

韓國 野生더덕 蒐集種의 露地 栽培時 生育 特性과 香氣成分 組成

李承弼* · 金相國* · 閔基君* · 趙知衡* · 崔富述* · 李相哲** · 金吉雄**

Agronomic Characteristics and Aromatic Compositions of Korean Wild *Codonopsis lanceolata* Collections Cultivated in Field

Seong Phil Lee*, Sang Kuk Kim*, Gi Gun Min*, Ji Hyung Cho*,
Boo Sull Choi*, Sang Chul Lee** and Kil Ung Kim**

ABSTRACT: The native ecological environment and aromatic constituents of Korean wild *Codonopsis lanceolata* and one Japanese strain were investigated to find *Codonopsis lanceolata* strains showing high aromatics, and to know regional differences among these strains.

The results were as follows : There were no remarkable differences among the Korean wild *C. lanceolata* strains in ecological environments. Recovery yield of essential oils was highest in Togyusan strain with 0.009%. Difference in protein band patterns among these strains was not recognized, and peroxidase and esterase pattern changes were appeared in different collected regions at the leaf and root tissues. Major aromatic constituents were 11 kinds of aliphatic alcohols such as *trans*-2-hexenal, 1-hexanol, *cis*-3-hexanol, and *trans*-2-hexanol. And Togyusan strain, Sobaeksan strain, and Kayasan strain have the highest aliphatic alcohols of plant essential oils. In particular, BHT(butylated hydroxytoluene), one of the antioxidants, was detected in Chirisan strains.

Key words: *Codonopsis lanceolata*, Chromosome number, Essential oils, Terpenoids, Peroxidase, Esterase.

더덕(*Codonopsis lanceolata* Bentham et. Hooker fil.)은 초롱꽃科에 屬하는 紡錘形의 根을 가진 宿根性 多年生植物¹²⁾로 沙蔘, 白蔘, 羊乳等 여러가지 이름으로 불려지며 韓國을 中心으로 日本의 北海道 地域, 中國의 北部地方, Amur 地方에 分布하고 있다.

더덕의 根에는 saponin, leioithin, inulin, pentosane, phytoderin, vitamin B₁, B₂, 炭水化物,

蛋白質, 植物精油 等¹⁴⁾의 成分이 含有되어 있어 藥用 및 食用이 可能하며 強壯, 排膿, 祛痰, 解毒, 咳嗽 等に 藥理的인 效能이 뛰어나 人蔘의 代用生藥²⁴⁾으로 利用되고 있을 뿐만 아니라, 맛과 香이 獨特하여 食慾이 없는 사람에게 口맛을 돋구어 주는 健康食品으로도 널리 愛用¹³⁾되고 있어 그 需要가 점차 增加趨勢에 있다.

특히, 우리나라 全國의 山野에 自生하는 더덕은

* 慶尙北道 農村振興院 (Kyungbuk Provincial RDA, Taegu 702-320, Korea)

** 慶北大學校 農科大學 (Kyungpook Nat'l Univ., Coll. of Agriculture, Taegu 702-701, Korea)

〈'96. 1. 10 接受〉

高芳香性이며 根組織이 軟하고 纖維質이 豊富하여 香氣가 적은 日本産이나 中國産보다 品質面에서 越等히 앞서고 있어 輸入開放에 따른 對應作物으로서도 價値가 높다. 現在 市中에 널리 流通되고 있는 더덕은 露地에서 栽培한 韓國産 더덕과 一部 中國産 더덕이 販賣되고 있지만 中國産 더덕은 香氣가 적어 消費者의 嗜好를 充分히 滿足시키지 못하고 있는 實情이다. 더덕의 藥效成分으로는 triterpenes, steroids, flavonoids 등이 밝혀져 있으나 더덕 特有的 香氣를 내는 精油成分은 國産 天然香料 資源開發의 側面에서 重要性이 크며 아직까지는 確認된 바 없으나 藥效와의 聯關性도 排除할 수 없다²²⁾.

더덕의 揮發性 香氣成分의 組成에 關한 研究는 鄭 等²⁾의 研究를 비롯하여 朴 等¹⁹⁾에 의해 50種 以上이 確認되었으며, 金 等³⁾이 香氣成分의 抽出方法을 溶媒抽出 分割方法(SEF)과 head-space sampling(HSS)裝置를 利用하여 *trans*-2-hexenol, *cis*-3-hexen-1-ol, 1-octen-3-ol 等 30餘種의 揮發性 香氣成分을 檢出했다⁷⁾는 報告도 있으나 前處理 過程中的 抽出方法, 溶媒, 蒸溜 時間에 따라 植物精油의 成分과 收率變化가 서로 다르게 나타나며 採取時期에 따라 地域의인 環境條件을 考慮해야 하기 때문에 더덕이 갖는 特有的 香氣를 正確히 同定한다는 것은 대단히 어려운 實情이다.

뿐만 아니라 더덕의 栽培的인 側面에서 보면 香氣成分을 높일 수 있는 栽培 技術은 거의 研究된 바 없어 芳香性이 높은 더덕 品種 育成과 재배 기술 개발은 매우 重要하다고 생각된다. 따라서 著者 等은 遮光 條件 및 有機物資源이 芳香性 香氣成分에 미치는 影響을 究明하기 爲하여 一次的으로 自生地와 栽培地에서의 生育 및 香氣成分에 對해 研究結果를 發表¹⁵⁾ 한 바 있으나 蒐集場所에 따른 研究가 이루어지지 않아 本 研究에서는 小白山, 日月山 等 全國 有名山을 中心으로 한 10個 地域의 山에서 野生 더덕 遺傳資源을 蒐集하여 이들의 生育特性, 染色體數, 蛋白質 밴드, 同位酵素의 패턴, 香氣成分을 構成하는 植物精油 等の 調査를 통해 自生地에서 갖는 特有的 芳香成分을 지니는 高芳香性 더덕의 選拔과 栽培法 確立을 爲한 基礎

資料로 活用하기 爲해 實驗한 結果를 報告하고자 한다.

