

# HPLC를 이용한 포도, 단감 및 모과 껍질의 중합탄닌 조성 비교

윤병현, 임동준, 모수인, 허윤영, 류수현, 백인걸\*  
국립원예특작과학원 과수기초기반과  
e-mail:ybh92@korea.kr

## Comparative Analysis of Condensed Tannin Composition in Fruit Peels of Grape, Persimmon, and Quince Using HPLC

Byeonghyeon Yun, Dongjun Im, Suin Mo, Younyoung Hur, Suhyun Ryu,  
Ingirl Baek\*  
Fruit Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science,  
Wanju 55365, Korea

### 요약

본 연구는 포도, 단감, 모과 껍질에 존재하는 중합탄닌(condensed tannin)의 조성과 구조적 특성을 비교하여 과종 간 떫은맛 형성 기작의 차이를 규명하고자 하였다. HPLC 분석을 통해 flavan-3-ol 단량체 및 이량체 조성을 비교한 결과, 과종별로 상이한 탄닌 구성 특성이 확인되었다. 모과는 epicatechin(EC)과 procyanidin B<sub>2</sub> 중심의 제한된 조성을 나타내어 EC 기반 탄닌 구조가 우세한 것으로 나타났으며, 단감은 gallo catechin(GC)이 특징적으로 검출되어 prodelphinidin 계열 중심의 생합성 경로가 시사되었다. 반면, 포도는 catechin, epicatechin 및 procyanidin B<sub>1</sub>이 검출되어 procyanidin 계열 탄닌 구조가 주를 이루는 것으로 확인되었다. 이러한 차이는 각 과종의 탄닌 생합성 경로 및 구조적 특성의 차이를 반영하며, 떫은맛의 강도와 질감 등 관능적 특성 형성에 중요한 영향을 미치는 것으로 판단된다. 따라서 본 연구는 과종별 탄닌 대사 특성의 차이를 이해하고, 과실 품질 및 기호성 개선을 위한 기초 자료를 제공한다.

## 1. 서론

중합탄닌(condensed tannin)은 포도의 껍질과 종자에 주로 존재하는 대표적인 페놀성 화합물로, 항산화 및 항염증 등 다양한 생리활성을 지니는 것으로 알려져 있다[1,2]. 그러나 이러한 화합물은 섭취 시 구강 내 단백질과 결합하여 침전을 형성함으로써 떫은맛과 쓴맛을 유발하며, 기호도를 제한하는 요인으로 작용한다. 또한 condensed tannin은 감각적 특성에 영향을 미칠 뿐 아니라 식물의 방어와 적응에 관여하는 중요한 2차 대사산물로서, 외부 스트레스에 대한 보호 기능과 과실의 구조적 안정성 유지에도 기여하는 것으로 보고되어 있다[3]. 이처럼 condensed tannin은 포도의 품질 특성과 생리적 기능을 동시에 반영하는 핵심 성분이다. 한편, 탄닌에 기인한 강한 떫은맛은 포도뿐 아니라 단감과 모과에서도 공통적으로 나타난다[4]. 특히 이들 과실의 껍질은 높은 탄닌 함량으로 인해 강한 수렴성(astringency)을 나타내며, 이러한 특성은 탄닌의 함량 및 구조적 특성과 밀접하게 연관된다. 그러나 기존 연구는 개별 과종에 국한된 경우가 많아, 과종 간 탄닌의 축적 패턴과 구조적 특성을 비교한 연구는 제한적

인 실정이다. 따라서 본 연구는 포도를 중심으로 확립된 중합탄닌의 축적 및 구조적 특성을 단감과 모과 껍질과 비교 분석함으로써, 과종 간 탄닌 대사 특성의 공통점과 차이를 규명하고 떫은맛 형성 기작을 보다 폭넓게 해석하고자 하였다. 이를 위해 HPLC를 이용하여 세 가지 과실 껍질 내 중합탄닌을 구성하는 단량체와 이량체를 비교·분석하였으며, 이를 통해 과실의 특성과 기능성에 대한 통합적 이해를 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1 재료 및 시약

본 연구에 사용된 포도 시료는 2025년 대한민국 상주 지역의 상업 재배 포도원(37°41' N, 127°39' E, 해발 87 m)에서 수확한 'Shooting Star' 품종을 사용하였으며, 단감 3종과 모과는 논산 지역에서 재배된 시료를 구입하여 사용하였다. 탄닌 단량체 표준 물질 7종과 이량체인 proanthocyanidin B<sub>1</sub> 및 B<sub>2</sub>를 분석에 사용하였다.

