

더덕, 길경, 감초 복합추출물에 대한 지표성분 동시분석 및 함량평가

고민성¹ · 이충현¹ · 이 슬¹ · 김예슬¹ · 윤호식² · 박소영^{1*}

¹단국대학교 약학대학 약학과, ²(주)웰런비엔에프

Simultaneous Quantitative Analysis of Natural Complex Extract of *Codonopsis lanceolata* (Siebold & Zucc.) Trautv., *Platycodon grandiflorum* A. De Candolle, *Glycyrrhiza uralensis* Fischer

Min Sung Ko¹, Chung Hyun Lee¹, Seul Lee¹, Ye Seul Kim¹, Ho Sik Yoon², and So-Young Park^{1*}

¹College of Pharmacy, Dankook University, 119 Dandae-ro, Dongnam-gu, Cheonan-si 31116, Korea

²WellRun B&F Co. Ltd., # 202, 1873 Gwangpung-ro, Dongnam-gu, Cheonan-si 3116, Korea

Abstract – Fine dust has emerged as seriously hazardous particles, which can cause respiratory and cardiovascular diseases. Thus, we have developed a natural complex extract consisted of *Codonopsis lanceolata* (Siebold & Zucc.) Trautv., *Platycodon grandiflorum* A. De Candolle, and *Glycyrrhiza uralensis* Fischer in the ratio of 3 : 5 : 2, which have a beneficial effect on respiratory system. In this study, simultaneous quantitative analysis of marker compounds, lobetyolin, platycodin D, and glycyrrhizic acid in the natural complex extract was developed and validated with high performance liquid chromatography-photodiode array detector. The marker compounds were shown in a large linearity with a correlation coefficient (R^2) of 1.000. The limit of detection (LOD) of lobetyolin, platycodin D and glycyrrhizic acid were 5.40 $\mu\text{g/mL}$, 3.94 $\mu\text{g/mL}$ and 5.86 $\mu\text{g/mL}$, respectively. The limit of quantification (LOQ) of lobetyolin, platycodin D and glycyrrhizic acid were 16.36 $\mu\text{g/mL}$, 11.94 $\mu\text{g/mL}$ and 17.75 $\mu\text{g/mL}$, respectively. The content analysis revealed that the amounts of lobetyolin, platycodin D, and glycyrrhizic acid were 0.039 \pm 0.013 mg/g, 0.337 \pm 0.048 mg/g, and 1.171 \pm 0.003 mg/g, respectively, in the natural complex extract. Therefore, these results could be used as basic data for the standardization and quality control of the natural complex extract.

Keywords – HPLC, Simultaneous quantitative analysis, *Codonopsis lanceolata* (Siebold & Zucc.) Trautv., *Platycodon grandiflorum* A. De Candolle, *Glycyrrhiza uralensis* Fischer

기후변화 보고서는 2012년 지구 평균 기온이 0.85 °C (0.65~1.06 °C) 상승하였다고 보고했다.¹⁾ 지구온난화는 세계적으로 사회경제적, 환경적 영향 뿐 아니라 건강에 위대한 영향을 미치게 된다.²⁾ 지구온난화는 대기오염농도의 증가를 초래하였으며, 이는 기관지 천식과 같은 알레르기성 호흡기 질환의 유병을 증가 및 악화에 영향을 미쳤다.³⁾ WHO는 건강을 위협하는 대기오염물질로 미세먼지를 꼽았으며, 미세먼지로 인한 연간 사망자는 약 380만명이며 이중 54%는 만성폐쇄성질환(COPD)인 것으로 발표하였다.⁴⁾

우리나라에서도 미세먼지는 매우 심각한 문제로 인식되고 있다. 미세먼지는 입자크기에 따라 일반미세먼지(PM10)와 초미세먼지(PM2.5)로 나뉜다.⁴⁾ 미세먼지는 폐에 침투하

여 폐포벽을 자극하고, 폐포에 침착되어 호흡기에 영향을 미칠뿐 아니라 심혈관계 및 소화계 등의 다른 조직에까지 영향을 미칠 수 있다.^{5,6)} 또한, 미세먼지는 유기탄소, 황산암모늄, 질산암모늄, 유해성 중금속, 다환 방향족 탄화수소 등을 포함하고 있는데,^{6,8)} 미세먼지와 함께 이러한 물질들은 산화적 스트레스를 유발하며, 세포내 스트레스 신호전달 분자를 활성화시키고, 염증성 사이토카인의 발현을 유도하여 다양한 질환을 유발하는 것으로 알려져 있다.⁹⁻¹¹⁾ 그러나 미세먼지의 유해작용을 직접적으로 개선할 수 있는 방법이 현재는 없는 실정이다.

