

두릅나무 순의 Saponin에 관한 연구(I) - Saponin의 분리 및 함량 -

李萬正 · 金玲希

효성여자대학교 식품영양학과
(1990년 5월 12일 접수)

Studies on the Saponins in the Shoot of *Aralia Elata*(I) -Separation and Content of the Saponins-

Mahn Jung Lee and Young Hee Kim

Department of Food Science and Nutrition Hyosung Women's University
(Received May 12, 1990)

Abstract

We extracted and analysed the saponin fraction in the shoot of *Aralia Elata*. The results were as follows.

1. Natural samples had higher contents and more kinds of saponin than those grown in the green-house. The contents and the kinds of saponin decreased by steam treatment in both samples while the contents increased with the growth. The number of saponins in the natural raw sample (Nr2) which was at the most suitable stage for use was 37.
2. The saponin pattern of Nr2, with the large Fh saponin was specifically different from those with different harvest time which had large 'd' fraction. But all the natural samples which were steam-treated showed similar saponin patterns irrespective of harvest time. The saponin patterns of the green-house grown samples were simpler and showed less change during growing compared with those of the natural ones. All the steamed green-house grown samples showed the similar saponin patterns.

I. 서 론

두릅나무(*Aralia elata* SEEMANN) 순은 옛날부터 춘궁기나 천변지이가 일어났을 때 구황식품으로^{1,2)} 이용되었을 뿐 아니라 최근에는 더덕이나 도라지 등과 함께 vinyl house에서 재배되어 이른 봄의 향긋한 기호식품으로 애용되고 있다.

한편, 두릅나무는 오래 전부터 각 부위마다 민간에서 한약재로 이용되고 있는데, 잎은 건위제로,³⁾ 나무껍질은 당뇨병 치료에,³⁾ 뿌리 및 껍질은 강장제⁴⁾로서 효력이 있다고 한다

원래 두릅나무는 인삼, 오갈피, 음나무, 팔손이 등과 같이 두릅나무과(*Araliaceae*)⁵⁻⁸⁾에 속하고 이들은 거의 모두가 한약재⁹⁾로 이용되고 있는데 그 약효성분으로는 주로 saponin이 조사 보고 되어 있다.¹⁰⁻¹⁴⁾

두릅나무 중에서도 오늘날 그 성분과 약효연구에 이용되고 있는 것으로는 주로 *Aralia chinensis*,^{15,16)} *Aralia cordata*,^{17,18)} *Aralia schmidth*,¹⁹⁾ *Aralia mandshurica*,²⁰⁻²³⁾ *Aralia montana*,²⁴⁾ *Aralia cachemeric*²⁵⁾ 및 *Aralia elata*²⁶⁻³⁰⁾ 등이고 우리나라에서 자생하는 것은 *Aralia elata*이다.

두릅나무(*Aralia elata*) 중 주로 식품으로 이용되는 순에 대해서 순의 성장시기, 재배장소, 가열처리 등의 조건이 saponin 함량과 패턴에 어떤 영향을 미치는가를 검토하여 보았기에 정리 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료

이른 봄 vinyl house에서 재배, 2~3월경 시장에 출

Table 1. Length of samples shoot of *Aralia elata* at three growth stage

Stage	Green-house (cm)	Natural (cm)
1	4-6	4-6
2	8-13	10-14
3	17-26	17-30

하된 것을 온상산(green-house, G)시료, 4~5월경 시장에 출하된 것을 자연산(natural, N) 시료로 삼았다.

다시 이들을 채취시기별로 나누어 출아초기(1), 식용적기(2), 식용만기(3)로 구분하고 또 시료를 수세한 후 50~55°C로 통풍건조한 후 마쇄한 것을 날것(raw, R)으로, 100°C에서 2~3분간 쪄 후 50~55°C 통풍건조, 마쇄한 것을 쪄 것(steamed, S)으로 구분 공시하였다.

2. 시약 및 분석기기

1) 시약

추출 및 chromatography용 용매 및 발색시약은 시판 특급시약을 사용하였고, trimethylsilylation(TMS화)에 사용한 N-trimethylsilyl imidazole은 Pierce사 GR급을 사용하였다. High performance liquid chromatography(HPLC) 및 nuclear magnetic resonance(NMR) 분석용 용매는 Merck 및 Fluka사 제품을 이용하였고 infrared(IR)의 KBr pellet을 만들 때 사용한 시약과 streptozotocin은 Sigma사 제품을 사용하였다. Aglycon의 표준품으로 사용한 oleanolic acid와 hedragenin은 Nakayama상사 제품을 이용하였다.

