

토양조건이 더덕의 생육특성 및 향미물질 발현에 미치는 영향

오세명, 정형진, 권순태
안동대학교 생명자원과학부

The effects of soil condition on the agronomic characters and aromatic substances in cultivated *Codonopsis Lanceolata*

Sei Myung Oh, Hyung Jin Jeong, Soon Tae Kwon
School of Bioresource Science, Andong National University, Andong 760-749, Korea

ABSTRACT

The experiment was carried out to determine the effects of soil condition on the agronomic characters and aromatic substances in cultivated *Codonopsis Lanceolata*. An increase of planting densities of *Codonopsis Lanceolata*, from 1 to 5 plant per pot resulted in the smaller root width, but root yield increased from 109.8g to 286.9g per 1/200pot. The width growth as soil water contents were higher in surplus soil water than that of cultivated deficit soil water. The contents of water, reducing sugar, crude protein and malic acid were higher in cultivated wild than in cultivated upland soil. The higher contents of volatile essential oils as 3-methylpentanoic acid and squalene was obtained at the normal soil moisture.

Key words : *Codonopsis Lanceolata*, Volatile essential oils

서언

더덕(*Codonopsis Lanceolata* Benthem et Hooker fil)은 초롱꽃과에 속하는 방추형의 뿌리를 가진 숙근성 다년생식물(이, 1981)로 사삼, 백삼 등 여러 가지 이름으로 불리지며, 한국을 중심으로 일본의 북해도 지방, 중국의 북부지방, 아무르 지방에 분포하고 있다.

더덕은 탄수화물, 단백질, 지방이 풍부하게 들어 있어 식품으로의 가치가 대단히 우수하며(임, 1982)

Saponin, Inulin, Phytoderin, Leoithin, Pentosan, Vitamin B1, B2 등의 성분이 함유되어 있어 한방에서는 최유(催乳)와 해독(解毒)에 이용하고 있으며 건강식 체소로도 수요가 늘고 있다. 현재 우리나라의 더덕의 주 생산지는 울릉도와 경주(산내)지역이고, 청송, 의성, 영양, 영주 등지에서 극히 제한적으로 재배되고 있으나(오 등, 1997) 안동주변의 산지에서 향기가 우수한 자생더덕이 많이 발견되는 것으로 보아 경북북부 지역은 더덕재배의 적지로 예상된다.

일반농가에서 재배되는 더덕과 산야에 자생하는 야생더덕은 분류학상으로 동일한 품종으로 추정되

Corresponding author: 오 세 명, 우.760-749, 경북 안동시 송천동 안동대학교 생명자원과학부
E-mail: osm@andong.ac.kr

나 야생더덕은 재배더덕에 비해 강한 향을 가지고 있다. 실제로 농가의 재배더덕을 산에 야생상태로 재배하면 산 더덕과 같은 강한 향기를 가지며, 반대로 산 더덕을 일반농가의 관행적인 방법으로 재배하면 향기가 떨어진다고 한다. 이러한 현상은 동일종 일지라도 생육환경에 따라 향기의 다소가 현저히 차이가 생긴다는 것을 의미하므로 대량생산을 위한 재배지 조건에서의 향각미 증진을 위한 토성에 따른 토양 수분조건 등의 재배적 기술 연구가 필요할 것이다.

더덕의 성분함량에 관한 연구는 자연산 더덕과 재배더덕간의 일반성분(이, 1984), 생약학적비교(김과정, 1975), 전처리방법에 따른 향기성분비교(김등, 1992) 등의 연구가 되어져 있으나 토양조건에 관련된 연구는 매우 드물다.

따라서 본 연구는 더덕을 야생지 및 재배지 토양으로 盆栽培하여 일반성분과 유기산·지방산 및 향기성분 분석을 통해 토양조건 및 혈당 재식 주수가 더덕의 생육특성 및 향각미 물질발현에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 재배

본 재배에 사용한 야생지 토양은 경북 봉화군 야산(해발500m)에서 더덕이 자생하는 지역의 주변에서 약 10cm 표토를 채취한 것이며, 재배지 토양은 경북 안동시 송천동 안동대학교 실험포장의 토양을 사용하였다.