동의보감(東醫寶鑑)에 기재된 감길탕(甘桔湯)은 감초와 길경으로 구성되어 있으나 문헌에 따라 약간씩 차이가 있다.¹²⁾ 이 처방은 폐를 치료하고 담을 제거하는 선평거담(宣肺去痰) 작용, 폐의 기운을 원활하게 하여 기침을 멎게 하는 윤폐지해(潤肺止咳) 작용 등 호흡기와 관련된 효능이 알려져 있다.¹³⁾

*교신저자(E-mail): soyoypark23@dankook.ac.kr
(Tel): +82-41-550-1434

더덕(*Codonopsis laceolata*(Siebold & Zucc.) Trautv.)은 초롱꽃과에 속하는 다년생 초본의 덩굴식물로 한국, 중국, 일본등에 자생하며 뿌리를 식용으로 이용한다.¹⁴⁾ 더덕은 소종(消腫), 해독(解毒), 배농(排膿), 거담(祛痰), 소염(消炎)에 효능이 있으며,^{15,16)} 항염증,¹⁷⁾ 항산화,¹⁸⁾ 항암¹⁹⁾ 등의 활성도 보고되었다. 최근 더덕 에탄올 추출물이 미세먼지로 인한 폐손상을 억제했다고 보고되었다.²⁰⁾ 따라서 본 연구진은 감길탕을 토대로 더덕을 추가하여 기능성을 보강한 호흡기 건강 천연복합물을 개발하였다.

감초의 주성분인 glycyrrhizic acid는 항산화,²¹⁾ 항알러지,²²⁾ 항염증²³⁾ 효과가 보고되었으며, 길경의 주성분인 platycodin D는 항염증,²⁴⁾ 폐보호,²⁵⁾ 항산화,²⁶⁾ 항종양²⁷⁾ 효과가 알려져 있다. 더덕의 지표성분²⁸⁾으로 알려진 lobetyolin도 항암,²⁹⁾ 항산화³⁰⁾ 효과가 뛰어난 것으로 보고된 바 있다. 따라서 항산화 및 항염 효과가 보고되어 있으며 주성분인 platycodin D, glycyrrhizic acid, lobetyolin을 길경, 감초, 더덕의 지표성분으로 각각 설정하였다.

개발한 천연복합추출물의 품질관리 기준을 확립하고자 길경, 감초, 더덕의 지표성분인 platycodin D, glycyrrhizic acid, lobetyolin의 HPLC-PDA를 이용한 동시분석법을 확립하였고, 직선성, 정확성, 정밀성, 검출한계, 정량한계 등을 검증하는 분석법 밸리데이션을 수행하였으며 천연복합추출물의 지표성분 함량을 설정하였다.

재료 및 방법

실험재료 - 본 실험에서 사용된 더덕, 길경, 감초의 복합추출물은 (주)웰런비엔에프로 부터 제공받았다. 즉, 길경, 감초, 더덕(Sandleul NF, Yangju, Korea) 를 5 : 2 : 3의 중량

비로 혼합하여 2회 가압 추출하고 농축하여 농축액을 확보한 후 농축액을 35 brix로 희석하여 제조하였다.

시약 및 기기 - 본 실험에서 더덕, 길경, 감초의 지표성분으로 lobetyolin, platycodin D, glycyrrhizic acid를 각각 사용하였으며, 지표성분들은 Chengdu Biopurify Phytochemicals (Chengdu, China)에서 구입하였다.

분석을 위해 Waters사(Milford, MA, US)의 e2695 HPLC system을 이용하여 분석하였으며, detector는 Waters사의 996 Photodiode Array Detector를 사용하여 측정하였다. 컬럼은 Phenomenex(Torrance, CA, USA)사의 Gemini NX-C18(4.6 mm × 250 mm, 5µm)를 사용하였다. 농축기는 Biotage (Uppsala, Sweden)사의 V-10 Touch를 사용하였으며, 전처리를 위한 BuOH는 Samchun Pure Chemical (Pyeongtaek, Korea)사에서 구입하여 사용하였다.

분석 시료 준비 - (주)웰런비엔에프로부터 제공받은 천연복합추출물 10 g을 정확히 칭량하여 BuOH 10 mL를 넣고 잘 섞은 후 원심분리기(1,000×g)로 원심분리하여 BuOH층을 확보하고, V-10농축기를 이용하여 농축하였다. 확보한 농축액을 MeOH 10 mL에 녹여 0.5 µm syringe filter로 여과하여 분석시료로 사용하였다.

표준용액 조제 - Lobetyolin, platycodin D, glycyrrhizic acid은 0.5 mg을 정밀히 칭량한 후 MeOH로 각각 500 µg/mL의 농도로 조제하였다. 검량선 작성을 위하여 각각MeOH를 이용하여 62.5, 125, 250 µg/mL로 단계적으로 희석하였고, 0.5 µm syringe filter로 여과하여 검량선 표준용액으로 사용하였다.