2) 분석기기

HPLC는 analytical HPLC/ALC-244(Waters Associate)를, 그리고 detector는 RI-401(Waters Associate)를 사용하였다. Gas chromatography(GC)는 Varian Aerograph 3700을 이용하고 IR spectrum은 Perkin Elmer 599 B spectrometer로 분석하였다. ¹H와 ¹³C-NMR spectrum은 Bruker FT(300 MHz, 75 MHz) spectrometer를 사용하고, mass(MS) spectrum은 JEOL JMS-DX 303를 이용하였다.

3. Crude saponin 분리

시료 9g을 75~80°C 항온수조에서 90% methanol 100 ml로 3시간씩 3회 환류 추출한 후 여과하였다. 이 여액을 50°C 이하에서 감압농축시켜 methanol 추출물을 얻었다. 이 추출물을 증류수 20 ml 용해하여 Shibata³¹⁾ 등의 방법에 따라 Fig. 1과 같이 ethyl ether 100 ml로 지방·색소 등을 제거하고 ethyl acetate로 색소 및 비극성 물질을 분리하여 이것을 ethyl acetate 분획으로 하였다. Ethyl acetate 분액하여 수층을 수포화 butanol로 3회

Shoot of *A. elata*

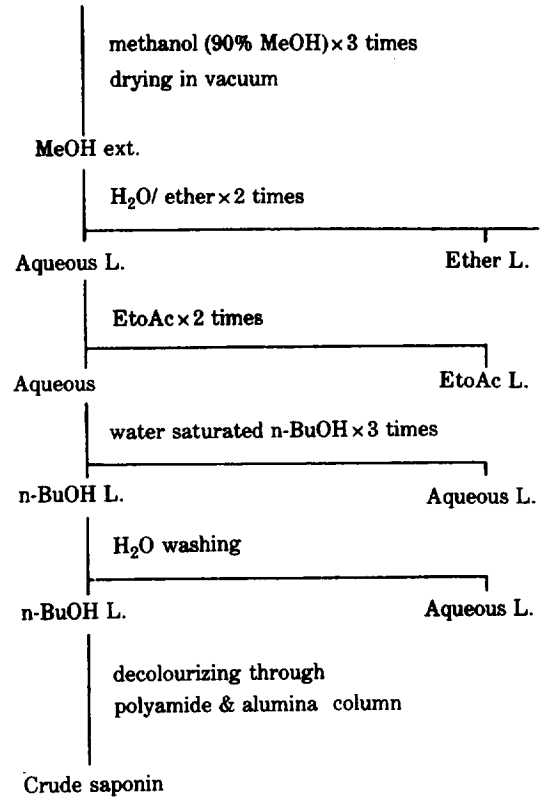


Fig. 1. Flow chart of crude saponin extraction from shoot of *Aralia elata*

추출하여 증류수로 2회 수세한 후 butanol 층을 Lutomski,³²⁾ Yahara 등³³⁾의 방법에 따라 polyamide와 alumina column을 통과시켜 남아 있는 색소를 제거하였다. 다시 한번 수포화 butanol로 column을 통과시켜 내부에 부착되어 있을 crude saponin을 모아 첫번째 butanol 층과 합하였다. 모아진 butanol 층을 50°C 이하에서 감압농축하여 얻은 연황색의 분말을 crude saponin으로 삼았다.

III. 결과 및 고찰

1. Crude saponin의 함량

두릅나무 순으로부터 분리한 crude saponin의 함량은 각 시료군에 따라 Fig. 2와 같은 차이를 보였다. Saponin 함량은 자연산이 온상산보다 많고, 잎의 성장에 따라 경시적으로 증가하였다. 이것은 인삼에서 생육기간이 길어질수록 또 인삼잎이 성장할수록 saponin 함량이 증가한다는 보고^{34,35)}와 일치하였다. 또 쪄것은 그 양이

