

神仙草 養液栽培時 固形培地種類에 따른 生育 및 收量

한승호*·최병준*·신철우*·장기운**·한광섭*·최강주****·우인식*·박상일***

Effect of Different Media on Growth and Yield in Hydroponic culture of *Angelica keiskei* Koidzumi

Seoung Ho Han*, Byung Jun Choi*, Cheol Woo Shin*, Ki Woon Chang**

Kwang Seop Han*, Kang Ju Choi****, In Sik Woo* and Sang Il Park***

ABSTRACT : This experiment was conducted to find appropriate media in hydroponic Culture of *Angelica keiskei*. The media used were carbonized rice hull, perlite, vermiculite, mixture (carbonized rice hull (1) : perlite (1) : peatmoss (1)), mixture+peatmoss20%, mixture+peatmoss40%, mixture+peatmoss60%, perlite 40%+peatmoss40%+vermiculite20% and open field cultivation. The highest yield of *Angelica keiskei* was shown 4,428ka/10a at vermiculite. The yield of vermiculite was increased about 133 percent compared to that of open field cultivation. The highest germanium contents was shown 0.52ppm at mixture+peatmoss 40%. The contents of germanium increased about 108 percent at mixture+peatmoss40% compared to that of open field cultivation.

Key words : *Angelica keiskei*, hydroponic, media, yield, germanium.

緒 言

神仙草 (*Angelica keiskei* koidzumi 또는 *Angelica utilis* Makino)는 미나리과에 속하는 다년생 초로서 “아시다바”라고도 불리우며 (野呂征男等, 1992; 堀田 滿 等, 1989) 地上부와 地下부를 모두 이용할 수 있는 작물로, 고혈압, 肝臟病, 神經痛 등 각종 成人病에 옛날부터 民間藥으로 사용되어 왔고 (Okuda, 1986; 임, 1989; Yagi, 1990),

게르마늄 (Germanium) 成分을 多量 含有하고 있으며 癌, 高血壓 및 血液淨化 등에 效果가 우수한 것으로 알려져 있다 (Okuyama et al., 1991).

養液栽培는 根圈環境의 緩衝力이 적어 培養液 管理에 세심한 주의가 필요하다. 또 前 이온 濃度와 作物의 種類, 生育段階, 作型, 固形培地의 有無와 物理性, 培養液 供給方法 등에 따라 각 이온의 適定濃度가 달라지며 根 表面에 이온이 接觸하는 頻度와도 관계가 있다고 하였다 (糠谷明, 1992). 또한 作物은 栽培形態에 따라 根圈溫度 및 pH와

* 忠南農業技術院 (Chungnam A. R. E. S., Taejon, 305 - 313. Korea)

** 忠南大學校 農科大學 (Coll. of Agric., Chungnam Nat'l Univ., Taejon, 305 - 764. Korea)

*** 忠北大學校 農學科 (Dept. of Agronomy, Chungbuk Nat'l Univ., Cheongju, 360 - 763. Korea)

**** 韓國人蔘煙草研究院 (Korea Ginseng & Tobacco Research Institute. Taejon, 305 - 345. Korea), Weonju 220 - 702, Korea) < '99. 1. 5 접수 >

溶存酸素량이 變化하며 이에 따라 養分の 吸收特性도 달라지게 되어 栽培方式에 알맞은 管理가 必要하다고 하였다(Masuda et al., 1989 ; 志村 清等, 1985 ; 山崎肯哉, 1978).

神仙草의 栽培에 관한 연구로는 Kim et al. (1994), Eom & Lim(1994) 등이 있으며, 神仙草의 成分에 관한 연구로는 Kim et al. (1992), Eom & Lim(1994)가 있다.

본 연구에서는 神仙草 養液栽培時 固形培地種類에 따른 生育 및 收量を 究明하여, 神仙草의 養液栽培技術을 確立하고자 수행하여 몇 가지 結果를 얻었기에 보고하고자 한다.