공시토양을 풋트(12)에 충진 후 재배 1년생 더덕을 95년 4월 측면을 개방한 비닐하우스에서 盆當 3穴로 穴當1, 3, 5주씩 이식하고, 토양수분은 공시된 토성의 보수력 및 有效水分範圍를 참고로 하여 각 pF2.5 이하, pF2.5-3.5이하, pF3.5정도로 유지하도록 tensiometer에서의 측정치를 점검하면서 관수량을 조절하였다.

2. 성분 분석

조단백질은 키엘다알법(한국인삼연초연구소,

1991), 조지질은 속슬레(Soxhlet) 추출법(한국인삼연초연구소, 1991), 당질은 Somogyi-Nelson법(한국인삼연초연구소, 1991)을 이용하였고, 조섬유는 AOAC법(Sennsahaugh et al , 1972) 석유에테르추출물은 wickham과 Blackmore법(1963), 조회분은 회화법(한국인삼연초연구소, 1991)으로 조사하였다. 유기산 및 고급지방산분석은 Court와 Hendel (1978)의 방법에 따라 추출하여 GC로 분석하였다.

향기성분 분석은 분쇄한 생체 시료 100g을 동시 추출장치(Simultaneous distillation and extraction apparatus; SDA)를 이용하여 추출하였다(Lloyd et al, 1976). SDA 장치로 6시간 동안 환류추출한 후 추출액을 무수 황산나트륨으로 탈수한 다음 질소 가스로 농축하였다. 농축액 1.0 μ l를 기체 크로마토그래프의 시료용액으로 사용하여 다음과 같은 GC/MS 조건으로 분석하였다.

* G.C/MS 분석조건

Column	Supelcowax 10 fused silica capillary (0.25mm id × 30m, Supelco)
Temperature	50°C (0min) — 2°C/min — 240°C (60 min)
Detector	Mass selective detector (MSD)
Carrier	Helium 1.0 ml/min (split ratio = 10 : 1)
G.C model	Fison MD 800

결과 및 고찰

본 재배에 사용된 야생지와 재배지 토양의 이화학적 성질을 조사한 결과(Table 1), 야생지 토양은 재배지 토양에 비해 강산성이면서 유효인산의 함량이 매우 낮으며, 유기물, 치환성 양이온K, SO₄ 함량이 높았다.

더덕 생육지의 토양과 수분정도 및 혈당 재식 주수가 더덕근의 생육특성에 미치는 영향을 조사코자, 풋트에 1년근을 이식하여 2년간 처리별로 재배하여 더덕근의 길이, 두께 및 개체당, 혈당, 풋트당 수량을 조사한 결과(Table 2), 더덕근의 개체당 길이는 재배지토양에서의 풋트 재배가 야생지 토양 재배에 비하

Table 1. Physico-chemical characteristics of soil in cultivated *C. lanceolata*

Soil of habitat	pH (1:5)	O.M (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	Ex-cation(me/mg)			SO ₄ (ppm)	Clay (%)	Remark
				K	Ca	Mg			
Wild	4.8	15.0	9	0.30	3.70	1.90	252	4	500m
Upland	7.0	3.5	793	0.20	13.50	4.30	139	11	110m

여 수분조건에 관계없이 작았고, 과습구를 제외한 처리에서 혈당1주 재배가 3주, 5주에 비하여 재배지, 야생지 토양 공히 뿌리의 길이 생장이 양호하였다.

야생지 토양에서의 과습구에서 생육된 더덕근은 혈당 재배 주수에 관계없이 길이 생장이 작았다. 재배지 토양에서 풋트 재배시 더덕의 길이 생장은 토양 수분보다는 혈당 재배주수에 영향을 받는 것으로 나타났다.

더덕근의 개체당 두께는 혈당 1주 재배시에 재배지 토양 재배가 야생지에 비하여 모든 수분 조건에서 두께가 컸으나 타 처리에서는 일정한 경향을 나타내지 않았다. 수분조건별로는 재배지, 야생지 재

배토양 공히 수분조건이 과습>적습>과건 순으로 두께가 컼고, 혈당 재배 주수 간에는 혈당 재배 주수가 증가 할 수록 두께는 작아지는 경향이 있었으며, 특히 동일 수분조건에서 혈당1주와 3주간의 차이보다 혈당 3주와 5주간이 더 컸으며, 과건 처리구에서 이러한 경향이 더욱 뚜렷하였다.

