

Costunolide와 Dehydrocostuslactone을 이용한 목향의 함량분석

엄민례¹ · 원진배¹ · 윤보라¹ · 이지우¹ · 마충제^{1,2*}

¹강원대학교 생물소재공학과, ²강원대학교 생명공학연구소

Quantitative Analysis of *Aucklandia Lappa* Using Costunolide and Dehydrocostuslactone

Min Rye Eom¹, Jin Bae Weon¹, Bo-Ra Yun¹, Jiwoo Lee¹ and Choong Je Ma^{1,2*}

¹Department of Medical Biomaterials Engineering, College of Biomedical Science,
Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

²Research Institute of Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

Abstract – *Aucklandia lappa* Decne (Compositae) has been used for treatment of abdominal pain, vomiting, diarrhea, chronic inflammation, and antibacterial effect. The quality of these herbs has been affected by many factors such as collection time, place, temperature, cultivation environment and manufacturing process. We used costunolide and dehydrocostuslactone as marker compounds for quality evaluation of rhizome of *Aucklandia lappa*. 66 samples of *Aucklandia lappa* were collected from those habitats in Korea and China. The developed HPLC-DAD method was applied to investigate for quality control of *Aucklandia lappa* samples. The average contents of the costunolide and dehydrocostuslactone were 2.3895% and 0.9258%, respectively. The principal component analysis (PCA) exhibited that classification of *Aucklandia lappa* according to origin not separated. Results of this study may be satisfactory applied to determination of content criteria of *Aucklandia lappa*.

Key words – *Aucklandia lappa*, compositae, rhizome, costunolide, dehydrocostuslactone, HPLC, principal component analysis, content criteria

대한약전의 한약(생약)규격집에서 목향(木香)은 국화과(Compositae)의 *Aucklandia lappa* Decne의 뿌리를 기원으로 하며, 유사한 약재인 토목향(土木香)은 국화과(compositae) *Imula helenium* Linné의 뿌리를 기원으로 하고 있다.

목향은 심통(心痛), 현벽(痲痺), 징괴(癥塊)등을 치료하며, 또한 설사, 광란(霍亂), 이질 등을 멈추게 한다. 현재까지 밝혀진 연구결과 중에는 목향을 이용한 항 산화 및 항암활성 효과, 항 염증효과, 파골 세포 분화 조절효과, 백혈병세포 분화효과, 흰쥐의 위장관에서의 진경 및 항 위궤양 효과, 항균효과, 치아우식 예방 효과, 등이 보고 되어있다.¹⁻⁹⁾ 목향의 성분으로는 VEGFR KDR/Flk-1 signaling pathway를 억제하여 혈관신생억제작용을 하는 costunolide,¹⁰⁾ apoptosis유도 및 CDK2 활성저해를 통한 세포증식억제효과를 나타내는 dehydrocostuslactone,¹¹⁾ TNF α 와 NO의 유리를 억제하고 임파구의 증식을 억제하는 항 염증작용을 나타내는 cynaropicrin,

그 외 lappadilactone, saussureamine, shikokiol 등이 보고되어 있다.¹²⁻¹⁵⁾ 중국 약전에서는 목향의 costunolide와 dehydrocostuslactone을 지표성분으로 하여 목향의 품질 평가의 기준(안)을 설정하였다.

목향 같은 생약의 경우 예로부터 다양한 질병 예방 및 치료에 사용되어 왔으며, 상대적으로 부작용이 적어 사람들의 관심이 높아지고 있다. 이로 인해 천연물을 이용한 의약품 보조제, 신약 개발, 건강기능식품 등의 개발이 활발하게 이루어지고 있으며 그 시장 규모가 급격히 팽창하고 있다.

천연물을 이용한 신약이나 기능성 식품의 개발에 있어서 약효의 동등성을 확보하는 것이 중요하다. 다양한 생리활성을 나타내는 성분을 지닌 천연물로부터 다성분 함량 분석법을 확립함으로써 지역 및 기원, 그리고 기후에 따라 생약의 성분함량의 변화를 확인 할 수 있어 효율적으로 생약의 품질을 관리할 수 있으며, 약효의 동등성을 확보 할 수 있다.