HPLC 분석조건 - 더덕, 감초, 길경 복합추출물에 함유된 lobetyolin, glycyrrhizic acid, platycodin D를 분석하기 위한 HPLC 분석조건은 Table I과 같이 설정하였다. 컬럼은 Phe-

Table I. Conditions for HPLC analysis of natural complex extract

Parameters	Conditions		
Analytical column	Phenomenex NX-C18 (4.6 mm × 250 mm, 5 µm)		
HPLC system	Waters e2695 LC system		
Detector	Photodiode Array Detector		
Injection volume	10 µL		
Temperature	25 °C		
Wavelength	lobetyolin, platycodin D (210 nm), glycyrrhizic acid (250nm)		
Solvent	A : acetonitrile		
	B : 0.04% trifluoroacetic acid in water		
Mobile phase	Time (min)	Solvent	
		A (%)	B (%)
	0	20	80
	20	30	70
	22	50	50
30	50	50	

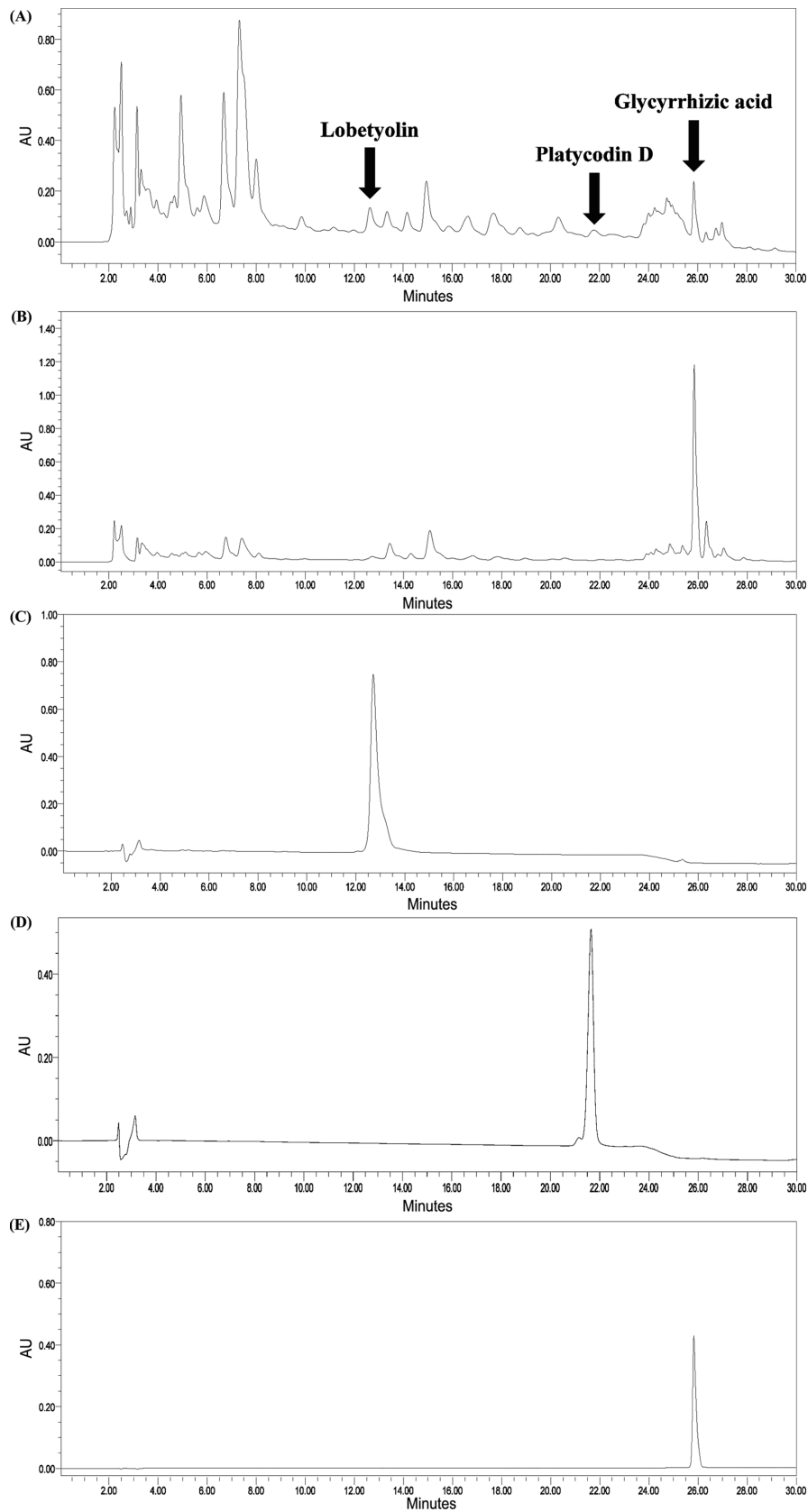


Fig. 1. HPLC chromatograms of the natural complex extract and its marker compounds. (A) natural complex extract (210 nm), (B) natural complex extract (250 nm), (C) lobetyolin (210 nm), (D) platycodin D (210 nm), and (E) glycyrrhizic acid (250 nm).

nomenex사의 Gemini NX-C18(4.6 mm × 250 mm, 5 μ m)을 사용하였고, 이동상은 acetonitrile (A), 0.04%(v/v) trifluoroacetic acid in water(B)를 사용하여 gradient 분석을 하였으며, flow rate는 1 mL/min, injection volume은 10 μ L로 하였다. 분석에 이용한 UV 파장은 동일한 파장에서 검출이 어려워 lobetyolin, platycodin D는 210 nm, glycyrrhizic acid는 250 nm으로 설정하여 분석하였다(Suppl. Fig. 1).