개체 및 혈당 수량은 야생지가 재배지 토양보다 과습구를 제외하면 높았고, 수분조건별로는 적습>과습>과건 순으로 높았다. 특히 수량감소정도는 과건 처리구 및 재배지 토양이 적습 처리구와 야생지 토양 보다 높았다. 이러한 결과는 더덕 재배시에는 과습 보다는 과건이 더덕의 수량에 절대적 영향을

Table 2. Effect soil texture and water contents in growth characteristics cultivated *C. lanceolata*

Growing soil	Soil moisture	Planting density (plant/hole)	Root Length (cm)	Root Width (cm)	Yield		
					g/plant	g/hole	g/pot (1/200a)
Upland	Surplus	1	11.20	2.44	43.36	43.36	130.08
		3	12.33	2.24	31.11	93.33	279.99
		5	11.72	1.87	22.61	113.05	339.15
	Normal	1	13.08	2.19	29.83	29.83	89.49
		3	11.80	2.10	23.85	71.55	214.65
		5	11.78	2.16	20.26	101.3	303.9
	Deficit	1	14.17	1.78	27.33	27.33	81.99
		3	11.33	1.74	15.98	47.94	143.82
		5	11.58	1.63	11.13	55.65	166.95
Wild	Surplus	1	12.45	2.51	49.96	49.96	149.88
		3	13.50	2.28	28.27	84.81	254.43
		5	10.88	1.85	21.41	107.05	321.15
	Normal	1	16.64	2.33	37.76	37.76	113.28
		3	13.89	1.85	23.02	69.06	207.18
		5	13.03	1.61	20.89	104.45	313.35
	Deficit	1	15.4	2.09	31.24	31.24	93.72
		3	13.2	1.72	21.11	63.33	189.99
		5	14.1	1.17	18.47	92.35	277.05

미칠 것으로 고찰된다. 혈당 재식 주수와 재배토양 간에는 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났는데, 특히 혈당 재배 주수가 많을수록 재배지 토양의 과건 처리구는 수량의 감소를 나타내고 있으나, 유기물 함량이 많은 야생지 토양의 과건 처리구에서는 혈당 5주 재배시에도 수량의 감소가 없었다.

이는 비료종류별 수량구성요소는 화학비료에 비하여 유기질비료 사용시가 높았다는 연구보고(윤과민, 1970)와 본 연구에서 야생지 토양재배가 재배지 토양에서 보다 과건 및 적습구에서 높았는데, 이는 야생지 토양이 토양의 물리성 및 통기성이 양호하여 초래되었다고 생각된다.

따라서 기존 유기물 함량이 낮은 재배지 토양에서 혈당 재식 주수를 3~5주로 재배시에는 적습 및 과습 조건이 과건에 비하여 유리하며, 유기물 함량이 많은 토양에서는 모든 토양수분조건에서 혈당 3~5주의 재배는 수량을 증대시킬 것으로 나타났다.

더덕 생육지의 토양과 수분정도 및 혈당 재식 주수가 더덕근의 일반성분에 미치는 영향을 조사한 결과(Table 3), 풋트 재배 토양별로는 야생지 토양에 비하여 재배지토양에서의 더덕재배는 수분, 환원당, 조단백질의 함량이 높았고, 조섬유 및 석유 에텔추출물 함량이 낮았다.

환원당과 조단백질 함량은 토양 수분정도간에는 재배지토양 및 야생지토양에서 재배된 더덕내에서 공히 과습>적습>과건 토양순으로 높았고, 조섬유 및 석유에텔추출물 함량은 적습 토양에서 가장 높게 나타났다.

혈당 재배 주수 간에는 혈당 재식 주수가 많을수록 수분, 환원당, 조단백질 함량이 낮아졌으나 조섬유 함량은 높아졌다. 석유에텔 추출물 함량은 재배지 및 야생지 토양의 과습구 및 적습구 처리에서 혈당 주수가 많을수록 높아졌으나 과건구에서는 낮아졌다.