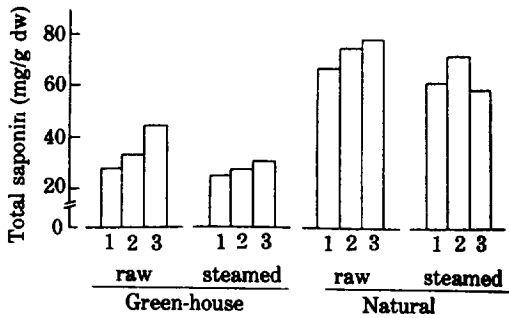


Fig. 2. Total saponin content in the raw and steamed shoot of *Aralia elata* at three growth stages. 1, 2, 3; growth stage (Table 1)

Table 2. Number of saponin bands on TLC at three growth stages

Growth stage	Raw			Steamed		
	1	2	3	1	2	3
Green-house	11	13	10	11	10	10
Natural	16	17	12	12	12	10

감소하였는데 이것은 열에 불안정한 것과 물에 쉽게 용출되는 saponin에 기인된 것으로 추정된다.

같은 두릅나무과에 속하는 홍삼뿌리와 두릅나무뿌리의 총 saponin 함량이 각각 2.47, 2.16(w/w% dry wt.) 이고³⁶⁾ 백삼은 3.3%를 함유하며³⁷⁾ 두릅나무의 근피는 21.51%, 잎자루는 7.04%, 잎은 16.75% 함유한다는 보고⁴⁾ 와 oleanolic acid glucoside의 함량이 인삼뿌리는 0.15% 두릅나무뿌리는 4.05%라는 보고²⁹⁾ 등에 비추어 보면 두릅나무 순(자연산 날것 식용적기, Nr2)의 saponin 함량(7.83%)이 적지 않음을 알 수 있다.

2. Crude saponin의 검색

1) Saponin의 종류

Crude saponin을 TLC로 전개하여 Liebermann Burchard 시약으로 발색시킨 결과는 모든 spot가 적색점으로 나타나 saponin임을 확인할 수 있었다. 각 시료들 간에 이 saponin의 밴드수를 비교해보면(Table 2), 자연산이 온상산보다 그 종류가 많았다. 그리고 자연산이나 온상산이나 모두 식용적기(2)에 가장 많았는데 이것은 식물체가 대사작용이 활발한 시기이므로 대사 중간물질이 많이 생성되어 saponin의 종류가 늘어난 것으로 사료된다. 가열에 의해서는 saponin이 양적으로나 수적으로 모두 감소하였는데 이것은 몇 개의 불안정한 형태가 하나의 안정된 형태로 변한 까닭이라 생각되며 다시 감소된 정도가 자연산에서 심하게 나타났는데 이

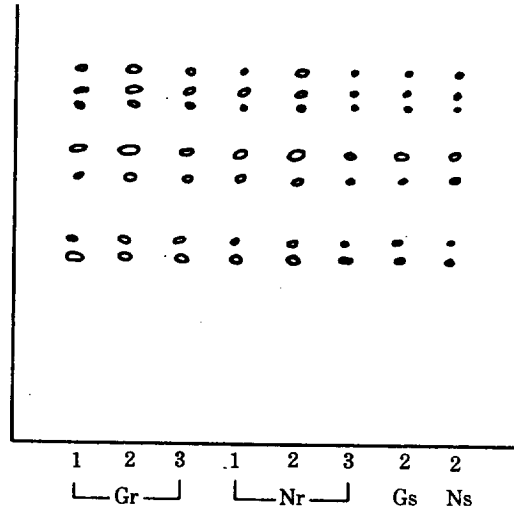


Fig. 3. Thin layer chromatogram of ethyl acetate fraction in shoot of *Aralia elata* at three growth stage. Solvent system; chloroform/ methanol/ water (61: 32: 7), Detection; Liebermann Burchard reagent. G; green-house, N; natural, r; raw, s; steamed. 1, 2, 3; growth stage

것은 온상산에서는 생성되지 않고, 자연산에서만 생성된 saponin이 가열에 의해서 소실된 것으로 추정된다.

Ethyl acetate 층에서 saponin 검색을 해본 결과 Liebermann Burchard 반응에서 양성을 나타내었고 모든 시료들이 같은 양상을 보였다(Fig. 3). 이 ethyl acetate 분획을 butanol 분획(crude saponin)과 TLC상에서 비교해 보았다. 그 결과 Fig. 4에서와 같이 ethyl acetate 분획은 butanol 분획에 비해 아래쪽의 spot는 확인되지 않고 6, 7, 10 및 11의 spot가 확인되었으며 모두 butanol 분획 보다 많은 양이었다. 그리고 E₁₂-E₁₁의 spot가 ethyl acetate 분획에서 특징적으로 나타났다.