材料 및 方法

本 研究는 1994年 5月부터 6月까지 2個月間에 걸쳐 全國의 山가운데 小白山, 智異山, 俗離山 等 11個 山에서 地域當 300個體씩 蒐集한 野生 더덕과 日本 쓰쿠바 藥用作物試驗場 國立衛生試驗所의 Toshiro Shibata 博士로 부터 分讓받은 1年生 더덕을 當年 7月에 慶尙北道 農村振興院 北部試驗場(安東) 圃場에 定植하여 栽培한 것을 (各各 Andong *Codonopsis lanceolata* strains, ACL-S-1, 2, 3 等), 즉 安東 더덕 蒐集種으로 順番을 매겨 供試材料로 使用하였다. 10a當 施肥量은 N-P₂O₅-K₂O를 각각 6-6-6kg, 堆肥는 8,000 kg으로 하고 窒素는 2回 分施하였으며, 栽植距離는 30×15 cm로 하였다.

主要 調査項目中 蒐集場所別 氣象環境, 土壤條件, 生育特性은 農村振興廳 試驗研究 調査基準²¹⁾에 準하여 調査하였고, 染色體數, 蛋白質밴드, 同位酵素패턴, 植物精油의 收率 및 香氣成分 等を 分析하였다.

더덕 蒐集個體의 蒐集地域間 差異를 알아보기 爲한 染色體 觀察은 尹 等¹¹⁾과 Levan 等¹⁷⁾의 方法을 變形하여 觀察하였는데 遺傳資源別로 20個體에 對하여 午前 10時에서 11時 사이에 더덕根을 採取하여 蒸溜水로 깨끗이 씻은 다음 2 mM 8-hydroxyquinoline 溶液에 處理하여 溫度 17℃가 維持되는 恒溫器에 3時間동안 放置한 後 根을 固定液[(EtOH:acetic acid, 3:1(v/v))]으로 옮겨 溫度 17℃가 維持되는 恒溫機에 24時間 程度 담가둔 다음 60℃의 1N HCl 溶液에 5秒에서 10秒 程度 加水分解시킨 後 根端을 squashing하여 2% aceto-orcein으로 染色한 後 光學顯微鏡(Model Olympus BX 40F, Olympus Optical Co. Ltd.)으로 1,000倍 擴大하여 染色體數를 調査하였다.

蛋白質 밴드는 Laemmli의 方法^{16, 25)}을 變形한 SDS-PAGE 法으로 하였는데 冷凍시킨 막자 사발에 生體試料 100mg, 液化 窒素氣體 및 1ml

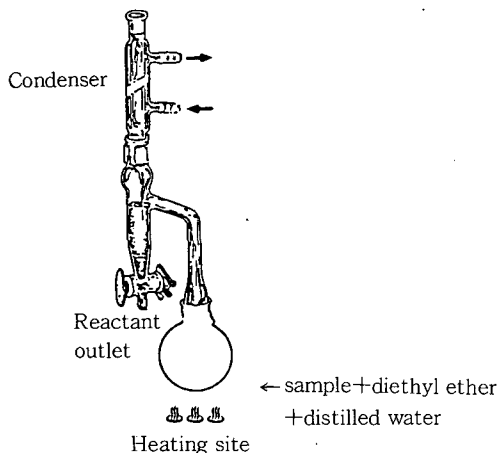


Fig. 1. Dean-Stark separation apparatus to extract essential oils of *Codonopsis lanceolata* roots.

sample buffer를 넣어 잘게 磨碎한 다음 95℃ 恒溫水槽에 5分間 變性시킨 後 遠心分離機(Model VS-21SMT, 비전科學株式會社)로 15,000 rpm에서 15分 동안 遠心分離를 거쳐 上澄液 50 μ l를 試料로 使用하였다. 植物精油의 香氣 成分 分析을 爲한 試料 및 收率은 그림 1과 같이 더덕 生根 1,000g에 diethylether 1,000ml을 抽出溶媒로 하여 Solvent Water Distillation/Extraction (SWDE)法인 “Dean-Stark” 裝置^{18,20)}를 利用하여 그림 2의 順序로 3時間 동안 蒸溜 抽出하였으며²⁰⁾, 植物精油의 收率은 4회에 걸쳐 抽出한 後 溶媒層만을 無水黃酸나트륨(anhydrous MgSO₄)으로 脫水한 다음 30℃에서 減壓濃縮하여 얻은 精油分割을 얻어 收率을 算定하였고 香氣

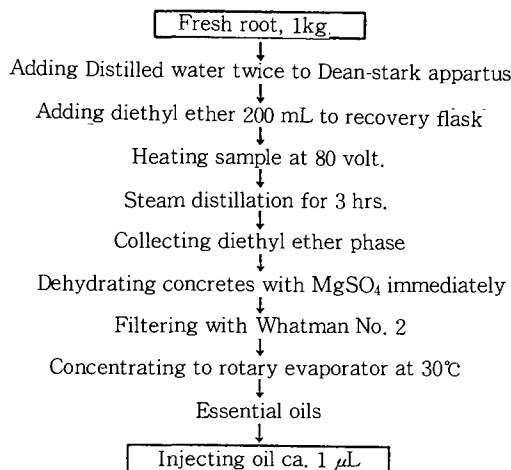


Fig. 2. Extracting procedure of essential oils from *C. lanceolata* roots of twelve collected strains.

成分의 定性은 蒸溜 裝置에서 얻어진 植物性 精油 1 μ l를 取하여 GC(Hewlett Packard社, Model HP 5890 Series II)에 注入한 後 Mass spectrometry(Hewlett Packard社, Medel HP5970 B)로 表 1과 같은 條件에 따라 分析하였으며 各 成分의 確認은 computer library mass spectral data⁴⁾ 및 G.C에서 標準品과 머무름 時間을 相互 比較하여 調査하였다.

더덕 植物體의 芳香性 程度에 對한 官能試驗은 panel 10名이 無作爲로 100 個體를 取한 後, 嗅覺檢査를 通해 芳香性 等級을 1~9로 하여 平均값을 얻어 算定하였다.