본 연구에서는 목향의 주요 성분 중 costunolide와 dehydrocostuslactone을 지표성분으로 사용하였으며, 확립된

*교신저자(E-mail): cjma@kangwon.ac.kr
(Tel): +82-33-250-6565

HPLC-DAD를 이용하여 두 성분의 함량을 분석하고, 기원 및 채취 지역에 따른 함량 차이를 비교하였다. 본 연구의 결과를 바탕으로 목향의 품질관리에 적용 될 수 있으며, 목향의 함량 기준(안) 설정에 활용 될 수 있을 것이다.

재료 및 방법

실험재료 - 지표성분으로 사용된 목향의 생리활성성분인 costunolide와 dehydrocostuslactone은 식품의약품안전처로부터 제공 받았으며, 그 구조는 Fig. 1에 나타내었다. HPLC 분석을 통하여 두 성분의 순도를 확인하였고, 측정된 순도는 각각 97.01%, 100.00%였다. 본 연구에 사용된 목향 (*Aucklandia lappa*) 분석시료는 식품의약품안전처로부터 중국산 38건을 제공받았고, 직접 중국산 28건을 서울 경동시장에서 구매하였다. 전체 66건 중 목향 62건, 토목향(*Inula helenium*) 1건, 천목향(*Vladimiria souliei*) 3건을 대상으로 수행하였으며, 사용된 시료들은 대전대학교 서영배 교수를 통해 식물분류학적 동정을 실시하였다.

기기 및 시약 - 분석에 사용한 HPLC는 Dionex Ultimate 3000(Germany) 제품을 사용하였다. 이 HPLC 시스템은 diode array UV/VIS detector (DAD-3000(RS)), pump(LPG 3X00), auto sampler(ACC-3000)로 구성된 것이고, HPLC column은 Shiseido Capcell pak C₁₈ UG 120(250×4.6 mm, 5 μm)을 사용하였다. 분석에 사용한 water와 methanol은 HPLC 급 용매로 J. T. Baker(USA)로부터 구입하여 사용하였으며, trifluoroacetic acid는 DAE JUNG 제품을 사용하였다.

추출 - 목향을 분말화하여 50호체(300 μm)로 균질화 한 후, 100 mg을 정확히 취하여 10 ml로 추출하였다. 추출은 90분 동안 이루어졌으며, 추출 용매는 100% methanol을 사용하였고, 초음파 추출법을 이용하였다.

HPLC 분석 조건 - 2011년 한약재 평가 기술 과학화 연구 사업단에서 확립한 HPLC 분석 방법을 이용하여 목향의 costunolide와 dehydrocostuslactone의 함량을 측정하였다.¹⁶⁾ 이동상은 water와 methanol을 사용하였으며, 조건은 Table I에 제시하였다. 시료의 injection volume은 10 μl였으며,

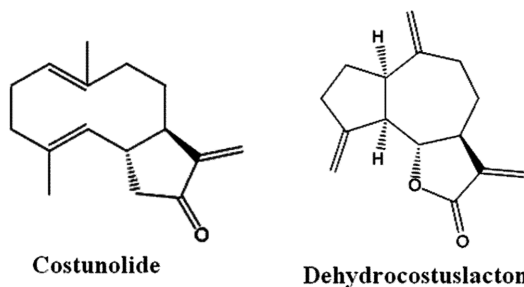


Fig. 1. structures of costunolide and dehydrocostuslactone form *Aucklandia lappa* Decne.

Table I. Mobile phase condition of HPLC-DAD

Time (min)	Flow (ml/min)	Mobile phase	
		0.1 % TFA water (%)	Acetonitrile (%)
0	1.0	45	55
30	1.0	45	55
35	1.0	0	100

flow rate는 1.0 ml/min으로 설정하였고, UV-wavelength는 210 nm, column temperature는 30°C로 유지하여 분석하였다.

PCA 분석 - 목향 및 유사시료의 생리활성성분인 costunolide와 dehydrocostuslactone의 함량을 변수로 하여, 기원 및 지역별 함량 차이를 확인하기 위해 principal component analysis(PCA)를 적용하여 패턴분석을 시행하였다. 주성분 분석에는 IBM SPSS Statistics 20 프로그램을 사용하였다.