### 2.2 HPLC 분석

탄닌 표준물질의 제조, 시료 전처리, 추출 및 정제, 그리고 HPLC 분석 조건은 윤[4]의 방법을 일부 수정하여 수행하였다

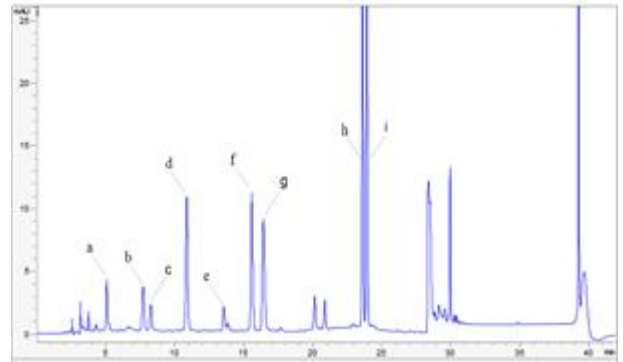
## 2. 결론

세 과실 껍질의 중합탄닌 구성 단위체를 비교한 결과, 과종별로 뚜렷한 조성 차이가 확인되었다. 특히 모과(Quince)에서는 다른 과종에서 검출되지 않은 procyanidin B<sub>2</sub>(2.33 µg/g)와 epicatechin (EC, 4.25 µg/g)이 유일하게 검출되어, 탄닌 구성에 있어 차별적인 특성을 나타냈다. Kennedy 등의 보고(2001)에 의하면, Procyanidin B<sub>2</sub>는 두 분자의 EC로 구성된 이량체로 알려져 있으며, 본 시료에서 검출된 flavan-3-ol 단위체가 EC에 한정된다는 점을 고려할 때, 모과 껍질의 중합탄닌은 EC 중심의 조성을 갖는 것으로 해석된다. 이러한 EC 기반 조성은 특정 단위체에 편중된 탄닌 구조가 형성될 가능성을 시사하며, 이는 탄닌의 감각적 특성에도 영향을 미칠 수 있다[7].

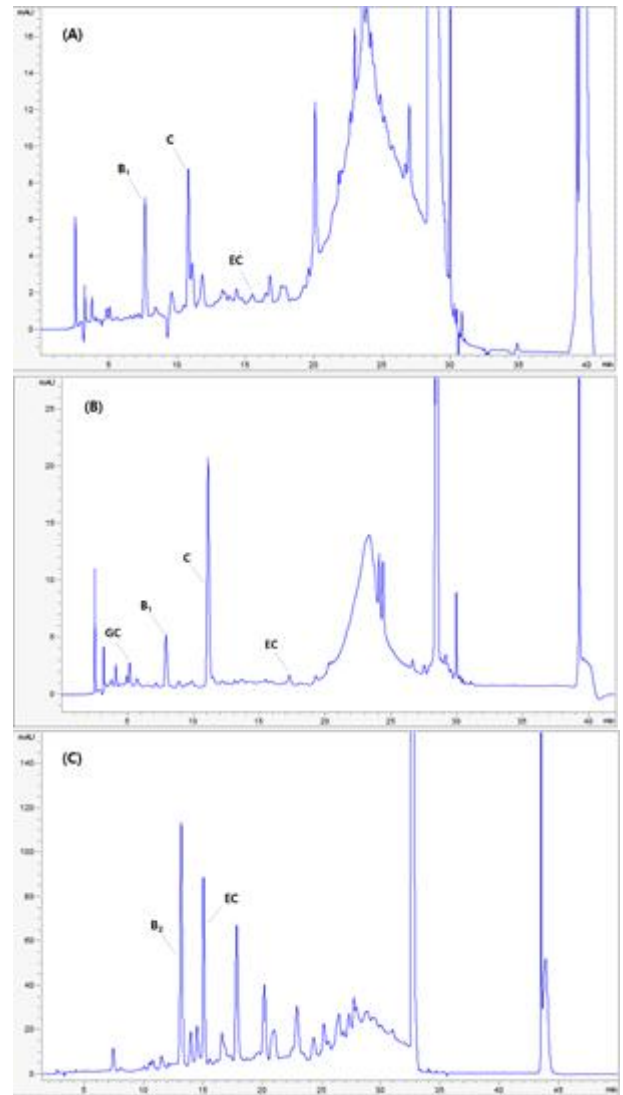
	GC	B <sub>1</sub>	C	B <sub>2</sub>	EC
포도	-	0.06	0.07	-	0.04
단감 I	2.51	1.88	19.99	-	-
단감 II	0.97	0.71	7.34	-	-
단감 III	0.23	0.32	12.95	-	-
모과	-	-	-	2.33	4.25