Table 3. Contents of water, reducing suger, crude fiber, crude protein and petroleum ether extracts in cultivated *C. lanceolata*

Growing soil	Soil moisture	Planting density (plant/hole)	Water (%)	Reducing suger (%)	Crude fiber (%)	Crude protein (%)	Pet.ether extracts (%)
Upland	Surplus	1	76.01	18.90	6.00	7.23	0.54
		3	73.23	16.50	6.95	7.10	0.54
		5	72.96	14.80	7.25	6.98	0.94
	Normal	1	76.40	18.70	7.91	7.01	0.99
		3	74.31	17.30	8.10	6.93	0.69
		5	72.62	13.20	8.60	6.82	0.68
	Deficit	1	77.90	16.50	7.60	6.85	0.64
		3	76.90	15.20	7.71	6.70	0.69
		5	71.80	11.00	7.93	6.13	0.54
Wild	Surplus	1	74.58	16.50	7.80	7.10	0.93
		3	74.21	14.00	8.15	6.98	0.78
		5	73.52	13.50	8.20	6.50	1.13
	Normal	1	78.12	14.80	8.10	6.54	0.98
		3	75.36	13.50	8.85	6.32	0.86
		5	74.21	12.00	9.21	6.10	0.86
	Deficit	1	74.50	12.30	8.15	6.25	0.93
		3	74.00	12.00	8.20	5.98	0.62
		5	70.80	10.30	8.90	5.90	0.43

일반 성분적인 면에서 재배지 토양의 과건 처리는 조선유에서는 좋은 영향을 미치나 향각미 성분의 전구체인 석유에텔 추출물에서는 부의 상관을 나타내고 있어 과건 토양에서 더덕재배는 향각미 감소를 초래 할 것으로 생각된다.

더덕생육 토양과 수분정도 및 혈당 재식 주수가 더덕근의 유기산 및 지방산 함량에 미치는 영향을 조사한 결과(Table 4), 풋트 재배시 생육 토양별로는 야생지 토양에 비하여 재배지 토양에서 생육한 더덕 근에서 유기산 malic acid 및 citric acid 함량이 낮았고, 지방산함량은 비슷하였다. 토양수분이 건조할수록 야생지, 재배지 토양에서 생육된 더덕이 공히 citric acid 함량이 높았고, 지방산 함량은 적습구에서 재배된 더덕이 높았고 과건구에서는 낮았다.

혈당 재식 주수간에는 과건구를 제외한 수분조건에서 자란 더덕에서 재식 주수가 많을수록 조사된 지방산과 citric acid 함량이 높았으나, malic acid 함량은 낮았다.

자생지 및 재배지 토양에서 재배시 수분정도 및 혈당 재식주수가 더덕의 휘발성정유성분에 미치는 영향을 조사한 결과(Table 5), 87개의 주요정유성분이 분리, 동정되었으며 그 중에서 야생더덕과 재배 더덕의 차이 성분으로 구명된 12개 주요성분을 비교해 보면 토양별 정유성분의 종류에는 야생지 토양과 재배지 토양간의 큰 차가 없었으며, 함량면에서 3-methylpentanoic acid등 몇 개의 성분에서 약간 높은 것으로 나타났고, 생육토양보다는 수분정도, 혈당재식주수가 높은 정유성분의 차이를 나타내었다. 토양 수분처리 간에는 조사된 주요성분들의 대부분이 적습>과습>과건 순으로 함량이 높았고, 특히 3-methylpentanoic acid와 squalene의 함량에서는 적습구가 과습 및 과건 처리구에서 보다 2~5배 정도 높게 나타났다. 더덕의 향기성분의 검출은 김등(1992)이 35가지 성분, 이등(1995)이 66가지 성분을 검출하였으나 본 연구에서는 87가지 성분을 분리, 검출하였으며, 추출된 향기성분은 대부분이 페놀, 탄화수

Table 4. Composition of nonvolatile organic and higher fatty acid in cultivated *C. lanceolata*

Growing soil	Soil moisture	Planting density (plant/hole)	Organic and Fatty acid(mg/g)				
			Malic	Citric	Palmitic	Linoleic	Linolenic
Surplus	Normal	1	7.130	13.041	1.046	12.933	0.865
		3	8.347	13.307	1.699	13.513	1.061
		5	9.276	15.933	2.199	14.871	1.636
Upland	Deficit	1	7.339	14.501	1.115	15.949	1.877
		3	7.089	13.501	2.646	15.945	1.997
		5	9.192	16.711	3.730	17.413	2.131
Wild	Surplus	1	8.597	16.069	1.999	15.060	1.560
		3	7.535	16.263	2.746	15.718	1.649
		5	6.071	17.917	4.076	13.875	1.129
	Normal	1	8.130	14.053	0.408	11.769	0.938
		3	6.389	14.983	1.723	14.805	1.002
		5	5.342	15.123	2.101	15.011	1.231
	Deficit	1	6.245	12.172	1.134	15.068	1.205
		3	6.021	14.342	2.011	16.111	2.135
		5	5.356	15.220	2.207	16.237	2.839
		1	8.809	16.306	0.892	14.336	1.712
		3	7.939	16.354	1.276	14.990	1.408
		5	5.009	19.917	0.846	13.826	0.495

