Krauze-Baranowska, *The significance of arbutin and its derivatives in therapy and cosmetics*, Phytochemistry Letters, Vol. 13, pp. 35-40, 2015.
- [22] O. Pawel, K-V. Katarzyna, W-S. Katarzyna, S. Jerzy, K. Katarzyna, and E. M. Kozma, *Propolis induces chondroitin/dermatan sulphate and hyaluronic acid accumulation in the skin of burned wound*, Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2013.
- [23] H. R. Jang, S. G. Kim, I. P. Hong, S. O. Woo, and S. M. Han, *Antimicrobial activity of propolis extracts against skin pathogen*, Journal of Apiculture, Vol. 30, No. 1, pp. 61-66, 2015.

한국산 무취 프로폴리스의 항산화 효과 분석

안영직¹, 박미경², 이정희², 이준원³

¹베재대학교 원예산림학과 교수

²광주여자대학교 미용과학과 교수

³베재대학교 바이오·의생명공학과 교수

요 약

프로폴리스는 약 200가지 화합물과 미네랄 등이 함유되어 있는 복합물질로 알려져 있다. 가장 중요한 물질은 플라보노이드들이며, 식물의 줄기 및 꽃의 여러 부분에 함유되어 있는 천연의 기능성 물질로 담황색과 노란색을 띠고 있는 페놀계 화합물이다. 생체내 면역력을 증강시키며 항산화, 항균, 항염, 항바이러스, 항암 등의 생리활성 기능을 나타내는 프로폴리스의 가장 중요한 성분으로 보고되고 있다. 프로폴리스는 특유의 강한 냄새 때문에 제품화에 문제점이 있다. 기존의 프로폴리스에 비교하여 강한 냄새를 제거한 프로폴리스는 세포 독성이 나타나지 않았다. 기존의 프로폴리스는 총페놀함량이 약 14%로 나타났으며, 냄새를 제거한 프로폴리스는 약 10%로 나타났으며, 항산화 효과에서는 큰 차이가 없는 것으로 확인이 되었다. 기존의 프로폴리스에서는 Tyrosinase 저해 활성이 미비하게 나타났으나, 냄새를 제거한 프로폴리스 10 mg/ml 농도에서는 약 7%의 Tyrosinase 저해 활성을 확인할 수 있었다. 위와 같은 연구결과를 바탕으로 특유의 강한 냄새를 효과적으로 제거한 프로폴리스 소재는 건강 기능성 식품 기술과 기능성 화장품 개발에 적용하고 여러 가지 형태의 기능성 음료 개발에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.



Young Jik Ahn received the bachelor's degree in the Department of Horticulture & Forestry from the PaiChai University in 1992. He received the M.S. degree and the Ph.D. degree in the

Department of Horticulture & Forestry from PaiChai University in 1994 and 2006, respectively. He has been a professor in the Department of Horticulture & Forestry at PaiChai University since 2013. His current research interests include plant physiology, biochemistry of fruits, ICT of horticultural industry. He is a life member of the KSHS.

E-mail address: yahn@paichai.ac.kr



Mi-kyung Park received a master's degree in beauty studies from Gwangju Women's University's Graduate School of General Education in 2017.

From 2005 to 2015, she served as the head of Cheongju Beautiful People Beauty School, has been lecturing on makeup at Mipyong Women's School since 2009, taught nail art in the Beauty Pivumi Yong Department at Gongju University in the second semester of 2010 and taught nail art at Yeonam College of Medicine from 2014 to now. She has been a judge of the National Technology hairdresser's practical skills since 2015, and a judge of the National Technology hairdresser's practical skills since 2016, and served as a director of the Nail Beauty Business Center in Korea from 2016 to 2018.

E-mail address: mknail@naver.com



Jung-hee Lee received her master's degree in cosmetology from Konkuk University's Graduate School of engineering Konkuk University in 2007, and a

doctorate from Konkuk University in 2013 as a major in cosmetic biology. She has been working at Gwangju Women's University since 2014 and has been lecturing on skin care in the field of beauty

E-mail address: jh4471@nate.com



Junwon Lee received the bachelor and master's degrees in Genetic Engineering from the PaiChai University in 1993 and 1996, respectively. He received the Ph.D. degree in the Department of Biotechnology from Yonsei University in 2001. From 2002 to 2008, he was a researcher at University of Pennsylvania School of Medicine, University of Pittsburgh and Chonnam National University Medical School. He has been a professor in the Department of Biomedical Science & Biotechnology at PaiChai University since 2008. His current research interests include functional materials for disease and biological convergence systems.

E-mail address: junwon@pcu.ac.kr