Table 1. Analytical conditions of G.C and G.C/M.S.D. for *Codonopsis lanceolata* leaf and root tissues

G.C		G.C/M.S.D	
Model	: HP 5890 Ser. II	Model	: HP 5890 Ser. II /MSD 5970
Column	: FFAP (50m×0.2mm×0.3 μ m)	Column	: FFAP (50m×0.2mm×0.3 μ m)
Oven temp.	: 85℃→210℃ (final time : 95.5min)	Oven temp.	: 60℃→200℃ (final time : 95min)
Detector	: FID	Ionizing volt	: 70 eV
Split ratio	: 30:1	Split ratio	: 30:1
Inj. volume	: 1 μ l	Inj. volume	: 1 μ l
Flow rate	: 0.8ml /min. (He)	Flow rate	: 1.0ml /min. (He)

結果 및 考察

1. 野生더덕 自生地の 生育環境

1) 垂直的 分布 및 土壤의 理化學的 特性

野生더덕 自生地の 地理的 垂直分布에 따른 土壤의 理化學的 特性을 살펴 보면 表 2에 나타난 바와 같이 蒐集地域內에서의 分布는 標高 450~800m에 걸쳐 더덕 群落을 形成하며 自生하였고 標高 450 m以下와 80 m以上에서는 發見할 수 없었다. 平均 照度量은 5,689 Lux로 小白山, 周王山, 鶴駕山, 俗離山, 淸涼山 地域을 除外하면 平均 照度量에도 못 미쳐 露地 栽培地인 安東의 68,335 Lux에 比하여 約 8.3% 程度 밖에 안되는 낮은 傾向을 보여 野生더덕의 自生地는 弱光인 狀態에서 生育이 旺盛한 것으로 나타났다.

蒐集場所別로는 큰 差異를 보이지 않았는데 栽培地인 安東 北部試驗場의 圃場에 比해 自生地の pH는 4.8~6.4 程度로 酸性을 띠는 土壤이 대부분을 차지하였으며 有機物 含量은 4.0~32.1%로 一般 밭 土壤의 2.8%보다 훨씬 높은 것으로 나타났다. 有效 磷酸含量은 9~23 ppm으로 매우 낮은 傾向을 보였으며 K, Ca, Mg의 置換性 陽이온 含量은 地域的으로 큰 差異를 보이는 傾向이었다.

2) 植生群落의 分布

蒐集場所別 植生群落의 分布는 表 3에 나타난 바와 같이 地域的인 差異를 보이지는 않았는데 小白山의 自生 草本類는 천남성, 곰취, 우산취, 강활 등이 自生하였고, 木本性 植物로는 조팝나무, 참나무, 단풍나무, 생강나무 등이 群落을 形成하고 있었으며 標高가 가장 낮은 鶴駕山은 잔대, 쥐오줌풀, 우산취, 천남성 등의 草本類와 나무두릅, 복분자, 단풍나무, 생강나무 등과 같은 木本性 植物들이 群落을 形成하여 地域的 環境生態學的인 差異를 보이는 더덕의 共通的인 生育環境은 主로 闊葉樹林下에서 自生하고 있다는 點이었다.

2. 露地栽培時의 生育特性

1) 地上部 生育

遺傳資源別 地上部 生育特性은 表 4와 같다. 平均 開花期는 8월 12日이었으며 小白山 더덕이 8월 5일로 가장 빨랐고, 智異山 더덕이 8월 16日로 가장 늦은 開花特性을 보였다. 蔓長은 平均 338cm로 地域間 差異가 적었고, 葉長, 葉幅, 葉數 역시 뚜렷한 差異가 없었다. 그러나 子房과 種子에서는 數的인 差異를 보였는데 日月山 더덕의 境遇 子房數가 3個인 것과 4個인 것이 있어 平均 子房數가 3個인 다른 地域種들에 比하여 平均 3.2個로 나타났다. 種子數를 平均한 結果 周王山 더덕이 121個, 智異山 더덕 108個, 小白山 더덕 89個의 順으

Table 2. Physicochemical properties of soil in *Codonopsis lanceolata* collected regions

Region	Altitude (m)	Light inten- sity(Lux)	pH (1:5)	O.M. (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	Ext. (me / 100g)			SiO ₂ (ppm)
						K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	
Sobaeksan	800	7,450	4.8	7.9	23	0.24	1.16	0.42	75
Irwolsan	600	4,400	6.5	4.0	10	0.48	12.27	3.04	104
Chuwangsan	600	8,400	5.4	4.9	17	0.25	5.61	2.37	33
Hakgasan	450	7,035	4.8	6.4	12	0.21	0.83	0.40	59
Kayasan	500	4,413	5.4	6.4	9	0.50	5.19	0.99	77
Songnisan	670	8,000	5.0	10.9	16	0.29	5.64	1.81	107
Chirisan	650	1,970	6.0	13.9	12	1.07	22.00	4.25	96
Odaesan	700	5,400	5.6	32.1	22	1.15	22.88	6.97	53
Togyusan	550	3,020	5.5	11.8	13	0.52	8.34	1.94	103
Chongyangsan	700	6,800	6.4	9.8	10	0.67	4.80	3.27	85
Andong	150	68,335	6.0	2.8	149	0.57	5.42	1.13	98

Table 3. Distribution and colony of plants in *Codonopsis lanceolata* collected regions

Region	Distributiobn and colony	
	Herbaceous	Arboreous
Sobaeksan	<i>A. amurense</i> var. <i>serratum</i> , <i>L. fischeri</i> , <i>S. palmata</i> , <i>O. koreanum</i>	<i>S. prunifolia</i> for. <i>simpliciflora</i> , <i>A. palmatum</i> , <i>Z. officinale</i>
Irwolsan	<i>P. odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i> , <i>A. scaber</i> , <i>S. palmata</i>	<i>A. arguta</i> , <i>L. bicolor</i> , <i>Q. dentata</i> , <i>Z. officinale</i>
Chuwangsan	<i>A. triphylla</i> var. <i>japonica</i> , <i>S. palmata</i> . <i>L. platyphylla</i> , <i>A. amurense</i> var. <i>serratum</i>	<i>Z. officinale</i> , <i>Q. dentata</i> , <i>C. heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i>
Hakgasan	<i>A. triphylla</i> var. <i>japonica</i> , <i>V. fauriei</i> , <i>S.</i> <i>spectabilis</i> , <i>O. koreanum</i> , <i>V. fauriei</i>	<i>S. prunifolia</i> for. <i>simpliciflora</i> , <i>A. palmatum</i>
Kayasan	<i>A. amurense</i> var. <i>serratum</i> , <i>D. spectabilis</i> , <i>O. koreanum</i> , <i>V. fauriei</i>	<i>A. palmatum</i> , <i>A. arguta</i> , <i>R. crataegifolius</i>
Songnisan	<i>A. decursiva</i> , <i>O. koreanum</i> , <i>A. amurense</i> var. <i>serratum</i>	<i>P. denssiflora</i> , <i>F. rhynchophylla</i> , <i>s. dericeo</i> <i>-cinerea</i>
Chirisan	<i>O. japonica</i> , <i>A. amurense</i> var. <i>serratum</i> , <i>D.</i> <i>spectabilis</i>	<i>C. controversa</i> , <i>C. crenata</i> , <i>Q. dentata</i> , <i>A.</i> <i>mono</i>
Odaesan	<i>H. asiatica</i> , <i>P. odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i> , <i>O.</i> <i>japonica</i> , <i>L. platyphylla</i>	<i>Q. dentata</i> , <i>A. palmatum</i> , <i>L. bicolor</i> , <i>A. elata</i>
Togyusan	<i>A. amurense</i> var. <i>serratum</i> , <i>V. fauriei</i> , <i>A.</i> <i>triphylla</i> var. <i>japonica</i>	<i>A. palmatum</i> , <i>C. controversa</i>
Chongyangsan	<i>A. amurense</i> var. <i>serratum</i> , <i>A. triphylla</i> var. <i>japonica</i> , <i>A. scaber</i> , <i>R. crataegifolius</i>	<i>Q. dentata</i> , <i>A. arguta</i> , <i>Z. officinale</i> , <i>A.</i> <i>palmatum</i>

