

천연계면활성제 원료로 사용되는 무환자나무와 비누풀 추출물 시료의 사포닌 성분 분석

김수홍 · 강민식 · 김재협 · 이향열*

충청북도 증평군 대학로 61 한국교통대학교 보건생명대학 식품생명학부 생명공학전공 27909

Analysis of Saponin Components in Soapberry and Soapwort Extract Sample used as Natural Surfactant Raw Materials

Su Hong Kim, Min Sik Kang, Jae Hyeob Kim and Hyang-Yeol Lee*

Department of Biotechnology, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea

ABSTRACT

The extract sample containing soapberry (*Sapindus mukorossi*) and soapwort (*Saponaria officinalis*) was analyzed using High-Performance Liquid Chromatography (HPLC). The chromatograms of the sample revealed peaks commonly observed in the saponin standard substances. Peaks corresponding to retention times of 34, 35 and 36 minutes in the saponin standard were also identified in the sample, confirming the presence of similar saponin components in the analyzed extracts. Furthermore, a comparative analysis with ginseng saponin components suggested the potential inclusion of saponins resembling Rc and Rb₂. These results indicate that the analyzed samples, containing saponins derived from soapberry and soapwort, may possess unique bioactive compounds and functionalities. This highlights their potential as versatile resources for applications in pharmaceuticals, cosmetics, and environmentally friendly industries.

Key words : *Sapindus mukorossi*, *Saponaria officinalis*, saponin, HPLC, natural surfactant

1. 서 론

분석시료에 함유된 *Sapindus mukorossi*(무환자나무)와 *Saponaria officinalis* L.(비누풀)의 추출물은 천연 계면활성제 및 전통 약용 식물로서 다양한 활용 가능성을 가진 식물로 잘 알려져 있다. 특히 아시아의 열대 및 아열대 지역에 자생하는 무환자나무는 과피에서 얻을 수 있는 트리테르페노이드 사포닌(triterpenoid saponin) 함량이 높아 천연 비이온성 계면활성제로 기능하며, 세제, 샴푸, 화장품 등 친환경적인 대안으로 주목받고 있다. 또한, 무환자나무는 항염증, 항산화, 항균과 같은 약리학적 특성을 보유하고 있다. 과피, 줄기, 열매의 추출물에는 트리테르페노이드 사포닌, 플라보노이드, 지방산이 포함되어 있으며, 항산화 및 항염증 효과를 발휘한다. 예를 들어, CCl₄로 유도된 간 손상 모델에서는 항산화 활성을, 마우스 부종 모델에서는 항염증 활성을 나

타내었다. 특히, 무환자나무 사포닌은 주요 기회성 병원균에 대한 강력한 항진균 활성을 보이는 것으로 보고되었다. 무환자나무의 주요 활성 사포닌으로는 헤테라사포닌과 사포닌 B 등이 있으며, 항염증, 항산화, 항균 및 항진균 효과를 포함한 약리적인 특성을 나타낸다. 사포닌 B는 세정력 및 항균 효과를 발휘하며 천연 계면활성제로 활용되고, 세포막과의 상호작용을 통해 용혈 효과를 나타내기도 한다.

이와 유사하게, 석죽과에 속하는 다년생 초본식물인 비누풀(*Saponaria officinalis* L.)은 비누처럼 사용할 수 있는 성질로 인해 오랜 기간 실용적으로 사용되어 왔다. 비누풀은 사포닌 외에도 트리테르펜, 수지, 점액, 식물성 스테롤, 비타민 C, 소량의 휘발성 오일 등을 함유하고 있다. 특히 리보솜 불활성화 단백질(RIP) 계열의 효소인 사포린(saporin)은 항암 치료제로서의 가능성을 지니고 있는 것으로 알려져 있다. 비누풀에서 추출한 사포닌은 천연 세제로 사용될 뿐만 아니라, 유화제 및 기관지염, 피부 질환, 류마티스 질환과 같은 치료 목적으로도 활용되었다. 또한, 살진드기 퇴치 효과와

* hyl@ut.ac.kr

항암 활성을 가지고 있으며, 일부 사포닌은 콜레스테롤과 같은 막 지질에 대한 높은 친화성으로 인해 용혈 활성을 나타낸다. 비누풀의 대표적 triterpenoid 사포닌에는 천연 계면활성제 역할을 하는 사포나린(saponarin)이 있으며, 또한 사포닌 D는 생리활성과 세정력을 가진 성분으로 알려져 있다.