자연산 날것 식용적기(Nr2)의 saponin을 TLC로 1차원 전개했을 때 spot로 한 경우(Fig. 4)와 band로 한 경우의 saponin 수는 각각 11개와 17개였다. 이것을 2차원 전개시킨 Fig. 6에서는 37개의 saponin이 검출되었다. 이것은 두릅나무의 수피에서 발견한 2종,^{38,39)} 뿌리의 9종,^{32,40,41)} 잎의 10종의 saponin⁴²⁾보다 훨씬 많은 것으로 순에서는 saponin 대사과정이 복잡하게 분화되어 있음을 알 수 있다.

2) 각 Saponin의 패턴 비교

자연산 날것의 각 시기별 saponin의 HPLC 용출 패턴은 Fig. 7과 같다. 1시기는 앞쪽의 피크가 여러 개 나오고 뒤로 갈수록 분리가 잘 안되며 2시기는 1시기 보다 retention time 6~7분의 피크 'b'가 커지고 중후반부터는 분리가 잘 되지 않았다. 3시기는 전반부

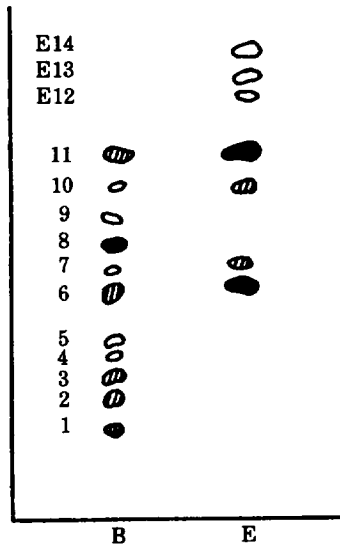


Fig. 4. Thin layer chromatogram of water saturated n-BuOH fraction (B) and ethyl acetate fraction (E) in shoot of *Aralia elata* (Nr2). Solvent system; chloroform/ methanol/ water (61: 32: 7), Detection; 10% H₂SO₄. Black, shade and white indicates strong, medium and weak in color intensity.

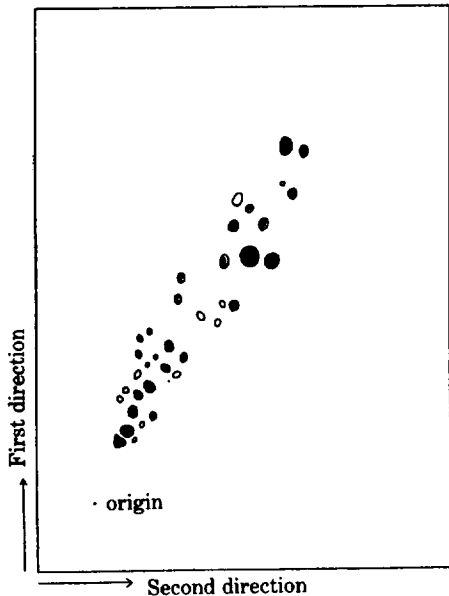


Fig. 5. Two-dimensional development of saponin fraction (Nr2) of *Aralia elata* by TLC. First direction; CHCl₃/ MeOH/ H₂O (61: 32: 7), Second direction; n-BuOH saturated with water. Black, shade and white indicates strong, medium and weak in color intensity

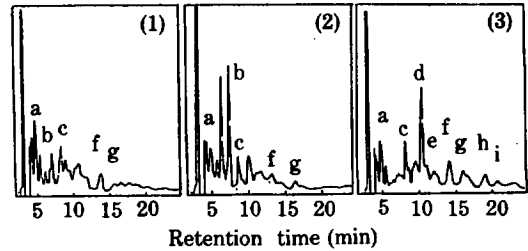


Fig. 6. HPLC chromatograms of saponins in natural raw shoot of *Aralia elata* at three growth stages. 1, 2, 3; growth stage