로 나타났고, 德裕山 더덕이 平均 76個로 가장 적은 편이었다.

染色體數는 蒐集地域에 關係없이 모두 2n=16

으로 同一하였는데 尹等¹⁰⁾이 韓國產 野生 더덕種과 日本더덕 地域種에 對한 染色體를 調査한 결과, 核型의 差異는 있었지만 染色體 數는 모두

Table 4. Growth characteristics and an aromatic degree of *C. lanceolata* collected strains in different regions and cultured on the open field at Andong

Strains Collected region*	Flowering date	Vine length (cm)	Leaf			Number		Aromatic degree (1~9)	
			length (cm)	width (cm)	no.	ovary seed chromosome (2n)			
ACLS- 1. Sobaeksan	Aug. 5	340	9.2	4.8	40	3.0	88.5	16	5
ACLS- 2. Irwolsan	Aug. 7	364	7.1	3.9	40	3.2	82.1	16	7
ACLS- 3. Chuwangsan	Aug.10	316	6.4	3.3	37	3.0	120.9	16	5
ACLS- 4. Hakgasan	Aug.15	334	7.5	3.5	48	3.0	97.7	16	5
ACLS- 5. Kayasan	Aug.15	339	6.0	3.4	42	3.0	82.3	16	5
ACLS- 6. Songnisan	Aug. 7	324	6.6	3.2	34	3.0	83.9	16	4
ACLS- 7. Chirisan	Aug.16	348	5.3	3.1	36	3.0	108.1	16	5
ACLS- 8. Odaesan	Aug.14	346	5.8	4.0	37	3.0	85.1	16	5
ACLS- 9. Togyusan	Aug.15	324	5.4	3.5	35	3.0	76.4	16	4
ACLS-10. Chongyangsan	Aug.15	346	6.5	3.8	46	3.0	87.8	16	5
ACLS-11. Hallasan	Aug.14	314	6.4	3.9	32	3.0	95.5	16	2
ACLS-12. Japanese sp.	Aug.13	360	5.4	3.7	5	3.0	82.1	16	2

* ACLS indicates Andong *Codonopsis lanceolata* strains.

2n=16이었다는 報告와 一致하였다. 地上部의 芳香性 程度는 平均 5程度를 나타냈으나 日月山 더덕은 7로서 가장 높은 香氣 特性을 나타내는 傾向이었다.

2) 地下部 生育

더덕의 主된 利用部位인 根의 生育特性은 表 5에 나타난 바와 같이 蒐集地域에 따라 差異가 있었는데 平均的으로 볼 때 根長은 9.6cm로 나타났고 特히, 周王山 더덕의 境遇 12cm로 가장 긴 傾向을 보였으며 枝根數를 보면 平均 0.6 個인 것에 비해 智異山과 淸涼山 더덕들은 枝根이 없어 香氣 特性을 가지는 더덕과 더불어 均一한 더덕 生産을 爲한 栽培技術 開發과 育種의 材料로 利用價値가 높을 것으로 判斷되었다. 生根種은 地下部 特性 가운데 蒐集地域別로 가장 뚜렷한 差異를 보였는데, 智異山 더덕이 平均 3.1g/株로 生長이 낮았고 淸涼山 더덕, 鶴駕山 더덕, 伽倻山 더덕은 10.5~14.2g/株로 比較的 地下部 生長이 良好하였다. 한편 芳香性 程度를 살펴 보면 平均 4로서 蒐集地域間 差異는 나타나지 않았고 地上部의 芳香性보다 다소 낮은 傾向을 나타내었다.

3. 蛋白質 밴드 및 同位酵素 패턴

蒐集個體別 地域間 差異를 究明하기 爲하여 더덕을 잎과 뿌리 두가지 部位로 나누어 蛋白質 밴

드의 樣相을 調査한 結果는 그림 3과 같다. 잎과 뿌리에 對한 蛋白質 밴드의 蒐集個體間 差異는 나타나지 않았다. 한편 同位酵素인 peroxidase의 樣相變化를 그림 4에서 살펴 보면 잎 組織에서 德裕山 더덕은 5個의 밴드가 나타났고, 뿌리 組織의 境遇 鶴駕山, 德裕山, 日本種이 다른 地域에서 蒐集된 더덕과는 多少 差異가 있는 것으로 나타났는데 尹 等¹⁰⁾은 韓國產 野生더덕 7種과 日本產 栽培더덕 3種을 等電點 電氣泳動으로 peroxidase의 밴드數를 調査한 結果, 잎에서 韓國產 野生더덕의 밴드數가 2~3個로 나타났다는 報告와 類似한 傾向이었고, 日本쓰구바 地域種은 3個의 밴드가 나타났다고 하여 本 結果와는 相異한 差異를 보였다. 同位酵素인 esterase의 蒐集種間 差異를 그림 5에서 보면 잎 組織에서는 伽倻山 더덕 3個 밴드, 五臺山 더덕 2個 밴드, 淸涼山 더덕이 2個로 差異를 보였으며 電氣泳動相에서는 德裕山 더덕이 서로 다른 位置에 나타났으며, 뿌리 組織의 境遇는 德裕山 더덕에서 2個의 主된 밴드가 나타나 어느 정도 地域間의 差異가 있는 것으로 判斷되었다.