분석법 밸리데이션 – 식품의약품안전처에서 고시한 의약품 밸리데이션 가이드라인에 따라 특이성, 직선성, 검출한계 및 정량한계, 정확성, 정밀성의 분석법 밸리데이션을 수행하였다.

특이성(Specificity) – 표준물질(lobetyolin, platycodin D, glycyrrhizic acid)이 다른 물질과의 간섭 없이 단일 성분이 분리되는지를 크로마토그램을 통해 시각적으로 확인하였다.

직선성(Linearity) – 표준물질인 lobetyolin, platycodin D, glycyrrhizic acid을 MeOH에 용해하여 각각 500 μ g/mL 농도가 되도록 제조 한 후, MeOH를 이용하여 62.5, 125, 250 μ g/mL로 단계적으로 희석하여 HPLC 분석에 사용하였다. 3회 반복한 분석 결과를 바탕으로 3개의 표준물질에 대한 검량선을 작성하였고, 검량선은 $y=ax+b$ (a : 검량선 기울기, b : y절편, x : 시료의 농도, y : peak의 면적)의 형태로 작성하였으며, 검량선을 바탕으로 상관계수(R^2) 값을 구하고 상관계수 값을 통해 직선성을 판단하였다.

검출한계(LOD) 및 정량한계(LOQ) 측정 – Lobetyolin, platycodin D, glycyrrhizic acid의 검출가능한 최소 농도와 정량가능한 최소 농도를 확인하기 위해 아래의 표기된 식에 따라 검출한계(LOD)와 정량한계(LOQ)를 측정하였다.

$$LOD = 3.3 \times (\alpha/\beta)$$

$$LOQ = 10 \times (\alpha/\beta)$$

(α : 표준편차, β : 검량선의 기울기)

정확성(Accuracy) 및 정밀성(Precision) – lobetyolin, platycodin D, glycyrrhizic acid에 대한 정량분석의 타당성을 검증하기 위해 반복 분석을 진행하였다. Intra-day test는 24시간 이내에 3회 반복 측정된 결과를 상대표준편차를 구해서 평가하였고, Inter-day test는 다른 실험날, 다른 실험자가 3회 반복측정한 결과로 상대표준편차(RSD%)를 통해 정밀성을 평가하고, 상대표준편차 값이 3.00% 이내인 경우 우수한 정밀성을 가지는 것으로 판단하였다.

함량분석 – 더덕, 길경, 감초의 천연복합추출물에 함유된 3종 지표성분의 함량을 확립된 HPLC-PDA동시분석법을 이용하여 분석하였다. lobetyolin은 31.25, 62.5, 125, 250, 500 μ g/mL, platycodin D는 62.5, 125, 250, 500 μ g/mL, glycyrrhizic acid는 125, 250, 500, 2000 μ g/mL의 농도로 분석하여 얻어진 피크면적값으로부터 얻어진 standard curve의 회귀직선방정식을 통해 lobetyolin, platycodin D, glycyrrhizic

acid의 피크 면적값을 대입하여 함량을 구하였다.

결과 및 고찰

특이성(Specificity) 확인 – 복합추출물 시료를 HPLC로 분석한 크로마토그램에서 피크 머무름 시간은 각각 lobetyolin(12.7 분), platycodin D(21.7 분), glycyrrhizic acid(25.6 분)에 검출되었다. MeOH에 용해하여 제조한 표준물질을 HPLC로 분석한 크로마토그램에서 피크 머무름 시간은 각각 lobetyolin(12.5 분), platycodin D(21.7분), glycyrrhizic acid(25.8 분)에 검출되었다. 표준물질의 크로마토그램과 복합추출물 시료의 크로마토그램을 비교하였을 때, 다른 물질의 간섭 없이 표준 물질들의 보존시간이 일치함을 확인하였다(Fig. 1).

직선성(Linearity) 평가 – 62.5~500 μ g/mL 범위에서 4가지 농도(62.5, 125, 250, 500 μ g/mL)를 3반복하여 검량선 및 상관계수(R^2)를 계산하였다. 그 결과 lobetyolin, glycyrrhizic acid, platycodin D의 상관계수가 모두 1.000으로 뛰어난 직선성을 나타냈다(Fig. 2).

검출한계(LOD) 및 정량한계(LOQ) 측정 – 검출한계(LOD)는 $LOD = 3.3 \times (\alpha/\beta)$ (α : 표준편차, β : 검량선의 기울기)의 계산으로 얻어졌으며, 그 결과 lobetyolin 5.40 μ g/mL, platycodin D 3.94 μ g/mL, glycyrrhizic acid 5.86 μ g/mL로 확인하였다. 정량한계(LOQ)는 $LOQ = 10 \times (\alpha/\beta)$ (α : 표준편차, β : 검량선의 기울기)의 계산으로 얻어졌으며, 그 결과 lobetyolin 16.36 μ g/mL, platycodin D 11.94 μ g/mL, glycyrrhizic acid 17.75 μ g/mL로 확인되었다(Table II).