결과 및 고찰

분석법의 검증 - 각 시료의 지표성분인 costunolide와 dehydrocostuslactone을 각각 정확히 칭량하여 녹인 후, 결과의 유의성을 확인하기 위해 농도를 단계별로(12.5, 25, 50, 175, 250, 500 μg/ml) 희석하여 제조하였으며, 확립된 HPLC 조건으로 분석하여 x축은 농도, y축은 peak 면적을 기준으로 검량선을 작성하였다. 그 결과, 두 물질의 상관계수(R²)가 0.9949, 0.9997로 1.0에 근접하게 나타나 좋은 직선성을 갖는 것으로 확인할 수 있었다(Table II).

HPLC Chromatogram - 목향 샘플의 HPLC chromatogram 패턴 분석결과, 목향의 costunolide와 dehydrocostuslactone은 각각 14분과 15분 사이에서 두 성분의 peak를 확인할 수 있었다. 천목향의 경우 목향과 유사한 peak retention time을 보였으나 토목향의 경우 목향의 costunolide와 dehydrocostuslactone이 나타나지 않았고 이후 시간에 특징적인 peak가 나타났다(Fig. 2).

지표성분 함량분석 - Costunolide와 dehydrocostuslactone의 함량을 확인하기 위하여 검량선의 회귀방정식에 의해 시료의 기원에 따라 62종의 중국산 목향, 1종의 토목향, 3종의 천목향으로 나누어 지표성분의 평균 함량을 구한 결과 중국산 목향은 costunolide의 평균 함량이 2.3895%,

Table II. Calibration curve equations of costunolide and dehydrocostuslactone

Compound	Equation	R ²
Costunolide	y = 0.3197x + 2.674 ^{a)}	0.9997
Dehydrocostuslactone	y = 0.8836x + 27.5	0.9949