4. 植物精油(essential oils) 收率

“Dean-Stark” 蒸溜裝置를 利用하여 더덕 根의 植物精油에 對한 收率は 表 6에 나타난 바와 같이 平均收率が 0.007%로 이에 못 미치는 더덕

Table 5. Growth characteristics and an aromatic degree of *C. lanceolata* collected strains in different regions and cultured on the open field at Andong

Strains	Collected region*	Root		No. of branch root	No. of buds	Fresh root wt. (g/plant)	Aromatic degree(1~9)
		Length(cm)	Diameter(mm)				
ACLS- 1.	Sobaeksan	8.4	12.5	1.1	4.9	7.2	4
ACLS- 2.	Irwolsan	9.1	10.8	0.3	3.6	5.3	5
ACLS- 3.	Chuwangsan	12.0	14.0	1.0	2.6	10.5	3
ACLS- 4.	Hakgasan	8.9	16.1	0.8	2.3	11.1	3
ACLS- 5.	Kayasan	10.7	17.4	1.0	2.9	14.2	4
ACLS- 6.	Songnisan	9.7	13.9	0.2	2.1	8.2	4
ACLS- 7.	Chirisan	8.2	9.4	0	2.0	3.1	4
ACLS- 8.	Odaesan	9.9	12.7	0.6	2.6	9.2	4
ACLS- 9.	Togyusan	7.9	10.9	0.5	2.1	4.4	3
ACLS-10.	Chongyangsan	11.0	13.5	0	6.9	8.9	4
ACLS-11.	Hallasan	11.0	25.7	2.1	4.0	8.8	4
ACLS-12.	Japanese sp.	6.9	13.9	0.3	1.9	5.8	3

* ACLS indicates Andong *Codonopsis lanceolata* strains.

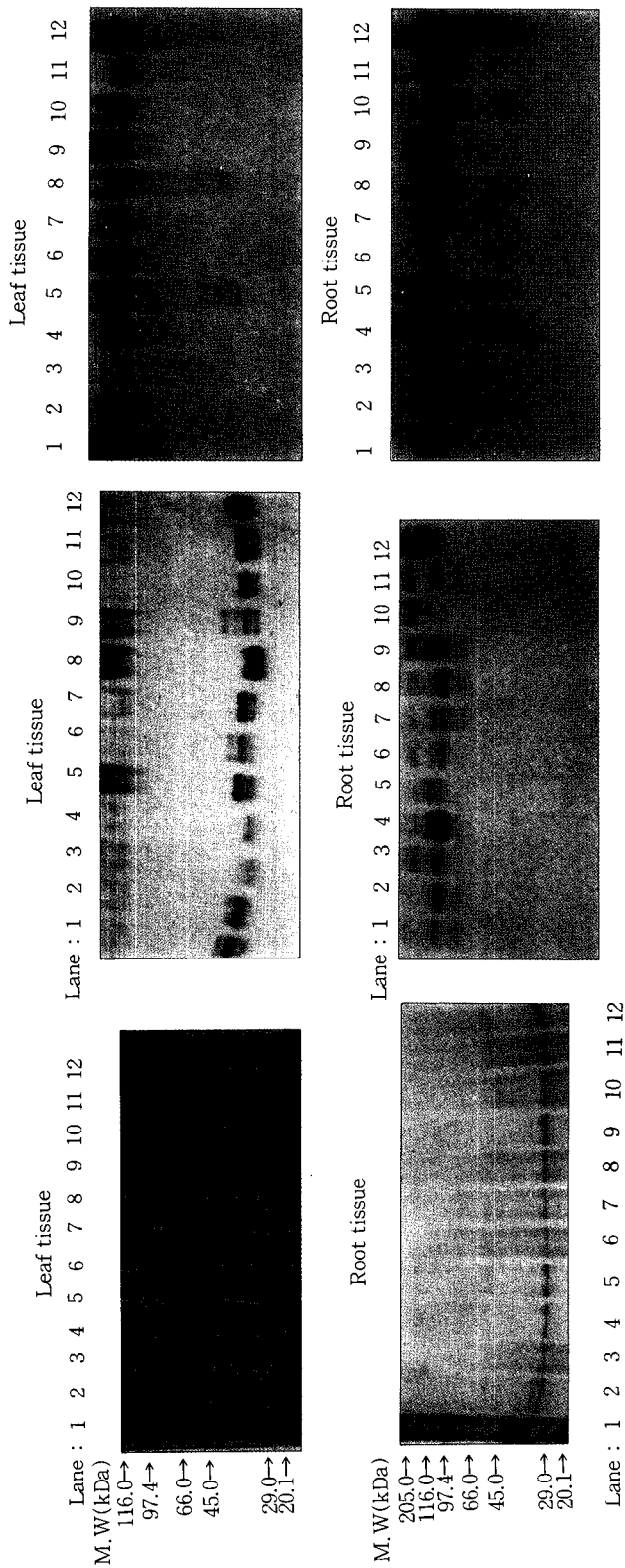


Fig. 3. Protein band patterns on the eleven genetic resources shown by SDS-PAGE for *Codonopsis lanceolata* leaf and root tissues. 1. Size marker, 2. ACLS-1, 3. ACLS-2, 4. ACLS-3, 5. ACLS-4, 6. ACLS-5, 7. ACLS-6, 8. ACLS-7, 9. ACLS-8, 10. ACLS-9, 11. ACLS-10, 12. ACLS-11(ACLS indicates Andong *Codonopsis lanceolata* strains).

Fig. 4. Peroxidase isozyme patterns in the twelve genetic resources shown by PAGE for *Codonopsis lanceolata* leaf and root tissues. 1. ACLS-1, 2. ACLS-2, 3. ACLS-3, 4. ACLS-4, 5. ACLS-5, 6. ACLS-6, 7. ACLS-7, 8. ACLS-8, 9. ACLS-9, 10. ACLS-10, 11. ACLS-11, 12. ACLS-12 (ACLS indicates Andong *Codonopsis lanceolata* strains).