[표 1] 포도, 단감, 모과의 flavan-3-ol 함량(µg/g).  
GC: gallo catechin, B<sub>1</sub>: procyanidin B<sub>1</sub>, C: catechin, B<sub>2</sub>: procyanidin B<sub>2</sub>  
EC: epicatechin

세 과실 껍질의 중합탄닌 구성 단위체를 비교한 결과, 과종별로 뚜렷한 조성 차이가 확인되었다. 특히 모과(Quince)에서는 다른 과종에서 검출되지 않은 procyanidin B<sub>2</sub>(2.33 µg/g)와 epicatechin( EC, 4.25 µg/g)이 유일하게 검출되어, 탄닌 구성에 있어 차별적인 특성을 나타냈다. Kennedy 등의 보고(2001)에 의하면, Procyanidin B<sub>2</sub>는 두 분자의 EC로 구성된 이량체로 알려져 있으며, 본 시료에서 검출된 flavan-3-ol 단위체가 EC에 한정된다는 점을 고려할 때, 모과 껍질의 중합탄닌은 EC 중심의 조성을 갖는 것으로 해석된다. 이러한 EC 기반 조성은 특정 단위체에 편중된 탄닌 구조가 형성될 가능성을 시사하며, 이는 탄닌의 감각적 특성에도 영향을 미칠 수 있다[7].



[그림 1] Chromatogram of tannin standard solution. (a) gallo catechin; (b) procyanidin B<sub>1</sub>; (c) epigallocatechin; (d) catechin; (e) procyanidin B<sub>2</sub>; (f) epicatechin; (g) epigallocatechin gallate; (h) epicatechin gallate; (i) catechin gallate.



[그림 2] Chromatogram of samples analysed. (A) Grape; (B) Persimmon; (C) Quince

반면, 단감(Persimmon)에서는 세 시료(I-III) 모두에서 galocatechin(GC)이 각각 2.51, 0.97, 0.23  $\mu\text{g/g}$  수준으로 검출되어, 다른 과종 껍질에서는 나타나지 않는 특징적인 조성으로 확인되었다. GC는 prodelphinidin 계열 탄닌의 주요 전구체로 보고되어 있으며[8], 특히 감과류에서 높은 비율로 존재하는 것으로 알려져 있다[4]. 이러한 결과는 단감 껍질이 prodelphinidin 중심의 탄닌 생합성 경로를 갖고 있음을 시사한다. 또한 GC는 포도 종자에서도 검출되는 flavan-3-ol로 보고된 바 있다[9], 단감과 포도 간 탄닌 조성의 부분적 유사성을 뒷받침하는 근거로 해석될 수 있다.

한편, 포도(Grape) 껍질에서는 procyanidin B<sub>1</sub>(0.06  $\mu\text{g/g}$ ), C(0.07  $\mu\text{g/g}$ ), 그리고 EC(0.04  $\mu\text{g/g}$ )가 검출되었다. Procyanidin B<sub>1</sub>은 catechin과 epicatechin이 결합된 이량체로 알려져 있으며 [10], 이는 포도 탄닌이 주로 procyanidin 계열로 구성됨을 의미한다. 실제로 포도 과피 및 종자의 탄닌은 catechin과 epicatechin을 기본 단위로 하는 procyanidin 구조가 우세한 것으로 보고되어 있으며[11], 본 연구 결과 역시 이러한 기존 연구와 일치한다.