^{a)}y: peak area, x : concentration

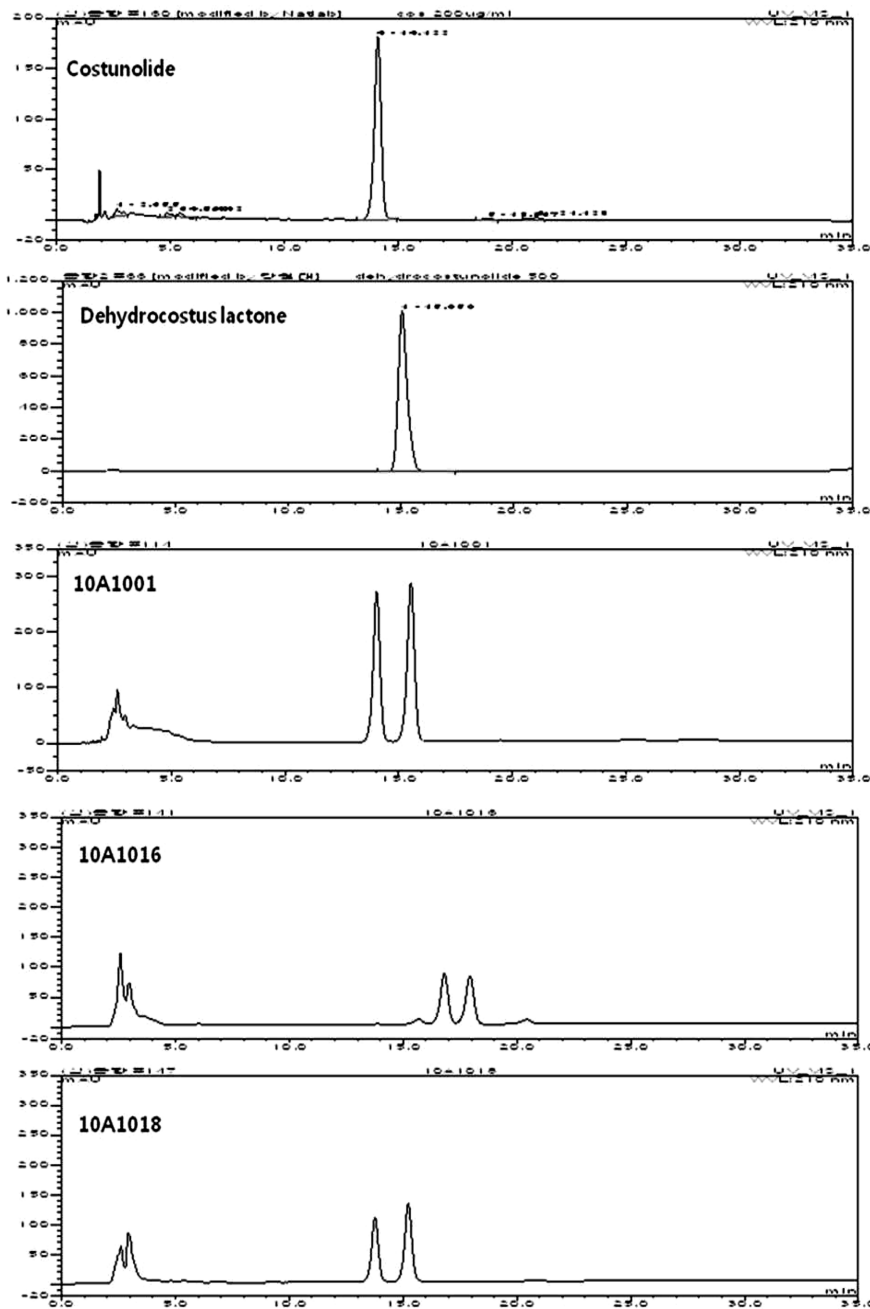


Fig. 2. HPLC chromatogram of standards (costunolide and dehydrocostuslactone), sample, 10A1001 (*Aucklandia lappa* Decne), 10A1016 (*Inula helenium*) and 10A1018 (*Vladimiria souliei*).

dehydrocostuslactone이 0.9258%였다(Table III). 그리고 3종의 천목향의 경우 costunolide의 평균 함량이 1.745%, dehydrocostuslactone이 1.3279%로 확인 되었다(Table IV). 그 결과 대부분 목향의 지표물질인 costunolide와 dehydrocostuslactone의 합이 1.8% 이상임이 확인되었다.

PCA 분석 결과 - 지표성분의 함량을 변수로 principal component analysis(PCA) 시행한 결과, 지표성분에 따른 군집을 형성하기 보다는 넓게 퍼져 분포하고 있었다. 따라서

목향을 기원 별로 구분하는 것은 어려웠다(Fig. 3).

함량기준 설정 - 목향 시료의 함량 모니터링을 통해 얻어진 값을 통해 함량 기준을 설정하였다. RSD값이 50% 이하인 경우, 총 데이터의 90%에 해당하는 범위의 평균 및 표준편차를 구하고 그에 해당되는 범위를 벗어난 데이터를 제거 한 뒤 평균 및 표준편차를 구하여 총 데이터의 97.5%에 해당하는 범위에서 함량기준을 설정한다. RSD값이 50% 이상일 경우에는 총 데이터의 66%에 해당하는 범위의 평균

Table III. The contents of costunolide and dehydrocostuslactone in *Aucklandia lappa* Decne