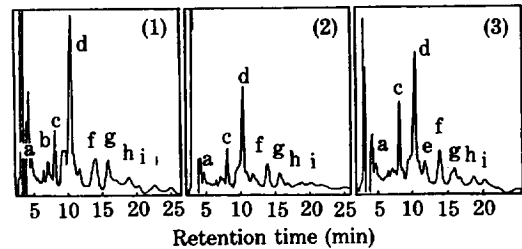


Fig. 7. HPLC chromatograms of saponins in natural steamed shoot of *Aralia elata* at three growth stage. 1, 2, 3; growth stage

피크의 크기가 줄어들면서 1, 2시기에서는 묻혀서 보이지 않던 'd' 피크가 뚜렷하게 나타나고 'f', 'g' 등 후반부 피크도 뚜렷해졌다. 따라서 1, 2시기는 saponin 대사가 진행되는 시기이고 3시기는 saponin 생성이 안정되는 시기라 사료된다. 각 saponin 종류에 따른 차이를 보면 2시기에서는 'b'의 양이 늘어났다가 3시기에서는 거의 없어지고 'd'가 크게 나타나는 등, 각 saponin 종류별 함량비율이 시기별로 차이가 있었다. 박 등²⁶⁾도 인삼의 잎 saponin이 생육시기에 따라 그 패턴이 변화하고 있다는 보고와 비슷한 경향을 보이는 것 같다.

자연산 쥘것의 각 시기별 패턴(Fig. 8)은 자연산 날것과는 달리 시기별로 큰 차는 없었고, 전반적으로 그 패턴이 유사하고 'c', 'd', 'f', 'g' 등의 피크가 특징적으로 뚜렷하여 자연산 날것과 비교할 때 3시기와 유사하였다. 1, 2시기가 날것에서는 그 패턴이 전혀 달랐음에도 불구하고, 쥘것에서는 비슷하게 나타난 것은 'b' 등이 'c', 'd', 'f', 'g' 등으로 전환되었으리라 사료된다. 따라서 'b' 등은 열에 불안정한 saponin으로 추정된다.

온상산의 패턴(Fig. 8, 9)은 자연산과는 큰 차이를 보였다. 날것인데도 'c', 'd' 등이 많이 나타났으며 'a', 'c', 'd', 'f', 'g' 등의 피크가 특이하게 나타났는데 이 중 'c'는 자랄수록 늘어나나 'a'는 상대적으로 줄어들었다. 자연산에서와 같이 가열에 의한 saponin 종류

변화는 거의 없었고, 날것과 찐것의 패턴은 비슷하였다. 자연산에 비해서 피크가 단순하고 시기별 종류 변화가 적은 것으로 보아 온상산은 자연산보다 대사가 활발치

못한 결과 생리활성을 갖는 물질의 종류가 적은 것으로 사료된다.

3) 각 Saponin의 패턴 유사도

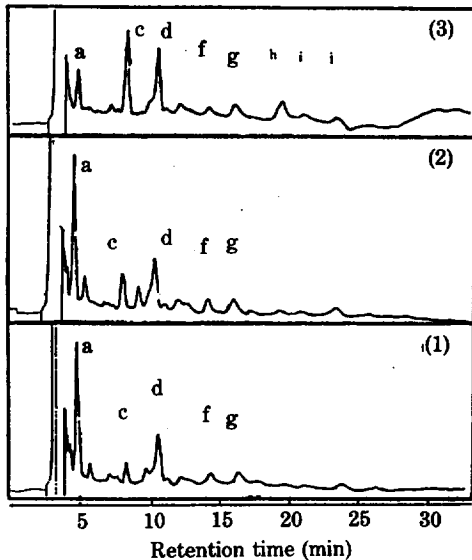


Fig. 8. HPLC chromatograms of saponins in raw shoot of *Aralia elata* grown in green-house at three growth stage. 1, 2, 3; growth stage

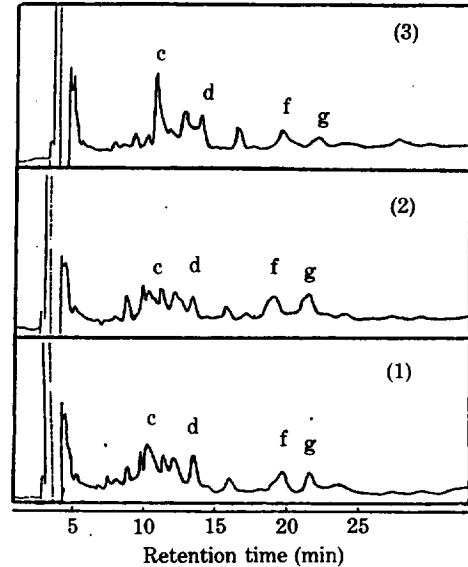


Fig. 9. HPLC chromatograms of saponins in steamed shoot of *Aralia elata* grown in green-house at three growth stage. 1, 2, 3; growth stage