Table 5. Composition of volatile essential oils on the soil moisture and planting density in cultivated *C. lanceolata*

Growing soil	Soil moisture (plant/hole)	Planting density										Volatile essential oil (Peak No.) (peak area/I.S.T.D area)																
		7*	9	11	15	19	27	45	48	49	68	82	84	1	2	3	4	5	6	7	8							
Upland	Surplus	1	0.212	0.006	0.194	-	-	0.010	0.065	0.005	0.008	0.776	0.020	0.279	-	0.264	-	0.261	-	0.153	0.516	-	7.977	0.686				
		3	0.279	-	0.264	-	0.261	-	-	0.031	0.084	12.233	0.696	1.696	0.046	1.315	-	0.205	0.060	0.110	0.203	0.031	0.084	12.233	0.696			
		5	1.696	0.046	1.315	-	0.205	0.060	0.110	0.203	0.031	0.084	12.233	0.696	1	1.017	0.104	1.294	-	0.108	0.129	0.121	0.250	0.060	0.139	25.260	1.416	
	Normal	1	1.017	0.104	1.294	-	0.108	0.129	0.121	0.250	0.060	0.139	25.260	1.416	3	4.764	0.757	2.217	0.362	2.130	0.388	1.562	2.932	0.259	0.842	65.346	8.246	
		3	4.764	0.757	2.217	0.362	2.130	0.388	1.562	2.932	0.259	0.842	65.346	8.246	5	4.986	0.873	2.341	0.334	2.314	0.397	1.543	3.101	0.343	0.901	67.456	9.343	
		1	2.619	0.129	3.647	0.084	0.582	0.128	0.201	0.293	0.056	0.187	21.795	1.445	Deficit	3	1.904	0.036	2.346	0.065	0.185	0.060	0.083	0.626	0.129	0.061	14.906	0.960
	Wild	3	1.904	0.036	2.346	0.065	0.185	0.060	0.083	0.626	0.129	0.061	14.906	0.960	5	7.520	0.123	2.125	0.060	0.151	0.087	0.310	2.016	0.064	0.237	20.056	2.346	
		1	3.576	0.098	2.131	0.147	0.236	0.041	0.174	0.513	0.116	0.097	12.199	0.806	Surplus	3	5.026	0.302	2.356	0.222	1.110	0.303	0.388	0.568	0.198	0.488	64.050	3.075
		3	5.026	0.302	2.356	0.222	1.110	0.303	0.388	0.568	0.198	0.488	64.050	3.075	5	6.856	0.660	4.715	0.682	5.656	0.602	1.170	1.396	0.317	0.885	92.406	1.536	
	Normal	1	4.974	0.338	2.106	0.202	0.582	0.567	0.300	0.972	0.416	0.319	29.405	1.711	Normal	3	8.994	0.415	2.177	0.412	0.587	0.118	0.448	5.709	0.074	0.164	29.067	2.173
		3	8.994	0.415	2.177	0.412	0.587	0.118	0.448	5.709	0.074	0.164	29.067	2.173	5	11.149	1.027	4.982	2.030	0.571	0.530	0.548	2.779	0.025	0.535	38.670	3.405	
		1	0.381	0.019	0.189	0.089	0.031	0.020	0.016	0.061	0.044	0.022	6.586	0.485	Deficit	3	2.853	0.035	2.312	0.111	0.213	0.298	0.045	0.498	0.034	0.135	21.341	1.513
	Deficit	3	2.853	0.035	2.312	0.111	0.213	0.298	0.045	0.498	0.034	0.135	21.341	1.513	5	3.718	0.046	3.398	0.061	0.376	0.110	0.123	0.163	0.048	0.060	17.161	0.189	

*7:2-propenoic acid, 9:Cyclohexanol, 11:3-methylpentanoic acid, 15:Decanal,
19:1,5,7-octatrien-3-ol 27:3-cyclohexene-1-methanol, 45:BHT, 48:Tetradecanal,
49:Ethanone, 68:9,12,15-octadecanoic acid, 82:n-hexadecanoic acid, 84:Squalene

소, 알콜, 터르펜등으로 이들이 복합적으로 작용한다는 연구보고(이등, 1995)와 같았다.