정확성(Accuracy) 및 정밀성(Precision) 평가 – 3종 지표물질에 대한 정량분석의 타당성을 검증하기 위해 반복실험을 진행하였다. 직선성이 확인된 4개의 농도인 62.5, 125, 250, 500 μ g/mL을 기준으로 하여 Intra-day와 Inter-day test를 3회 반복하여 진행되었으며, 상대표준편차(RSD%) 값을 구하여 정밀성을 판단하였다. 그 결과 Intra-day와 Inter-day 모두 3.00% 이하로 우수한 정밀성을 나타내었다. 정확성 결과에서는 intra-day는 각각 lobetyolin 99.72~100.86%, platycodin D 97.40~101.17%, glycyrrhizic acid 99.34~101.05%의 범위를 나타내었으며, inter-day에서는 lobetyolin 99.81~100.51%, platycodin D 99.91~100.89%, glycyrrhizic acid 99.36~101.78%의 범위를 나타내었다(Table III).

함량평가 – 더덕, 길경, 감초의 천연복합추출물에 함유된 3종 지표성분의 함량을 HPLC 동시분석법을 이용하여 분석하였으며, 그 결과 천연복합추출물 1 g 당 lobetyolin은 0.039 \pm 0.013 mg, platycodin D는 0.337 \pm 0.048 mg, glycyrrhizic acid는 1.171 \pm 0.003 mg의 성분 함량을 확인하였다(Table IV).

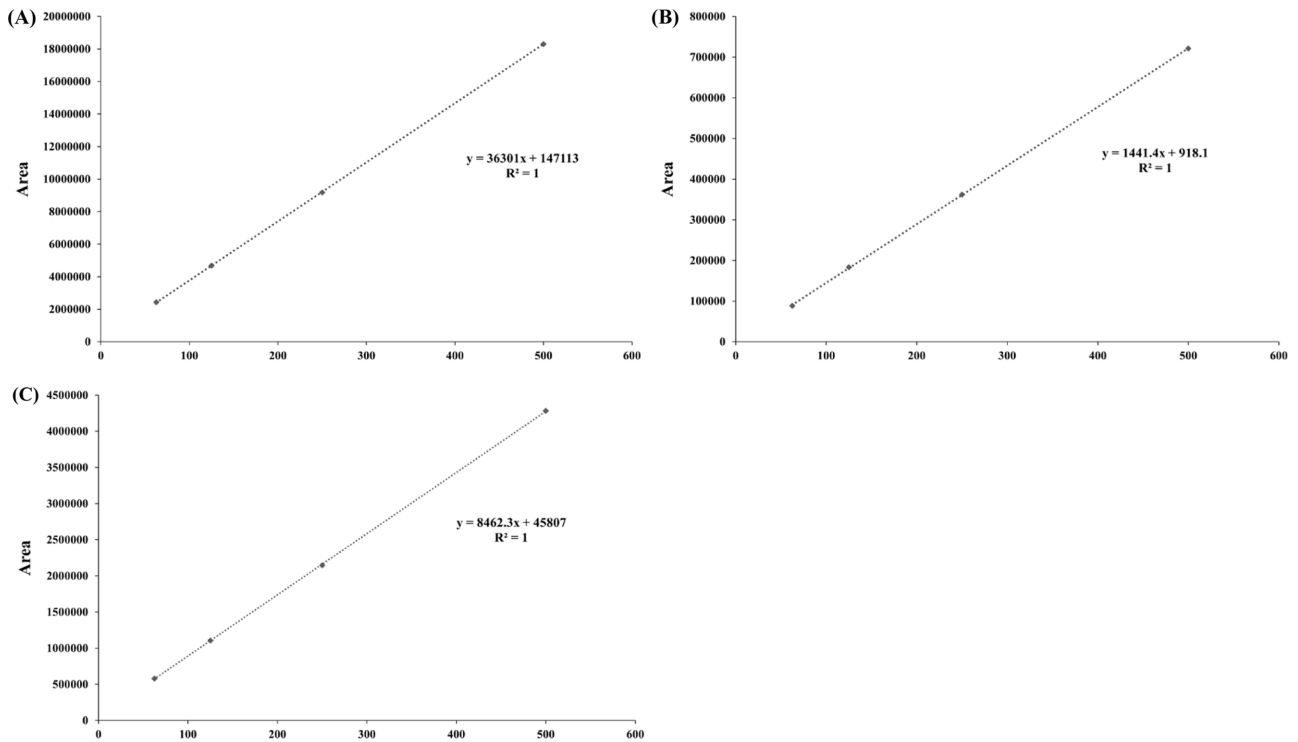


Fig. 2. Calibration curves of lobetyolin (A), platycodin D (B), and glycyrrhizic acid (C).