No.	Species	Collection place	Content (w/w, %)			
			Costunolide		Dehydrocostuslactone	
			mean±SD	RSD (%)	mean±SD	RSD (%)
10A1001	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.9171±0.0462	1.5840	0.9327±0.0193	2.0739
10A1002	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.0972±0.0227	2.0658	0.2533±0.0101	3.9821
10A1003	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.4412±0.525	2.1490	0.7481±0.0226	3.0252
10A1004	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.1049±0.0015	0.0715	0.5186±0.0007	0.1272
10A1005	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.1650±0.0022	0.1850	0.3462±0.0013	0.3804
10A1006	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.4177±0.0207	1.4603	0.3307±0.0084	2.5449
10A1007	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.7886±0.0050	0.2771	0.6144±0.0026	0.4154
10A1008	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.3312±0.0144	0.6158	0.7098±0.0056	0.7939
10A1009	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.7503±0.0435	2.4848	0.5536±0.0207	3.7314
10A10010	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.2196±0.0197	1.6150	0.1600±0.0073	4.5806
10A10011	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.8683±0.0286	1.5330	0.6181±0.0131	2.1259
10A10012	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.4786±0.0243	1.6462	0.3783±0.0108	2.8651
10A10013	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.1743±0.0181	0.8310	0.6692±0.0075	1.1192
10A10014	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.4428±0.0217	1.5015	0.4976±0.0113	2.2786
10A10015	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.2827±0.0226	1.7634	0.3416±0.0106	3.0993
11A2001	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	3.2425±0.0213	0.6579	1.2240±0.0064	0.5224
11A2002	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.2954±0.0034	0.2912	0.2855±0.0006	0.1988
11A2003	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.5091±0.0019	0.1281	0.4296±0.0009	0.2153
11A2004	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.2506±0.0084	0.6688	0.4004±0.002	0.5058
11A2005	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.4785±0.0386	1.5584	0.8468±0.0193	2.2757
11A2006	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.3213±0.0032	0.2448	0.5435±0.0017	0.3048
11A2007	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.9708±0.0162	0.823	0.6098±0.0076	1.2442
11A2008	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.2777±0.0031	0.2405	0.5271±0.0024	0.4592
11A2009	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.5605±0.0084	0.3280	0.9304±0.0044	0.4755
11A2010	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.3240±0.0050	0.3757	0.6368±0.0019	0.2917
11A2011	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.8356±0.0010	0.0519	0.5780±0.0009	0.1512
11A2012	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.2601±0.0050	0.2198	0.5748±0.0035	0.6087
11A2013	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.6202±0.0020	0.1255	0.7940±0.0012	0.1547
11A2014	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.7854±0.0114	0.6361	0.7834±0.0013	0.1707
11A2015	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.0277±0.0084	0.4131	0.6386±0.0051	0.7923
11A2016	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.8469±0.0062	0.3376	0.4503±0.0031	0.6869
11A2017	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.8221±0.0062	0.3409	0.6283±0.0022	0.3514
11A2018	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.6614±0.0023	0.1365	0.4294±0.0011	0.2617
11A2019	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.2288±0.0021	0.0962	0.7270±0.0008	0.1089
12A3001	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	3.2222±0.0874	2.7127	1.1325±0.0372	3.2835
12A3002	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	4.3744±0.0089	0.2045	1.5500±0.0032	0.2083
12A3003	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.5852±0.0048	0.1857	0.9169±0.0027	0.2928
12A3004	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.6232±0.0183	0.6991	1.0143±0.0089	0.8787
12A3005	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.8790±0.0009	0.0301	1.0829±0.0002	0.0215
12A3006	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	3.0411±0.0084	0.2778	1.0427±0.0038	0.3615

Table III. Continued

No.	Species	Collection place	Content (w/w, %)			
			Costunolide		Dehydrocostuslactone	
			mean±SD	RSD (%)	mean±SD	RSD (%)
12A3007	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.7264±0.0027	0.1001	0.9635±0.0011	0.1123
12A3008	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.2648±0.0293	1.2922	0.8896±0.0148	1.6673
12A3009	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	1.8361±0.0033	0.1777	0.6338±0.0019	0.3056
12A3010	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	3.3228±0.0461	1.3869	1.0062±0.0173	1.7204
12A3011	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.8310±0.1022	3.6093	1.0801±0.0486	4.4992
12A3012	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.9537±0.0231	0.7806	1.1472±0.0114	0.9949
12A3013	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	3.5353±0.0202	0.5720	1.3500±0.0095	0.7025
12A3014	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.1450±0.0111	0.5163	0.6878±0.005	0.7215
12A3015	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.5659±0.007	0.2709	0.7704±0.0028	0.3585
12A3016	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.4027±0.0069	0.2868	0.7850±0.0031	0.3965
12A3017	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.7090±0.0136	0.502	0.9001±0.0059	0.6531
12A3018	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.9146±0.0206	0.7082	0.9359±0.0088	0.9394
12A3019	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	2.6026±0.0855	3.2858	0.9852±0.0369	3.7416
12A3020	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	3.1544±0.0156	0.4938	1.0101±0.0061	0.6059
12A3021	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	3.5394±0.0111	0.3126	1.2663±0.0046	0.3670
12A3022	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	3.2592±0.0202	0.6208	1.2173±0.0087	0.7132
12A3023	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	3.2656±0.0052	0.1578	1.1424±0.0021	0.1811
12A3024	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	3.7276±0.015	0.4017	1.4824±0.0064	0.4351
12A3025	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	3.1641±0.0512	1.6166	1.2685±0.023	1.8134
12A3026	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	4.3212±0.0451	1.0426	1.5947±0.0171	1.0736
12A3027	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	3.7354±0.0365	0.9772	1.3011±0.0143	1.1014
12A3028	<i>Aucklandia lappa</i> Decne	China	4.6505±0.0101	0.2164	1.9638±0.0053	0.26275