Table 3. Pattern similarity of *Aralia elata* saponin in raw and steamed shoot at three growth stages

	Gr2	Gr3	Nr1	Nr2	Nr3	Ns1	Ns2	Ns3
Gr1	0.9816 (10)***	0.3421 (10)	0.5763 (9)	0.5970 (9)	0.5939 (9)	0.3312 (10)	0.3064 (10)	0.3190 (10)
Gr2		0.4073 (10)	0.7002 (10)*	-0.0820 (9)	0.6130 (11)*	0.3397 (10)	0.3386 (10)	0.3086 (10)
Gr3			0.4709 (9)	-0.5769 (8)	0.7729 (10)*	0.6918 (10)*	0.7274 (10)*	0.5486 (10)
Nr1				0.3001 (9)	0.6976 (9)*	0.1371 (7)	0.1384 (7)	0.1571 (7)
Nr2					0.4203 (7)	-0.1526 (8)	-0.1637 (8)	-0.2817 (8)
Nr3						0.9345 (11)***	0.9216 (11)***	0.9051 (11)***
Ns1							0.9881 (11)***	0.9641 (11)***
Ns2								0.9397 (11)***

N: Natural, G: Green-house, r; raw, s; steamed
 ***, **, *, Significant at p= 0.001, 0.01, and 0.05
 (); Number of peaks having similar retention time

Table 4. Pattern similarity of *Aralia elata* saponin in raw and steamed shoot at three growth stages

	Gs2	Gs3	Gr1	Gr2	Gr3	Ns1	Ns2	Ns3
Gs1	0.7864 (11)**	0.8343 (11)**	0.0538 (9)	0.1199 (10)	0.6543 (9)	0.8529 (8)**	0.9282 (8)***	0.8242 (8)*
Gs2		0.4707 (11)	-0.0046 (9)	0.0511 (10)	0.2348 (9)	-0.2701 (8)	0.7671 (8)*	0.4913 (8)
Gs3			0.0403 (9)	0.1601 (10)	0.8210 (9)**	0.6342 (8)	0.8434 (8)**	0.9356 (8)***

N: Natural, G: Green-house, r; raw, s; steamed
 ***, **, *, Significant at p= 0.001, 0.01, and 0.05
 (); Number of peaks having similar retention time

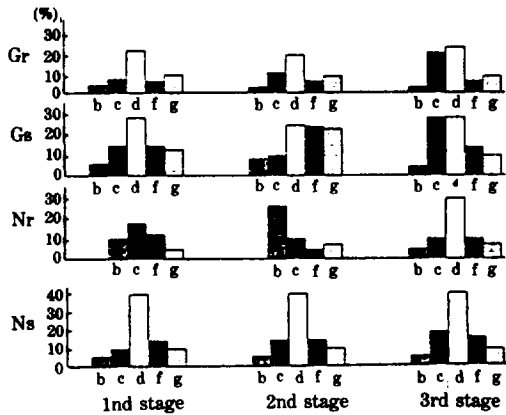


Fig. 10 Percentage of major saponins to total saponin in *Aralia elata* shoot at three growth stages. G; green-house, N; natural, r; raw, s; steamed.

각 saponin들의 패턴 유사도를 보기 위해서 retention time이 같은 피크끼리 면적간의 상관을 보았다(Table 3, 4). 온상산 날것의 1시기와 2시기는 매우 비슷한 패턴을 보였으며 자연산 날것의 3시기는 자연산 찐것의 1, 2, 3시기와 매우 유사하였다. 자연산 찐것은 시기에 관계없이 거의 같은 패턴을 보였다. 그러나 자연산 날것의 2시기는 다른 것과는 달리 독특한 패턴이었고, 또 온상산 날것 2시기와도 매우 달랐다. 온상산 찐것의 1시기와 2시기의 피크는 서로 유사하게 보였고 또, 온상산 찐것의 1시기와 3시기의 피크는 상관이 있어 보였다. 이것은 1시기의 'c' 피크가 크기 때문이라 사료된다. 찐것 가운데는 자연산과 온상산이 서로 유사한 것이 많았다.