Table II. Calibration curves, coefficients, LOD and LOQ of three compounds

Compounds	Linear range ($\mu\text{g/mL}$)	Regression equation	R^2	LOD ($\mu\text{g/mL}$)	LOQ ($\mu\text{g/mL}$)
Lobetyolin		$y = 36301x + 147113$	1	5.40	16.36
Platycodin D	62.5~500	$y = 1441.4x + 918.1$	1	3.94	11.94
Glycyrrhizic acid		$y = 8462.3x + 45807$	1	5.86	17.75

Table III. Precision and accuracy results of three compounds ($n = 3$)

Compounds	Concentration ($\mu\text{g/mL}$)	Intra-day ($n = 3$)			Inter-day ($n = 3$)		
		Mean \pm SD ($\mu\text{g/mL}$)	RSD (%)	Accuracy (%)	Mean \pm SD ($\mu\text{g/mL}$)	RSD (%)	Accuracy (%)
Lobetyolin	62.5	63.04 \pm 1.54	2.44	100.86	62.82 \pm 1.82	2.89	100.51
	125	124.84 \pm 2.20	1.77	99.87	124.94 \pm 2.75	2.20	99.95
	250	249.30 \pm 3.06	1.23	99.72	249.53 \pm 2.19	0.88	99.81
	500	500.33 \pm 0.39	0.08	100.07	500.21 \pm 3.78	0.76	100.04
Platycodin D	62.5	60.87 \pm 0.79	1.30	97.40	62.88 \pm 1.87	2.98	100.61
	125	126.46 \pm 2.22	1.75	101.17	126.11 \pm 2.65	2.10	100.89
	250	250.66 \pm 3.27	1.30	100.26	250.70 \pm 3.23	1.29	100.28
	500	499.51 \pm 4.54	0.91	99.90	499.55 \pm 7.12	1.43	99.91
Glycyrrhizic acid	62.5	63.15 \pm 0.48	0.76	101.05	63.61 \pm 0.94	1.49	101.78
	125	125.34 \pm 2.72	2.17	100.27	124.20 \pm 1.76	1.42	99.36
	250	248.35 \pm 2.13	0.86	99.34	249.25 \pm 3.29	1.30	99.70
	500	500.66 \pm 5.26	1.05	100.13	500.44 \pm 3.62	0.72	100.09

Table IV. The contents of three compounds in natural complex extract ($n = 3$)

Sample	Contents (mg/g)		
	Lobetyolin	Platycodin D	Glycyrrhizic acid
Natural complex extract	0.039 ± 0.0126	0.337 ± 0.048	1.171 ± 0.003

결 론

본 연구에서는 호흡기 개선 소재로 개발한 더덕, 길경, 감초의 천연복합 추출물의 품질 관리 기준을 제정하고자 3종 지표성분인 lobetyolin, platycodin D, glycyrrhizic acid에 대한 HPLC 동시분석법을 개발하였으며, 특이성, 직선성, 검출한계, 정량한계, 정확성, 정밀성 등을 평가하여 시험법에 대한 밸리데이션 시험을 진행하였다. 천연복합추출물과 지표성분인 lobetyolin, platycodin D, glycyrrhizic acid의 피크가 일치하며, 다른 피크의 간섭 없는 것으로 특이성을 확인하였다. 3종 지표성분의 상관계수 값은 모두 1.000로 신뢰성 있는 검량선을 확보하였다. 정밀성 평가에서는 Intra-day, Inter-day 모두에서 RSD(%) 3.00% 이하로 우수한 정밀성을 확인하였다. 또한, 천연복합추출물의 lobetyolin, platycodin D, glycyrrhizic acid의 함량은 0.039±0.013 mg, 0.337±0.048 mg, 1.171±0.003 mg으로 확인되었다. 따라서, 본 연구를 통하여 확립된 동시분석법이 호흡기 개선 천연복합추출물의 품질 관리에 기초자료로 활용 가능될 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 2022년도 중소벤처기업부와 중소기업기술정보진흥원의 “지역특화산업육성+(R&D, S3268791)” 사업의 지원을 받아 수행된 연구결과임.