Table IV. The contents of costunolide and dehydrocostuslactone in *Vladimiria souliei*

No.	Species	Collection place	Content (w/w, %)			
			Costunolide		Dehydrocostuslactone	
			mean±SD	RSD (%)	mean±SD	RSD (%)
10A10017	<i>Vladimiria souliei</i>	China	2.3015±0.0308	1.3383	2.4182±0.0304	1.2553
10A10018	<i>Vladimiria souliei</i>	China	1.0503±0.0166	1.5783	0.6103±0.0092	1.5028
10A10019	<i>Vladimiria souliei</i>	China	1.8853±0.0033	0.1737	0.9553±0.0016	0.1661

및 표준편차를 이용하여 총 데이터의 95%에 해당하는 함량기준을 구한다. Costunolide와 dehydrocostuslactone은 모두 RSD값이 50% 이하인 경우의 함량 기준 설정법에 의해 계산하였다. 함량 기준(안)을 costunolide는 0.8662%, dehydrocostuslactone은 0.3060%로 설정하였으며, 두 생리활성성분의 함을 1.2340%로 제시하였다. 본 모니터링에서 분석한 전체의 시료 중 3건이 부적합을 나타내었으며 이는 목향 재배 환경에 의한 품질의 저하로 인해 부적합이 생긴 것으로 판단된다.

결론

본 연구에서는 현재 국내에서 유통되고 있는 목향 중 중국산 목향, 토목향, 천목향의 시료 66종을 HPLC법을 이용하여 생리활성성분인 costunolide와 dehydrocostuslactone의 함량을 모니터링하고 평가하였다. costunolide의 경우 목향에 가장 많이 포함되어 있었고, dehydrocostuslactone은 천목향에 많이 포함되어 있었다. 토목향에서는 두 성분이 확인되지 않았다. Costunolide와 dehydrocostuslactone이 포함