Fig. 5. Esterase isozyme patterns in the twelve genetic resources shown by PAGE for *Codonopsis lanceolata* leaf and root tissues. 1. ACLS-1, 2. ACLS-2, 3. ACLS-3, 4. ACLS-4, 5. ACLS-5, 6. ACLS-6, 7. ACLS-7, 8. ACLS-8, 9. ACLS-9, 10. ACLS-10, 11. ACLS-11, 12. ACLS-12(ACLS indicates Andong *Codonopsis lanceolata* strains).

Table 6. Recovery yield of essential oils of *C. lanceolata* collected strains in different regions and cultured on open field at Andong

Strains Collected region*	Recovery yield(%)	Water content(%)
ACLS- 1. Sobaeksan	0.005	72.2
ACLS- 2. Irwolsan	0.004	72.8
ACLS- 3. Chuwangsan	0.006	71.1
ACLS- 4. Hakgasan	0.006	72.2
ACLS- 5. Kayasan	0.006	71.5
ACLS- 6. Songnisan	0.004	75.1
ACLS- 7. Chirisan	0.007	77.1
ACLS- 8. Odaesan	0.006	86.2
ACLS- 9. Togyusan	0.009	72.2
ACLS-10. Chongyangsan	0.006	73.7
ACLS-11. Hallasan	0.004	77.4
ACLS-12. Japanese sp.	0.004	68.1

* ACLS indicates Andong *Codonopsis lanceolata* strains.

은小白山 더덕, 日月山 더덕을 비롯한 총 10個였으며, 德裕山 더덕 0.009%, 智異山 더덕 0.007%, 清凉山 더덕 및 五臺山 더덕이 0.006%의 順으로 德裕山 더덕이 가장 높은 收率을 보이는 것으로 나타났는데 李 等¹⁵⁾ 이 日月山 野生더덕이 平均 收率이 0.55%이었다는 報告와는 相異한 差異를 보였는데 이는 植物精油成分을 抽出하는 方法이 Scultz法²⁰⁾ 變形한 SEF 裝置를 利用하였고, SEF로 얻어진 試料를 分析한 結果, chromatogram의 머무름 時間이 70分 以後에서 base line 이 나타났다는 것은 acids 等과 같은 極성이 강한 成分들이 溶出되어 實際로 芳香成分이 아닌 分子量이 높은 HC(hydro carbon)類가 多量으로 抽出된 것으로 推測되었다.

朴 等¹⁹⁾은 SDE 裝置와 pentane:diethyl ether(1:1, v/v)를 抽出溶媒로 더덕 3年根에 對하여 植物精油成分을 分析한 結果, 約 0.17%의 植物精油에 對한 收率을 보였다고 하였으며 鄭 等²⁾은 ether:pet. ether(1:1, v/v)를 抽出溶媒로

Table 7. Peak percent area of aromatic constituents of *C. lanceolata* collected strains in different regions and cultured on the open field at Andong

Constituents**	Strains and collected region*					
	ACLS-1	ACLS-2	ACLS-3	ACLS-4	ACLS-5	ACLS-6
	Sobaeksan	Irwolsan	Chuwangsan	Hakgasan	Kayasan	Songnisan
1. 2-butanol	0.01	—	0.20	—	—	—
2. α-pinene	—	0.02	0.01	0.04	0.01	0.12
3. Hexanal	0.16	0.47	0.37	0.26	0.12	0.41
4. D-limonene	0.07	0.06	0.04	0.08	0.06	0.02
5. trans-2-hexenal	0.04	0.94	3.61	1.06	0.72	1.23
6. Amyl alcohol	—	0.24	0.02	0.25	0.15	0.20
7. 3-octanone	0.04	0.03	—	—	—	—
8. 1-hexanol	18.93	29.49	26.64	29.56	25.16	22.96
9. cis-3-hexanol	24.89	38.36	19.05	33.13	24.31	40.49
10. trans-2-hexanol	45.22	14.02	41.11	22.09	44.00	14.18
11. MIPP	0.07	0.16	0.06	0.06	0.05	0.17
12. 1-octen-3-ol	0.39	0.21	0.32	0.88	0.09	0.13
13. Acetic acid	0.06	0.07	0.03	0.04	—	0.05
14. Dimyrcetal	0.01	0.06	0.03	0.03	0.04	0.11
15. Furfural	0.12	0.07	0.16	0.18	0.09	0.39
16. 2,4-heptadienal	0.06	0.22	—	0.02	—	0.11
17. Benzaldehyde	—	—	—	—	—	—
18. Furfuryl acetate	—	0.06	—	0.13	—	0.06

** Numbers in front of constituents indicate peak no. of GC chromatogram.

* ACLS indicates Andong *codonopsis lanceolata* strains.

Table 7. Continued

Constituents**	Strains and collected region*					
	ACLS-1	ACLS-2	ACLS-3	ACLS-4	ACLS-5	ACLS-6
	Sobaeksan	Irwolsan	Chuwangsan	Hakgasan	Kayasan	Songnisan
19. PAA	0.52	1.46	0.43	0.48	0.41	1.37
20. Citral	0.04	—	0.07	0.11	—	0.04
21. 2,4-decadienal	0.04	0.25	0.01	1.10	—	0.16
22. Benzyl alcohol	0.07	0.16	0.08	0.11	—	0.13
23. BHT	—	—	—	—	—	—
24. MVP	0.02	0.20	0.05	0.05	—	—

** Numbers in front of constituents indicate peak no. of GC chromatogram.

* ACLS indicates Andong *Codonopsis lanceolata* strains.

Table 8. Peak percent area of aromatic constituents of *C. lanceolata* collected strains in different regions and cultured on the open field at Andong