이처럼 무환자나무와 비누풀은 각기 독특한 생물학적 활성 성분과 기능을 보유하고 있으며, 이를 통해 제약, 화장품, 환경 친화적 응용 분야에서 다목적 자원으로서의 가능성을 보여준다. 본 연구에서는 주식회사 TNC에서 제공받은 무환자나무와 비누풀의 추출물을 함유한 샘플의 사포닌 성분 분석을 의뢰받아 실시한 결과를 정리하였다. 성분 비교를 위해 표준물질인 Junsei사의 saponin(CAS 번호: 8047-15-2)와 실험실에서 보유하고 있는 인삼사포닌 표준시약을 사용하여 조사하였다.

II. 본 론

1. 실험재료 및 기기

실험에 사용된 사포닌 표준물질은 Junsei사의 사포닌(Cat. No. 8047-15-2)을 사용하였다. 표준용액은 사포닌을 증류수에탄올=1:1(v/v)에 녹여 50 mg/mL의 농도로 2 mL 제조하여 사용하였다. 시료 분석을 위해 사용된 HPLC는 Waters사의 e2695 모델을 사용하였다.

2. HPLC를 이용한 saponin 표준시료 분석

제조된 사포닌 표준 용액은 Table 1과 같은 기울기 용리 조건을 사용하여 HPLC로 분석하였다(Figure 1).

Table 1. Gradient condition for the HPLC analysis

TIME	H ₂ O	ACN
0	80	20
10	80	20
25	76	24
30	67	33
42	63	37
87	20	80
88	0	100
98	40	60
100	80	20
105	80	20

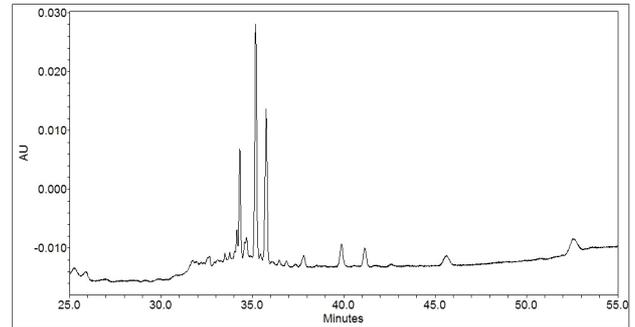


Figure 1. HPLC chromatogram of saponin standard.

III. 결 론

1. HPLC를 이용한 시료의 비교 분석

HPLC를 이용하여 표준 사포닌(Junsei사 제품)과 TNC사에서 분석의뢰한 시료를 비교하여 보았다.

Figure 2에서 보이는 바와 같이 분석시료와 saponin 표준물질의 크로마토그램에서 공통적으로 보이는 피크들이 나타났다. 용리시간(retention time) 34분, 35분 및 36분에서 나타나는 사포닌 표준물질의 피크들이 분석시료에서도 동일하게 나타났다. 따라서 HPLC를 이용한 비교 결과, 표준물질의 사포닌(Junsei사 제품) 성분들이 분석시료에도 함유되어 있는 것으로 판단된다. 표준물질로 사용된 Junsei사의 Saponin 시약은 사포닌(CAS 번호: 8047-15-2) 성분을 포함하고 있으며, 일반적으로 표면활성제나 생화학적 연구에 사용된다. 해당 제품은 특정 천연 사포닌 혼합물을 기반으로 하지만, 정확한 세부 구성 성분은 명시되지 않았다. 표준물질은 물에 잘 용해되는 특징을 가지며, 일반적인 용도로는 실험실 및 연구 목적으로 사용된다고 알려져 있다. 표준물질의 성분과 분석시료 속 성분들의 용리시간이 거의 일치함에 따라 분석시료에는 표준물질의 사포닌이 포함되어 있는 것으로 나타났다.

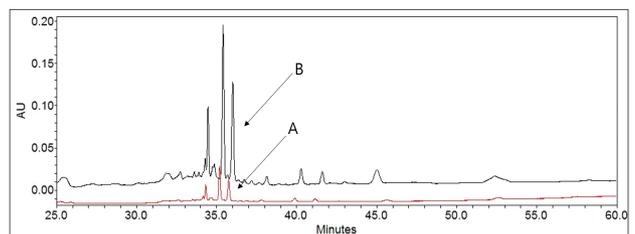


Figure 2. A: HPLC chromatogram of saponin standard, B: HPLC chromatogram of sample.

2. 인삼 사포닌 표준시료를 이용한 사포닌 성분 확인

분석의뢰된 시료의 추출물 속에 함유된 사포닌 성분을 확인하기 위해 연구실에서 보유하고 있는 인삼 사포닌 Rf, RC, Rg₃, Rb₂, RE, Rd, Rb₃, Rg₂, Rb₁을 이용하여 비교 분석을 해 보았다(Figure 3, 4).