4) 주요 Saponin의 함량비

각 saponin에 대한 주요 saponin 등의 함량비들 인삼의 대표적 saponin인 ginsenoside Rg₁을 equivalent로 해서 측정한 결과는 Fig. 10과 같다. 자연산 날것의 2시기는 'b'가 특이하게 많았고 그 밖에서는 'd' saponin이 가장 많았다. 온상산에서는 'c' saponin이 차지하는 비율이 점차 증가하였다.

IV. 적 요

두릅나무 *Aralia elata*순의 saponin을 분리하여 조사한 결과는 다음과 같다.

1. Saponin의 함량과 종류는 자연산이 온상산보다 많고, 가열에 의해서는 모두 감소하였으며, 잎이 자랄수록 그 함량은 증가하였다. 자연산 날것 식용적기(Nr2)의 총 saponin 종류는 37개였다.

2. 자연산의 saponin 패턴은 생육시기에 따라 변하였으며 날것 식용적기(Nr2)가 다른 것에 비해서 크게

달랐다. 그러나 가열 처리한 결과는 saponin 패턴이 변화되어 시기적 차가 줄었다. 온상산은 자연산에 비해 피크가 단순하고 시기별 차이는 적었지만 가열에 의한 패턴의 차도 적었다.

3. 자연산 날것 식용적기는 'b' saponin이 특이하게 많았고 나머지에서는 'd' saponin이 가장 많았다.

참고문헌

1. 이성우: 韓國食經大典, 향문사, p.401(1981).
2. 강인회, 이경복: 한국식생활풍속, 삼영사, p.265 (1984).
3. 柴田桂太: 資源植物事典, 北隆館 p.429(1957)
4. 董万超, 王文英, 崔貞淑, 中藥通報, 吉林省, 11(7), p.428(1986).
5. 이창복: 대한식물도감, 향문사, p.572(1979).
6. L.F. Merritt.: Manual of Botany. American Book Company, p.1077 (1950).
7. L.B. Nathaniel, A.B. Hon.: Illustrated Flora. Dover Publications, p.616 (1970).
8. 赤松金芳: 和漢藥, 医齒藥出株, p.200(1974).
9. 류경수, 육창수, 홍남두: 국산약품자원식물, 생약학회지, 2(3), 125(1971).
10. 江蘇新學院編: 中藥大辭典, 上海科學技術出版社, p.12 77(1978).
11. 小竹無二雄, 田中勝太, 岡本頑次: 配糖體の化學的研究, 理化學研究所 年報, 12(7), 589(1933).
12. I.I. Brekhman: *Eleutherococcus Senticosus*- A New Medicinal Herb of The Araliaceae Family. 2nd. Int. Pharmacological Meeting, 7. p.97 (1963).
13. M. Tanemura, K. Takamura: Studies on the Saponin in *Fatsia japonica* Decne et Planch, Yakugaku Zasshi, 95(1), 1 (1975).
14. 지형준, 김현수: 생약의 Saponin 성분 에 관한 연구(제 2 보) 해동피의 Saponin 성분, 서울대 생약연구소 업적집, 22, 121(1983).
15. 近藤平三郎: 「たらのき」皮部成分, 軍醫團雜誌, 38, 2139(1912).
16. 森田智: 民間糖尿病に用ひられる, たらのきの成分について, 藥學, 49, 660(1929).
17. S. Yahara, M. Ishida, K. Yamasaki, O.Tanaka, S. Mi-hashi: Mino r Diterpens of *Aralia cordata* Thunb, 17-Hydroxy-ent-kaur-15-en-19-oic Acid and Grandifloric Acid. Chem. Pharm. Bull., 22(7), 1629 (1974).
18. S. Shibata, S. Mihashi, O. Tanaka: The Occurrence of (-) Pimarane-Type Diterpene in *Aralia cordata* THUNB. Tetrahedron Letters, 51, 5241 (1967).
19. G.B. Elyakov, et al.: Triterpenoid Saponin. Izv. Akad, Nauk SSSR, Ser, Khim., 1605 (1962).
20. N.K. Kochetkov, A.J. Khorlin et al.: Triterpene Saponin. Zhur. Obsheei Kihim., 31(2), 658 (1961).
21. N.K. Kochetkov, A.J. Khorlin: Oligoside, ein neuer