종합적으로, 단감에서의 GC 검출과 포도에서의 flavan-3-ol 기반 조성은 두 과실이 짙은맛 형성에 있어 유사한 화학적 기반을 공유할 가능성을 시사한다. 반면, 모과에서는 B<sub>2</sub>와 EC 중심의 제한된 조성이 확인되어 flavan-3-ol 구성의 편중성이 두드러지며, 이는 단감 및 포도와는 차별적인 짙은맛 특성을 형성할 것으로 판단된다. 탄닌의 조성 및 구조는 짙은맛의 강도뿐 아니라 질감에도 영향을 미치는 주요 요인으로 알려져 있으며[7], 본 연구에서 확인된 과종 간 차이는 이러한 관능적 특성 차이를 설명하는 중요한 근거가 될 수 있다. 따라서 본 결과는 과종별 탄닌 대사 경로의 차이가 최종적인 품질 특성으로 이어질 수 있음을 시사하며, 향후 과실의 기능성 및 기호성 개선을 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

#### 참고문헌

- [1] E. Rue, M. Rush, R. Breemen, "Procyanidins: a comprehensive review encompassing structure elucidation via mass spectrometry". *Journal of Chemical Society*. Vol. 17, pp 1-16, 2017.
- [2] M. Rudrapal, S. Khairnar, J. Khan, A. Dukhyil, M. Ansari, M. Alornary, F. Alshabmi, S. Palai, P. Deb, R. Devi. "Dietary polyphenols and their role in oxidative stress-induced human diseases: Insights into protective effects, antioxidant potentials and mechanism(s) of action", *Frontiers in Pharmacology*, Vol. 13, pp 1-15, 2022.
- [3] S. Santos-Buelga, A. Scalbert. Proanthocyanidins and tannin-like compounds—nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health". *Journal of the Science of*

*Food and Agriculture*. Vol. 80, pp 1094-1117, 2000.

- [4] T. Akagi, A.K. Ikegami, K. Yonemori, "Proanthocyanidin biosynthesis of persimmon (*Diospyros kaki* Thumb.) fruit". *Scientia Horticulturae*. Vol.130, pp 373-38, Sep. 2011
- [5] B. Yun, S. Ryu, D. Im, S. Mo, I. Baek. "Determination of Degree of Polymerization from Grape Skin Tannin using HPLC". *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*. Vol. 26, pp 1094-1102, 2025.
- [6] J.A. Kennedy, Y. Hayasaka, S. Vidal, E.J. Waters, G.P. Jones, "Composition of grape skin proanthocyanidins at different stages of berry development". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol.49, pp 5348-5355, Oct. 2001
- [7] W. Ma, A. Gua, Y. Zhang, H. Wang, Y. Liu, H. Li, "A review on astringency and bitterness perception of tannins in wine". *Trends in Food Science & Technology*. Vol.40, pp 6-19, Nov. 2014.
- [8] J.M. Souquet, V. Cheynier, F. Brossaud, M. Moutounet, "Polymeric proanthocyanidins from grape skins". *Phytochemistry*. Vol.43, pp 509-512, Sep. 1996
- [9] M.O. Downey, J.S. Harvey, S.P. Robinson, "Synthesis of flavonols and expression of flavonol synthase genes in the developing grape berries of Shiraz and Chardonnay (*Vitis vinifera* L.)". *Australian Journal of Grape and Wine Research*. Vol.9, pp 110-121, Mar. 2003
- [10] C. Prieur, J.Rigaud, V. Cheynier, M. Moutounet, "Oligomeric and polymeric procyanidins from grape seed". *Phytochemistry*. Vol.36, pp 781-784, Jun. 1994
- [11] J.A. Kennedy, G.J. Troup, J.R. Pilbrow, D.R. Hutton, D.H. Charles, R. Ristic, P.G. Iland, G.P. Gones, "Development of seed polyphenols in berries from *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz". *Australian Journal of Grape and Wine Research*. Vol.6, pp 244-254, Nov. 2000