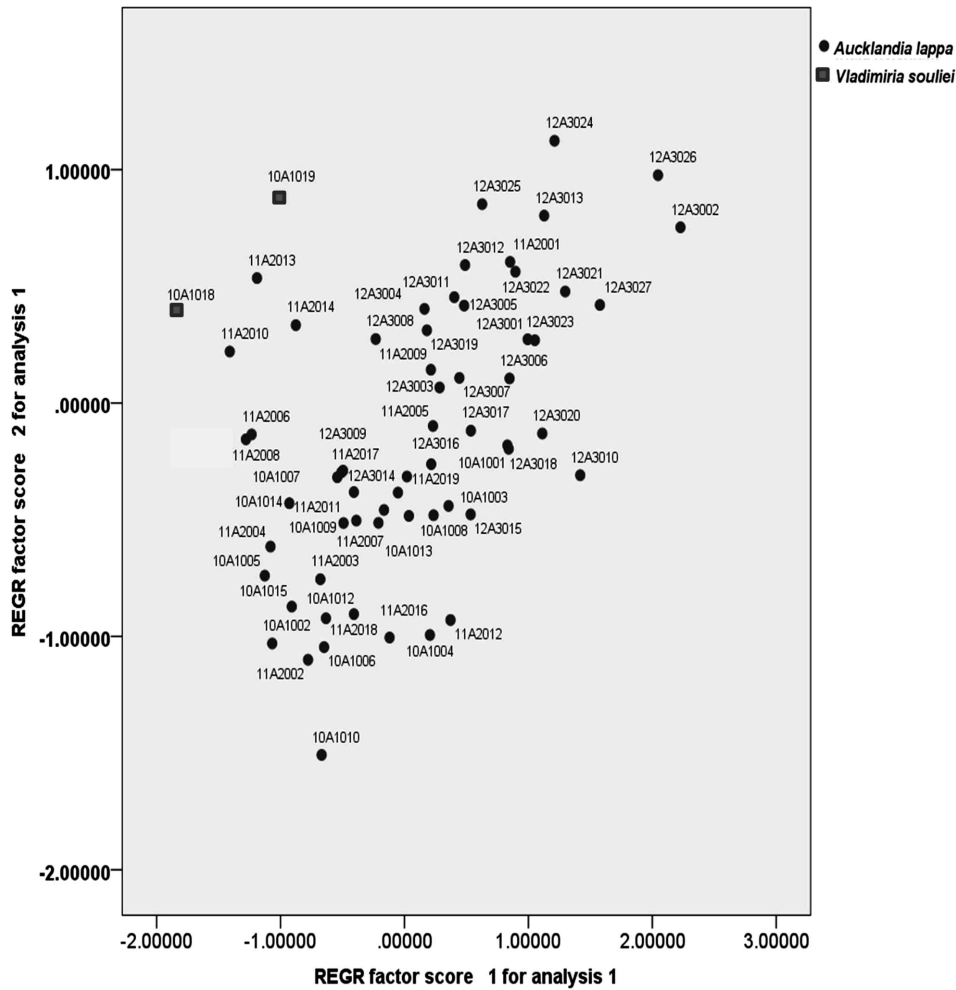


Fig. 3. Principal Component Analysis (PCA) projection of *Aucklandia lappa* Decne and *Vladimiria souliei*.

되지 않은 토목향을 제외하고 목향과 천목향 시료를 대상으로 두 성분의 함량을 이용하여 PCA 분석을 하였다. 분석 결과, costunolide와 dehydrocostuslactone의 함량으로는 기원이 다른 목향과 천목향은 군집이 형성 되지 않아 구분이 어려웠으며. 이것은 목향과 천목향의 두 성분이 차이가 아주 작기 때문이다.

전체적으로 목향은 기원 별 구분이 뚜렷하지 않은 것을 확인 하였으며, HPLC를 이용하여 두 성분을 함량을 분석한 결과를 바탕으로 costunolide는 0.8662%, dehydrocostuslactone은 0.3060%로 설정하였으며, 두 생리활성성분의 합을 1.2340%로 함량 기준(안)을 제시하였다. 본 모니터링 결과에서는 시료 중 3건 정도가 부적합한 함량을 나타내었으며, 이는 목향 재배 환경에 의한 품질 저하로 인해 발생한 결과로 판단된다. 추가적으로 다양한 목향 시료를 구입하고 상대적으로 시료수가 적은 천목향과 토목향의 시료를 늘려 모니터링 하면 좋은 결과를 얻을 수 있을 거라 생각되며, 추가적인 모니터링에 대한 실험을 계획 중이다.

본 결과를 참고로 생약규격집에 수재되지 않은 목향에 대한 효율적이고 체계적인 유효성분 중심의 품질관리가 가능할 것이며, 효율적인 품질관리 개선책에 관한 정보를 제공하고, 이를 바탕으로 한 표준화 정책으로 유도함에 있어 큰 도움이 될 것이다.

사 사

본 연구는 2012년도 식품의약품안전처 용역연구개발과제의 연구개발비 지원(12172한약국401)에 의해 수행되었으며 이에 감사 드립니다.

인용문헌

1. Song, J. W., Min, K. J. and Cha, C. G. (2008) Antioxidative and antitumor activity of extracts from *Saussurea lappa*. *J. Env. Hlth. Sci.* **34**: 55-61.