- Type von pflanzenglykosiden. *Arzneim-Forsch*, **16**, 101 (1966).
22. L.B. Malchukovsky, G.M. Takhtobaeva, I.E. Kopylova, N.I. Libizov: Determination of The Total Sum of Aralosides A.B.C in The Roots of *Aralia Mandshurica* (Moskva), **21**(6), 45 (1972).
 23. E. Segiet-Kujawa: Densitometric Determination of Oleanolic acid Glucosides in some Araliaceae Species. *Herba Polonica*, **28**(3-4) 133 (1982).
 24. A.W. van der Haar: Untersuchungen ber die Saponine. *Ber.*, **55**, 3041 (1922).
 25. V. George, S.S. Nigam, A.K. Rishi: Acidic Components and Saponins from *Aralia Cachemirica*. *Fitoterapia*, **55**(2), 124 (1984).
 26. 高大修造, 田中公子: たらきの成分について, 武庫川女大, **10**, S·157(1962).
 27. S. Shibata, O. Tanaka, K. Soma and Y. Omori: On the Sapogenin of the leaves of *Aralia elata* SEEMANN, *生薬*, **17**, 50(1963).
 28. A.J. Khorlin, L.V. Bakinovski, V.J. Vasskovskij: Aralosite A.B.C from *Aralia elata*. *Izv. Akad. Nauk SSSR, Ser. Khim.*, 1338 (1964).
 29. T. Murakami, H. Itokawa, A. Matsushima, N. Ikekawa: Studies on the Constituents of the Root Bark of *Aralia elata* Seemann (Araliaceae) and on " β -Sitosterol". *J. Pharm. Soc. Japan*, **83**(4), 427 (1963).
 30. S. Watanabe, Y. Hayashi, Y. Murayama: Some Aliphatic Methyl Esters from *Aralia elata* Seemann (Araliaceae). *Z. Naturforsch*, **30c**(11-12), 825 (1975).
 31. S. Shibata, O. Tanaka, T. Ando, M. Sado, S. Tsushima, T. Oshawa: Chemical Studies on Oriental Plants Drugs(IV). *Chem. Pharm. Bull.* **14**(6), 559 (1966).
 32. J. Lutomski, N. Thoi Nham: Studies on the Saponin Fraction from the Root of *Aralia Mandshurica* Rupr. et Maxim (Part II). *Herba Polonica*, **23**(2), 93 (1977).
 33. S. Yahara, O. Tanaka, T. Komori: Saponins of the Leaves of *Panax ginseng* C.A. Meyer. *Chem. Pharm. Bull.* **24**(9), 2204 (1976).
 34. F. Soldati, O. Tanaka: *Panax ginseng*; Relation between Age of Plant and Content of Ginsenosides. *Planta Medica*, 351 (1984).
 35. 박귀희, 이미경, 박 훈: 인삼의 種子開閉時와 苗生育初期의 Ginsenosides 및 유리당의 변화, *한국작물학회지*, **31**(3), 286(1986).
 36. B. Martinez, E.J. Staba: The Physiological Effects of *Aralia*, *Panax* and *Eleutherococcus* on Exercised Rats. *Japan. J. Pharmacol.*, **35**, 79 (1984).
 37. 조성환: 한국 인삼의 Saponin에 관한 연구(제4보), *한국농화학회지*, **20**(2), 188(1977).
 38. 森田智: 民間糖尿病に用ひられる生薬研究(其ノ四) たらきの成分(第三報) 水に不溶なるサホニン體の成状, *薬学*, **51**, 17(1931).
 39. A. Winterstein: *Z. Physiol. Chem.*, **199**, 70 (1931).
 40. J. Lutomski, N. Thoi Nham: Studies on the Saponin Fraction from the Root of *Aralia Mandshurica* Rupr. et Maxim (Part III). *Herba Polonica*, **23**(1), 5 (1977).
 41. J. Lutomski, N. Thoi Nham: Studies on the Saponin Fraction from the Root of *Aralia Mandshurica* Rupr. et Maxim (Part III). *Herba Polonica*, **23**(3), 183 (1977).
 42. 齊藤節生, 角田繁也, 田村洋典, 長村洋一, 西田正志: 日本生薬學會, 第35年會, 講演要旨(1988).