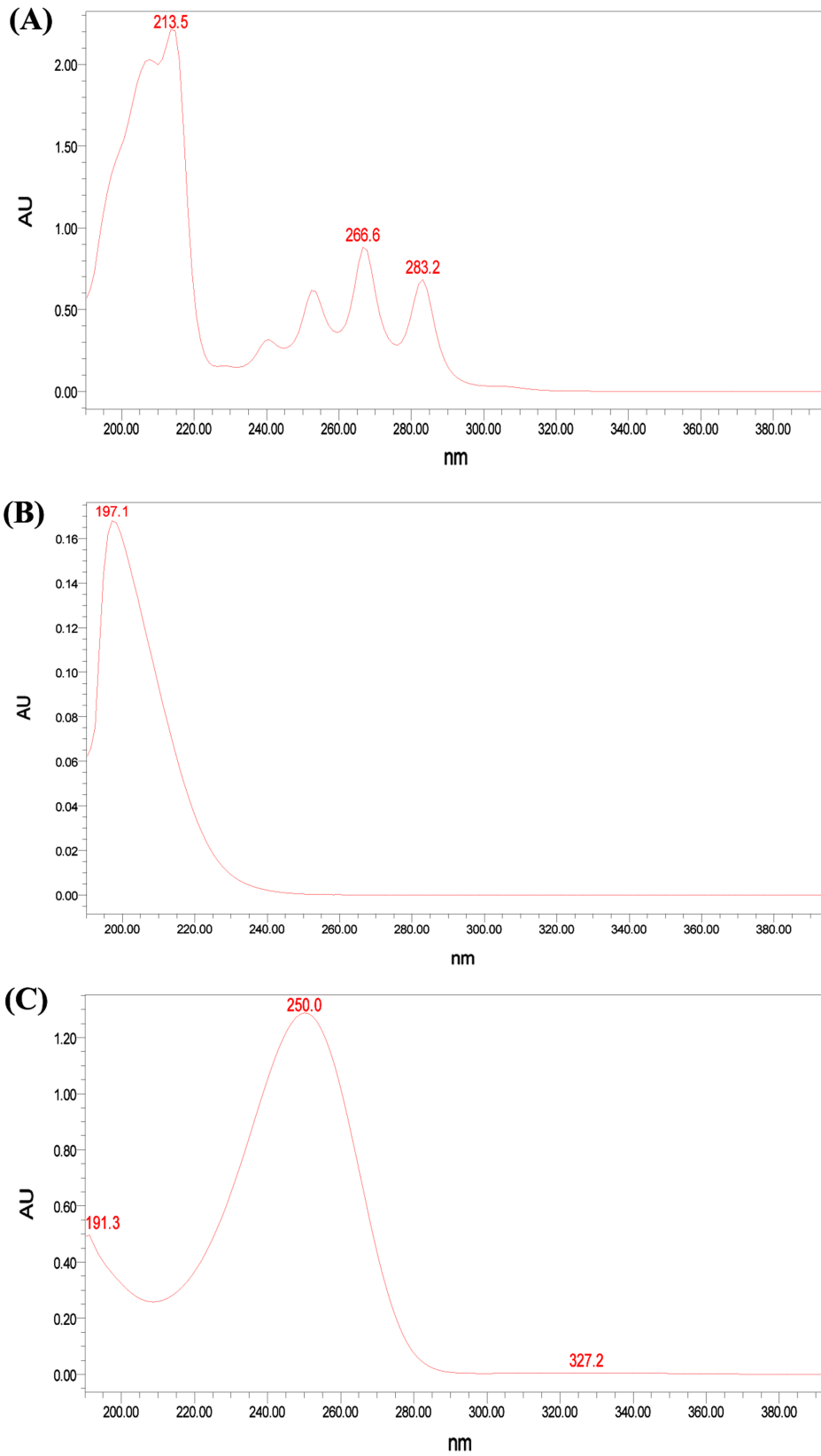
인용문헌

- Pachauri, R. L., Meyer, L. A., Plattner, G. and Stocker, T. (2014) Climate Change 2014, Synthesis Report. *Geneva*. **1**.
- McMichael, A. J., Woodruff, R. E. and Hales, S. (2003) Climate change and human health, present and future risks. *Lancet*. **367**: 859-869.
- D'Amato, G., Liccardi, G., D'amato, M. and Cazzola, M. (2002) Outdoor air pollution, climatic changes and allergic bronchial asthma. *Eur. Respir. J.* **20**: 763-776.
- WHO (World Health Organization), UN (United Nations) (2022) Compendium of WHO and other UN guidance on health and environment, 2022 update.
- Choi, J. K., Choi, I. S., Cho, K. K. and Lee, S. H. (2020) Harmfulness of particulate matter in disease progression. *J. Life Sci.* **30**: 191-201.
- Xing, Y. F., Xu, Y. H., Shi, M. H. and Lian, Y. X. (2016) The impact of PM2.5 on the human respiratory system. *J. Thorac. Dis.* **8**: E69-E74.
- Myong, J. P. (2016) Health effects of particulate matter. *Korean J. Med.* **91**: 106-113.
- Park, S. M., Moon, K. J., Park, J. S., Kim, H. J., Ahn, J. Y. and Kim, J. S. (2012) Chemical characteristics of ambient aerosol during Asian dusts and high PM episodes at Seoul intensive monitoring site in 2009. *J. Korean Soc. Atmos. Environ.* **28**: 282-293.
- Kelly, F. J. (2003) Oxidative stress : its role in air pollution and adverse health effects. *Occup. Environ. Med.* **60**: 612-616.
- Møller, P., Danielsen, P. H., Karotki, D. G., Jantzen, K., Roursgaard, M., Klingberg, H., Jensen, D. M., Chrietophersen, D. V., Hemmingsen, J. G., Cao, Y. and Loft, S. (2014) Oxidative stress and inflammation generated DNA damage by exposure to air pollution particles. *Mut. Res. Rev. Mutat. Res.* **762**: 133-166.
- Mazzoli-Rocha, F., Fernandes, S., Einicker-Lamas, M. and Zin, W. A. (2010) Roles of oxidative stress in signaling and inflammation induced by particulate matter. *Cell Biol. Toxicol.* **26**: 481-498.
- Kim, J. Y., Ban, H. J. and Park, D. I. (2007) Clinical Study of Kamkil-tang on the Dyspnea. *J. Physiol. & Pathol. Korean Med.* **21**: 1624-1630.
- Hong, S. H. and Choi, Y. H. (2016) Gilgyung-tang Inhibits the Migration and Invasion of Human Bladder Cancer 5637 Cells through the Tightening of Tight Junctions and Inhibition of Matrix Metalloproteinase Activity. *Korean J. Intern. Med.* **37**: 16-25.
- Lee, M. J., Nam, J. H., Um, I. E., Kang, C. K. and Rho, I. R. (2019) Determination the optimum extraction method for saponin lancemasides in *Codonopsis lanceolata*. *J. Korean Soc. Food Sci.* **51**: 103-108.
- Yoo, H. H., Baek, S. H., Park, Y. K., Lee, S. H., Kim, C. M., Lee, K. S., Park, M. K. and Park, J. H. (2002) Quality control of dried root of *Codonopsis laceolata*. *Kor. J. Pharmacogn.* **33**: 85-87.
- Kim, C. H. and Chung, M. H. (1975) Pharmacognostical studies on *Codonopsis laceolata*. *Kor. J. Pharmacog.* **6**: 43-47.
- Li, J. P., Liang, Z. M. and Yuan, Z. (2007) Triterpenoid saponins and anti-inflammatory activity of *Codonopsis laceolata*. *Pharmazie* **62**: 463-466.
- Kang Y. H. (2009) Phenolic compounds and antioxidant activity in cell wall materials from Deodeok (*Codonopsis lanceolata*). *Korea J. Food Sci. Technol.* **41**: 345-349.
- Lee, K. W., Jung, H. J., Park, H. J., Kim, D. G., Lee, J. Y. and