2. Lee, M.S., Ryu, D. G. and Kwon, K. B. (2011) Anti-inflammatory effects of *Saussurea Lappa* extracts in Murine Macrophages. *Kor. J. Orient. Med. Physiol. Pathol.* **25**: 275-279.
3. Lee, M. S., Kin, J. J., Oh, J. M., Choi, M. K., Song, M. J., Ahn, Y. H., Lee, J. H., Jeon, B. H., Park, K.-I. and Jang, S. J. (2011) Effect of water extract of *Saussureae Radix* in RANKL-induced osteoclast differentiation. *Kor. J. Orient. Med. Physiol. Pathol.* **25**: 516-520.
4. Lee, Y.-J., Kang, S.-J. and Ku, S.-K. (2011) Cytotoxicity in HL-60 cells and human lymphocytes and effect of leukemia cell differentiation induced by *Saussureae Radix* extract. *Kor. J. Herbology* **26**: 31-37.
5. Cho, S.-K., Park, H.-R. and Kim, C.-J. (1996) Spasmolytic and anti-peptic ulcer activities of crude drugs acting on gastrointestinal tract in rats. *Yakhak Hoeji* **40**: 591-598.
6. Lee, S.-J., Kim, D.-S., Mun, T.-J., Woo, W.-H., Lee, J.-C. and Lin, K.-S. (2009) AntiBacterial activity of ethanol extract of *Saussurea lappa*. *J. Kor. Orient. Med. Ophthalmol. Otolaryngol. Dermatol.* **22**: 100-107.
7. Yu, H. H., Kim, Y. H., Lee, J. S., Lee, K. H., So, H. S., Jeon, B. H. and You, Y. O. (2005) Effects of ethanol extract of *Saussurea lappa* on the growth, acid production, adhesion, and insoluble glucan synthesis of *Streptococcus mutans*. *Kor. J. Orient. Med. Physiol. Pathol.* **19**: 1195-1199.
8. Lee, E.-J., Bae, S.-Y., Nam, K.-W. and Lee, Y.-H. (2010) Antibacterial and anti-inflammatory effects of medicinal plants against acne-inducing bacteria. *J. Soc. Cosmet. Sci. Kor.* **36**: 57-63.
9. Choi, W. Y., Jo, M. J., Kim, S. C. and Jung, J. Y. (2009) *Aucklandiae Radix* has inhibitory effects of pro-inflammatory mediator in LPS-induced RAW 264.7 cell. *J. Jeahan. Orient. Med. Acad.* **7**: 1-12.
10. Jeong, S.-J., Itokawa, T., Shibuya, M., Kuwano, M., Ono, M., Higuchi, R. and Miuamoto, T. (2002) Costunolide, a sesquiterpene lactone from *Saussurea lappa*, inhibits the VEGFR KDR/Flk-1 signaling pathway. *Cancer Letters* **187**: 129-133.
11. Jeon, T.-J., Lee, H. S., Yeon, S. W., Ko, J. H., An, K.-M., Yu, S.-W., Kang, J.-H., Hwang, B. Y. and Kim, T.-Y. (2005) Inhibitory effects of dehydrocostuslactone isolated from *Saussureae Radix* on CDK2 activity. *Kor. J. Pharmacogn.* **36**: 97-101.
12. Cho, J. Y., Baik, K. U., Jung, J. H. and Park, M. H. (2000) In vitro anti-inflammatory effects of cynaropicrin, a sesquiterpene lactone, from *Saussurea lappa*. *Eur. J. Pharmacol.* **398**: 399-407.
13. Sun, C.-M., Syu, W.-J., Don, M.-J., Lu, J.-J. and Lee, G.-H. (2003) Cytotoxic sesquiterpene lactones from the root of *Saussurea lappa*. *J. Nat. Prod.* **66**: 1175-1180.
14. Matsuda, H., Toguchida, I., Ninomiya, K., Kageura, Tadashi., Morikawa, T. and Yoshikawa, M. (2003) Effects of sesquiterpenes and amino acid-sesquiterpene conjugates from the roots of *Saussurea lappa* on inducible nitric oxide synthase and heat shock protein In lipopolysaccharide-activated macrophages. *Bioorg. Med. Chem.* **11**: 709-715.
15. Jung, J. H., Kim, Y., Lee, C.-O., Kang, S. S., Park, J.-H. and Im, K. S. (1998) Cytotoxic constituents of *Saussurea lappa*. *Arch. Pharm. Res.* **21**: 153-156.
16. 김영식 (2011) 한약재 평가 기술 과학화 연구 사업단 보고서, 식품의약품안전처.
(2013. 8. 1 접수; 2013. 8. 6 심사; 2013. 8. 19 게재확정)