Constituents**	Strains and collected region*					
	ACLS- 7	ACLS- 8	ACLS- 9	ACLS-10	ACLS-11	ACLS-12
	Chirisan	Odaesan	Togyusan	Chongyangsan	Hallasan	Japanese sp.
1. 2-butanol	0.05	—	0.07	—	—	—
2. α -pinene	0.01	0.02	0.01	0.18	0.04	—
3. Hexanal	0.28	0.29	0.41	0.25	0.16	0.34
4. D-limonene	0.04	0.03	0.05	0.11	0.03	0.14
5. <i>trans</i> -2-hexenal	1.96	2.32	4.30	1.08	1.90	0.88
6. Amylalcohol	0.10	0.12	—	0.18	0.13	0.20
7. 3-octanone	0.03	0.06	—	0.05	—	—
8. 1-hexanol	19.96	20.28	18.41	25.03	25.69	23.73
9. <i>cis</i> -3-hexanol	22.87	29.22	23.03	24.99	20.87	28.72
10. <i>trans</i> -2-hexanol	41.29	41.46	48.11	41.23	44.02	30.78
11. MIPP	0.04	0.05	0.04	0.07	0.03	0.04
12. 1-octen-3-ol	0.16	0.33	0.22	0.27	0.14	0.12
13. Acetic acid	0.03	0.03	0.02	0.04	0.03	0.04
14. Dimyrcetal	0.03	0.05	0.03	0.04	—	0.13
15. Furfural	0.14	0.16	0.08	0.12	0.11	0.20
16. 2,4-heptadienal	0.04	0.04	0.05	—	0.03	0.04
17. Benzaldehyde	0.04	—	—	—	—	—
18. Furfuryl acetate	0.10	—	0.06	0.17	—	—
19. PAA	0.42	0.54	0.49	0.53	0.48	0.47
20. Citral	0.12	—	—	—	0.08	—
21. 2,4-decadienal	0.03	0.08	0.04	0.15	0.05	0.12
22. Benzyl alcohol	0.05	0.07	—	0.07	0.08	0.17
23. BHT	0.06	—	—	—	—	—
24. MVP	0.03	—	0.13	0.03	0.03	0.07

** Numbers in front of constituents indicate peak no. of GC chromatogram.

* ACLS indicates Andong *codonopsis lanceolata* strains.

하여 冷浸한 結果, 約 0.16%를 나타내었다고 報告하였는데 이와 같은 植物精油에 對한 收率의 差異가 나는 一次的인 原因은 抽出裝置, 溶媒, 時間 等의 前處理 方法에 依한 것으로 思料되었다.

5. 芳香性 香氣成分의 同定

더덕 蒐集種의 蒐集場所別 香氣成分을 同定한 結果는 表 7과 8에서 보는 바와 같이 香氣成分은 總 24 種으로 確認되었는데 香氣成分의 組成을 살펴 보면 citral, α -pinene, d-limonene 等과 같은 monoterpene 3種, aldehydes 3種, *trans*-2-hexenal, *cis*-3-hexanol 等과 같은 aliphatic alcohols 11種, carboxylic acid 1種, aromatic alcohol 1種, 抗酸化 物質인 BHT, 其他 4種으로 主된 香氣成分은 脂肪族 알콜類로 나타났는데 특히, *trans*-2-hexanol, *cis*-2-hexanol, 1-hexanol 等은 德裕山 더덕, 小白山 더덕, 伽倻山 더덕에서 높은 피이크 面積을 나타내어 今後 高芳香性 더덕 品種을 育成하기 위한 育種의 基礎資料로서 活用도가 有望視되었다. 한편 智異山 더덕은 다른 더덕 蒐集個體들에서 나타나지 않는 抗酸化 物質인 BHT가 唯一하게 同定되었는데 抵酸化 物質인 BHT는 페놀系 抗酸化性 物質로 實際 食品分野에서 食用油脂나 加工食品에 酸敗를 防止하는 等 長期保存用으로서 一定한 規定下에 使用이 되고 있으며 植物體內에서 生合成되는 正確한 反應機作은 現在까지 알려지지 않고 있는 實情이다.⁶⁾

李 等¹⁵⁾은 더덕의 香氣成分이 66種임을 報告하였고 朴 等¹⁹⁾은 3年生 더덕根의 植物精油 成分에서 acetoaldehyde, decane, p-xylene, n-hexanol, limone 等 54種, 신 等²²⁾은 京東市場에서 京畿道産 栽培더덕을 分析한 結果 cyclohexanol, 2-hexen-1-ol, squalene, hexadecanoic acid 等 16種을 分離·確認하였다고 報告하였는데, 本 結果와 相互比較하면 약간 相異한 成分種類 및 數에 差異를 보였다. 이는 앞서 說明한 바와 같이 抽出裝置와 溶媒의 種類 및 時間 等과 같은 前處理方法과 分析過程中 器機의 oven 溫度에 對한 isothermal program과 final time 等의 分析條件의 相異함과 植物體內에서 生合成되는 植物精油를 어느 成分까지 더덕 特有的 香氣特性에 가까운 物

質로 限定을 시키는가에 對한 差異의 異論에 起因한 것으로 推測되었다.

以上の 結果로 미루어 볼 때, 鄭 等²⁾이 더덕의 香氣成分을 내는 植物精油 成分이 pentacyclic triterpene인 oleanolic acid, echinocystic acid, albigenic acid, aldehyde, alcohols 低分子 HC 類 및 polyacetylene系 化合物과 triterpene의 一種인 squalene의 環化合物이며 phytosterol 生合成에 重要한 生理的 代謝機能을 擔當하는 cycloartenol 等의 化合物들이 複合的으로 關與한다고 報告한 것을 綜合해 보면, 더덕香氣를 내는 主成分은 이들 化合物과 함께 적어도 G.C 條件에서 머루름 時間이 70에서 80分 以內의 看做되는 炭素數가 C₅~C₈를 가지고 aliphatic alcohols 과 生理的 活性을 強하게 내는 2次代謝 生理活性 物質인 tepernoids 等이 複合的인 作用을 하여 나타나 上述한 物質에 對한 單一物質의 標準品과 自然狀態下에서 實際로 더덕香을 내는 物質을 相互比較하여 香氣成分을 發散하는 物質을 同定해야 할 것으로 思料되었다.

摘 要

韓國産 野生더덕 蒐集種 自生地의 生育環境과 同位酸素 패딘 및 香氣成分 組成을 調査하여 얻어진 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 野生더덕 群落地域은 標高 450~800m에 걸쳐 自生하였고 標高 450m 以下와 800 m 以上에서는 發見할 수 없었다.
2. 野生더덕 自生地의 照度量은 1,970~8,400 Lux로 露地 栽培地인 安東의 約 8.3%에 不過한 弱光狀態였다.
3. 自生地 土壤의 理化學的 特性은 pH은 4.8~6.4 程度로 酸性을 띠는 土壤이 많았으며 有效 磷酸含量은 9~23ppm으로 매우 낮았고 有機物 含量은 4.0~32.1%로 一般 밭 土壤 2.8%보다 훨씬 높았다.
4. 自生地의 植生群落은 천남성, 곰취, 잔대, 쥐오줌풀 等의 草本類와 단풍나무, 생강나무, 조팝나무, 참나무 等의 木本類가 主로 生育하는 闊

葉樹林下에서 自生하고 있었다.