혈당 재식 주수간에는 재배지 및 야생지 토양 공히 혈당 재식 주수가 많을수록 정유성분 함량이 높아졌고, 특히 과습과 적습 토양조건에서 혈당 3~5주 재식시는 혈당1주에 비하여 높아졌으나 과건 처리구에서 혈당 3주까지는 정유성분함량은 1주에 비하여 높았으나 5주 재배시는 매우 낮아졌다.

따라서 본 연구는 더덕을 야생지 및 재배지 토양으로 盆栽培하여 일반성분과 유기산·지방산 및 향기성분 분석을 통해 토양조건 및 혈당 재식 주수가 더덕의 생육특성 및 향미 물질발현에 미치는 영향을 조사해 본 결과로 미루어 보아 과습 및 적습구에서는 혈당 3~5주 재배가 적당하나 과건구에서는 혈당 3주 이상의 재배는 향기 성분면에서 감소를 초래

함으로 지향하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

적 요

더덕을 야생지 및 재배지 토양으로 盆栽培하여 토양조건 및 혈당 재식 주수가 더덕의 생육특성 및 향미 물질발현에 미치는 영향을 구명하고자 수행해 본 결과는 다음과 같다.

- 재배지 토양에서 풋트 재배시 더덕의 길이 생장은 토양수분보다는 혈당 주수에 영향을 미쳤고, 재배지와 야생지 토양 공히 수분조건이 과습>적습>과건 순으로 두께가 커고, 혈당재배주 수간에는 혈당 재배주수가 증가 할 수록 두께는 작아지는 경향이고, 개체 및 혈당수량은 수분조건별로 과습>적습>과건 순으로 높았다.

2. 야생지 토양에 비하여 재배지 토양에서의 더덕재 배는 수분, 환원당, 조단백질의 함량이 높았고, 조섬유 및 석유에텔 추출물 함량이 낮았다.
3. 야생지 토양에 비해 재배지 토양에서 생육한 더덕근에서 유기산인 malic산의 함량이 낮았고, 지방산함량은 비슷하였다.
4. 토양수분처리 간에는 조사된 주요 정유성분들의 대부분이 적습>과습>과건 순으로 함량이 높았고, 특히 3-methylpentanoic acid와 squalene의 함량은 적습구가 과습 및 과건 처리 구에서 보다 2-5배정도 높았다.

사 사

본 논문은 1996년도 농림부지원 현장애로 기술개발 연구결과의 일부입니다.

인 용 문 현

- 김정한, 김경례, 김재정, 오창한. 1992. 전처리 방법에 따른 더덕의 휘발성 향기성분비교
분석. 한국식품공학회지. 24(2):171-176
- 김종현, 정명현. 1975. 더덕의 생약학적연구. 한국생약학회지. 6(1):43
- Lloyd, R. A. 1976. Flue-cured tobacco flavor. 1. Essence and essential oil components, Tob.

Sci.:20:40-48

- 이석건. 1984. 건조된 야생더덕과 경작더덕의 화학 성분. 한국농화학회지. 27(4):225-230
- 이승필, 김상국, 최부술, 이상철, 김길웅. 1995. 야생 및 재배더덕의 재배장소에 따른 생육 및 향기성분
- 이덕봉. 1981. 한국 동식물도감 식물편(유용식물). 삼화출판사. 15권 pp 264, pp 419
- 임웅규. 1982. 자원식물학. 광진출판사. pp 124 - 132
- 오세명, 정형진, 권순태. 1977. 더덕의 향미 증진 및 가공품에 관한연구. 농림부 현장애로 최종보고서.
- Wickham, J.E. and R.H. Blackmore. 1963. A.O.A.C. 46 : 425 - 428
- 윤준희, 민완식. 1970. 더덕 작휴법 및 시비량 시험. 강원도농사시험보고서. 278-283
- Sensahaugh, A.J., J.R. Kenneth and L. Rush. 1972. A.O.A.C. 55(1) : 209 - 213
- Court, W.A. and J.G. Hendel. 1978. Determination of nonvolatile organic and fatty acids by gas liquid chromatography, J. Chromatogr. Sci. 16:314-317
- 한국인삼연초연구소, 1991. 인삼성분분석법

(접수일 1999. 10. 20)

(수리일 1999. 12. 15)