- Lee, K. T. (2005) β -D-Xylopyranosyl-(1 \rightarrow 3)- β -D-glucuronopyranosyl echinocystic acid isolated from the root of *Codonopsis lanceolata* induces caspase-dependent apoptosis in human acute promyelocytic leukemia HL-60 cells. *Biol. Pharm. Bull.* **28**: 854-859.
20. So, H. J., Chun, S. H., Lee, J. H. and Lee, K. W. (2021) Inhibitory effect of ethanol of *Codonopsis lanceolata* against oxidative stress and disruption of tight cell junction in NCI-H441 cells after exposure to urban particulate matter. *Korean J. Food Sci. Technol.* **53**: 165-173.
21. Kaur, P., Sharma, N., Singh, B., Kumar, S. and Kaur, S. (2012) Modulation of genotoxicity of oxidative mutagens by glycyrrhizic acid from *Glycyrrhiza glabra* L. *Pharmacogn. Res.* **4**: 189-195.
22. Han, S., Sun, L., He, F. and Che, H. (2017) Anti-allergic activity of glycyrrhizic acid on IgE-mediated allergic reaction by regulation of allergy related immune cells. *Sci. Rep.* **7**: 7222.
23. Kao, T. C., Shyu, M. H. and Yen, G. C. (2010) Glycyrrhizic acid and 18 β -glycyrrhetinic acid inhibit inflammation via PI3K/Akt/GSK3 β signaling and glucocorticoid receptor activation. *J. Agric. Food Chem.* **58**: 8623-8629.
24. Guo, R., Meng, Q., Wang, B. and Li, F. (2021) Anti-inflammatory effect of platycodin D on dextran sulfate sodium (DSS) induced colitis and *E. coli* lipopolysaccharide (LPS) induced inflammation. *Int. Immunopharmacol.* **94**: 107474.
25. Gao, W., Guo, Y. and Yang, H. (2017) Platycodin D protects against cigarette smoke-induced lung inflammation in mice. *Int. Immunopharmacol.* **47**: 53-58.
26. Shi, C., Li, Q. and Zhang, X. (2020) Platycodin D protects human fibroblast cell from premature senescence induced by H₂O₂ through improving mitochondrial biogenesis. *Pharmacology* **105**: 598-608.
27. Li, W., Tian, Y. H., Liu, Y., Wang, Z., Tang, S., Zhang, J. and Wang, Y. P. (2016) Platycodin D exerts anti-tumor efficacy in H22 tumor-bearing mice via improving immune function and inducing apoptosis. *J. Toxicol. Sci.* **41**: 417-428.
28. Hwang, B. S., Kim, J. H., Kim, J. Y., Jang, M., Kim, G. C., Park, Y. H. and Hwang, I. G. (2018) Quantitative analysis of tangshenoside I and lobetyolin from Korean Deoduck (*Codonopsis lanceolata*). *Korean J. Food Nutr.* **31**: 957-963.
29. He, W., Tao, W., Zhang, F., Jie, Q., He, Y., Zhu, W., Tan, J., Shen, W., Li, L., Yang, Y., Cheng, H. and Sun, D. (2020) Lobetyolin induces apoptosis of colon cancer cells by inhibiting glutamine metabolism. *J. Cell. Mol. Med.* **24**: 3359-3369.
30. Yoon, I. S. and Cho, S. S. (2021) Effects of lobetyolin on xanthine oxidase activity in vitro and in vivo: weak and mixed inhibition. *Nat. Prod. Res.* **35**: 1667-1670.

(2023. 2. 8 접수; 2023. 3. 10 심사; 2023. 3. 15 게재확정)

Suppl



Suppl 1. HPLC-PDA chromatograms of lobetyolin (A), platycodin D (B), and glycyrrhizic acid (C).