5. 野生더덕 蒐集種의 安東 栽培地에서 地上部 生育은 開花期가 8月 5日에서 8月 16日로 小白山 더덕이 가장 빠른 開花特性을 보였고, 特히 子房數는 日月山 더덕이 平均 3.2個로 다른 地域 蒐集種과 뚜렷한 差異를 나타내었고 種子數는 周王山 더덕이 平均 121個로 가장 많은 傾向을 보였다.
6. 野生더덕 蒐集種間의 蛋白質 밴드 및 同位酵素 패턴은 뚜렷한 差異가 認定되지 않았으나 同位酵素인 peroxidase의 境遇 및 組織은 德裕山 더덕, 뿌리 組織은 鶴駕山 더덕, 德裕山 더덕, 日本產 더덕의 差異가 다소 認定되었고, esterase의 境遇 및 組織에서는 伽倻山 더덕, 五臺山 더덕, 淸涼山 더덕이 差異를 보였고, 뿌리 組織에서는 德裕山 더덕에서 차이가 있었다.
7. 蒐集種間의 植物精油에 對한 收率은 平均 0.007%인 것에 比하여 德裕山 더덕이 0.009%로 가장 많이 抽出되었고, 小白山 더덕을 비롯한 10個 地域의 더덕은 0.004~0.007% 程度를 보였다.
8. 香氣成分 組成에 있어서는 蒐集種間에 뚜렷한 差異를 보이지 않았으나 智異山 더덕에서는 食品分野에서 食用油脂나 加工食品의 酸敗를 防止하는 等 長期保存用의 物質로 使用되는 抗氧化物質인 BHT 成分이 同定되었고 主된 성분은 脂肪族 알콜類가 11種으로 대부분을 차지하였으며 *trans*-2-hexanol, *cis*-3-hexanol, 1-hexanol 等の 香氣成分은 모든 蒐集種에서 높은 피이크 面積(%)을 나타내어 今後 高芳香性 더덕 品種育成을 위한 育種의 基礎資料로 有望視되었다.

引用文獻

1. Bauer T., D. Garbe and H. Surburg. 1990. Common fragrance and flavor materials. 2nd. VCH Publishers, NY. pp. 8-10.
2. Chung, B. S. and D. S. Na., 1977. Studies on the terpenoid component of the roots of *Codonopsis lanceolata* Bent. et Hook, Kor. J. Pharmacog. 8, 49.
3. Chung, T. Y., J. L. Kim, F. Haya, and H. Kat. 1987. Flavor components in the Bellflower roots. J. Korean Sci. Food Nutr. 16:136.
4. Hazelhoff, B., D. Smith, TH. M. Malingre, and H. Hendrikes. 1977. Pharm. Weekblad Sci. Ed. 1, 71-77.
5. Jennings, W., and T. Shibamoto. 1980. Qualitative analysis of flavor and fragrance volatiles by glass capillary gas chromatography. Academic Press, Inc., pp. 9-28.
6. 金東勳. 1995. 食品化學. 全訂增補版. 탐구장. pp. 590-608.
7. 김정환, 김경례, 김재정, 오창환. 1992. 前處理 方法에 따른 더덕의 揮發性 香氣 成分 比較分析. 韓國食品工學會誌. 24(2). pp. 171-176.
8. 김종현, 정명현, 1975. 더덕의 生藥學的 研究. 韓國生藥學會誌. 6(1) p.43.
9. 金木良三, 朴相龍, 種村淳, 李相來, 李良洙. 1989. 韓國과 日本에 自生하는 더덕의 Isozyme變異에 關한 基礎學的 研究. 東洋資源植物學會誌. 2:243-251.
10. 尹義洙, 朴相來, 李良洙. 1988. 韓國과 日本에 自生하는 더덕에 있어서의 Isozyme의 地域間 差異. 東洋資源植物學會誌 1:34-41.
11. 尹義洙, 朴相來, 李良洙. 吳世寬, 釜野井正男. 1991. *Codonopsis lanceolata* 染色體 觀察法에 對하여. 東洋資源植物學會誌. 4:47-49.
12. 이덕봉. 1981. 韓國 動植物圖鑑 植物篇(有用植物). 三化出版社. 15卷. p.264, 419.
13. 李錫建. 1984. 乾燥된 野生더덕과 耕作더덕의 化學成分. 韓國農化學會誌. 27(4). pp. 225-230.
14. 이상인. 1981. 本草學. 진서원. p. 129.
15. 李承弼, 金相國, 崔富述, 李相哲, 金吉雄. 1995. 栽培場所에 따른 野生더덕과 栽培더덕의 生育 및 香氣成分. 韓國作物學會誌. 40(5)

- :587-593.
16. Laemmli, U. K. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T₄. *Nature, London*, 227:680-685.
 17. Levan, A., K. Frega and A. A. Sandberg. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas*. 52:201-220.
 18. Nimitz, J. S. 1991. *Experiments in organic chemistry*. Prentice Hall, Inc. pp. 196-207.
 19. Park, J. Y., Y. H. Kim, and K. S. Kim. 1989. Volatile flavor components of *Codonopsis lanceolata* Traut.(Benth. et Hook.), *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, 32. 338.
 20. Pavia, D. L., G. M. Lampman, and G. S. Kriz. 1984. *Introduction to organic laboratory techniques: a contemporary approach*. CRC press. pp. 565-581.
 21. 農村振興廳. 1983. 農事試驗研究調查基準. 改訂 第1版. pp. 35-139.
 22. 신승원, 최은정. 1995. 細胞培養에 의한 더덕精油의 生産. *生藥學會誌*. 26(2):164-167.
 23. 食生活改善 汎國民 運動本部. 1985. 月刊 食生活. 2月號. p. 88
 24. 申秀徹, 李相來, 尹義洙, 李良洙. 1990. 더덕(沙蔘)의 栽培方法別 一般成分 및 無義成分에 關한 研究. *東洋資源植物學會誌*. 4:39-45.
 25. Soltis, D. E., C. H. Haufler, D. C. Darrow and G. J. Gastony. 1983. Starch gel electrophoresis of ferns : A compilation of grinding buffers, gel and electrode buffers and staining schedules. *Amer. Fern J.* 73:9-27.