의뢰된 분석시료에 존재하는 기타 사포닌 성분을 확인하는 분석실험을 추가적으로 진행하였다. 보유한 인삼 사포닌 표준시료들과의 비교실험에서 분석시료에 존재하는 성분들 중 Rc와 Rb₂의 용리시간과 겹치는 피크들이 있는 것으로 나타나 해당 성분은 Rc와 Rb₂ 유사성분일 것으로 추정된다. 그러나 정확한 구조의 확인은 추가 실험이 필요한 것으로 보인다.

의뢰된 분석시료와 사포닌 표준시료를 HPLC를 이용하여 비교분석한 결과, 분석시료에는 표준물질인 사포닌 성분이 주성분으로써 함유된 것으로 나타났다. 따라서 분석시료에 표준물질의 사포닌 성분들이 함유된 것으로 확인되었다. 그러나 해당 사포닌 성분들의 정확한 화학적 구조확인에는 추가 연구를 통해 밝힐 예정이다.

사 사

이 논문은 2023년도 국립한국교통대학교 산학협력단의

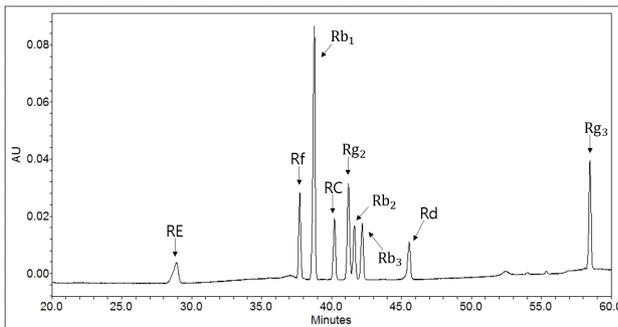


Figure 3. 인삼사포닌 표준시료 9종류의 HPLC 크로마토그램

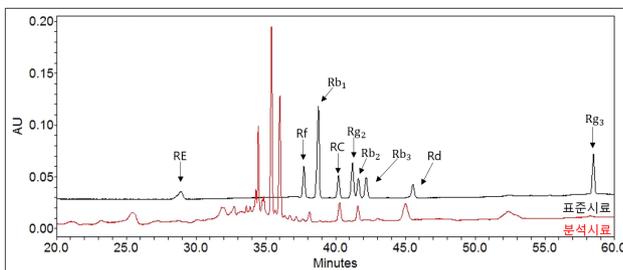


Figure 4. 표준 사포닌 시료 9종류와 분석시료 HPLC 크로마토그램 비교

지원을 받아 수행한 연구임.

참고문헌

- Kim DY. (2019) Anti-allergic effect of *Sapindus mukorossi* fruits extract in human mast cells. *J Invest Cosmetol.* 15, 389~95.
- Jang AR, Kim HJ, Kim KS, Park EK. (2013) Development of a natural surfactant from extracts of *Saponaria officinalis* L. *KSBB J.* 28, 202~7.
- Kim DY. (2018) Effects of *Sapindus mukorossi* fruit extracts on antioxidation and melanin synthesis. *J Invest Cosmetol.* 14, 277~86.
- Lu Y, Van D, Deibert L, Bishop G, Balsevich J. (2015) Antiproliferative quillaic acid and gypsogenin saponins from *Saponaria officinalis* L. roots. *Phytochemistry.* 113, 108~20.
- Moniuszko-Szajwaj B, Masullo M, Kowalczyk M, et al. (2016) Highly polar triterpenoid saponins from the roots of *Saponaria officinalis* L. *Helv Chim Acta.* 99, 347~54.
- Pavela R. (2016) Acaricidal properties of extracts of some medicinal and culinary plants against *Tetranychus urticae* Koch. *Plant Prot Sci.* 52, 54~63.
- Francis G, Kerem Z, Makkar HPS, Becker K. (2002) The biological action of saponins in animal systems: A review. *Br J Nutr.* 88, 587.
- Jurek I, Góral I, Gęsiński K, Wojciechowski K. (2019) Effect of saponins from quinoa on a skin-mimetic lipid monolayer containing cholesterol. *Steroids.* 147, 52~7.
- Osborn A, Goss RJM, Field RA. (2011) The saponin-polar isoprenoids with important and diverse biological activities. *Nat Prod Rep.* 28, 1261~8.
- Smulek W, Zdzarta A, Pacholak A, et al. (2017) *Saponaria officinalis* L. extract: Surface active properties and impact on environmental bacterial strains. *Colloids Surf B Biointerfaces.* 150, 209~15.

Received Nov. 25, 2024, Revised Dec. 23, 2024, Accepted Dec. 29, 2024