材料 및 方法

1. 神仙草 栽培

본 시험은 1996년부터 1997년까지 2년 동안 忠南 農業技術院 試驗圃場에서 하우스 養液培地耕栽培로 수행하였으며, 폭 8m, 길이 20m 하우스 側面에 防蟲網을 설치하고, 30% 遮光網으로 地봉을 遮光한 후, 폭 0.8m, 높이 0.4m, 길이 16m의 베드 4조를 설치하여 하우스 양액배지경재배로 수행하였다. 처리는 燻炭, 펄라이트, 버미큘라이트, 混合

培地(燻炭 : 펄라이트 : 버미큘라이트를 1 : 1 : 1로 混合한 처리), 혼합배지+피트모스20%, 혼합배지+피트모스40%, 혼합배지+피트모스60%, 펄라이트40% : 피트모스40% : 버미큘라이트20% 및 露地 등 9처리를 두었으며, 각 처리별 固形배지의 理化學的 特性은 표 1과 같다.

定植은 1996년 6월 3일에 40×30cm의 栽植距離로 1年生苗를 定植 하였으며, 사용된 양액은 농촌진흥청 院試養液을 EC 1.8dS/m농도로 공급하였고(표 2), 양액의 pH는 H2SO4와 KOH를 이용하여 6.5로 조정하여 0.2 l /주/일 공급하였다.

시험기간중의 氣象環境調査는 오전 10시와 오후 2시에 조사하였으며, 10월 중하순부터 하우스 내부기온 및 베드 내부온도가 떨어져 열풍기로 가온하여 하우스 내부온도를 최저 12.0℃ 이상으로 유지시켜 재배하였고, 神仙草의 生育 및 收量調査는 農村振興廳(1995)의 作物試驗研究 調査基準에 準하여 실시하였다.

2. 神仙草 成分分析

가. 엑스收率

신선초의 Water extract 및 50% ethyl alcohol extract 수율 조사는 大韓藥典 엑스(extract) 실험 방법에 準하여 분석하였다. 즉 신선한 시료를 50℃

Table 1. Physicochemical properties of the different media before experiment

Treatment	pH (1 : 5)	EC (dS/m)	OM (%)	T-N (%)	C/N (%)	T-P (ppm)	Ash (%)
Carbonized rice hull	7.5	0.16	69.3	0.86	47	836	30.7
Perlite	7.3	0.17	0.5	0.02	15	27	99.4
Vermiculite	6.5	0.08	2.8	0.04	40	106	97.3
Mixture (Carbonized rice hull 1 : Perlite 1 : Peatmoss 1)	5.6	0.13	45.5	0.48	55	146	54.5
Mixture+Peatmoss 20%	5.4	0.15	44.7	0.39	66	520	55.4
Mixture+Peatmoss 40%	4.9	0.15	51.9	0.44	68	312	48.1
Mixture+Peatmoss 60%	4.6	0.15	53.1	0.49	63	145	46.9
Perlite 40% : Peatmoss 40% : Vermiculite 20%	4.7	0.17	25.0	0.21	69	34	75.0
Open field culture	6.6	0.18	3.3	0.81	2	424	96.8
Peatmoss	3.6	2.76	94.8	0.07	786	24	5.1

Table 2. Chemical composition of nutrient solution for hydroponic

Compound	EC 1.8 dS/m
	Korean solution
Major element	
Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	845
KNO ₃	455
NH ₄ NO ₃	72
MgSO ₄ · 7H ₂ O	443
KH ₂ PO ₄	122
NH ₄ H ₂ PO ₄	-
Minor element	
Fe-EDTA	18.0
H ₃ BO ₃	2.3
MnSO ₄ · 4H ₂ O	2.3
ZnSO ₄ · 4H ₂ O	0.2
CuSO ₄ · 4H ₂ O	0.05
NaMoO ₄ · 2H ₂ O	0.02

에서 熱風 건조시킨 후 粉碎하여 건조된 試料 2g을 100ml 삼각플라스크에 넣고 물(또는 50%에틸알코올)을 가하여 室溫에서 100rpm으로 24시간 진탕시켜 濾過紙(Whatman No. 40)에 여과시킨 후 蒸發濃縮시켜 乾物 엑스의 收率을 조사하였다.

나. 培地의 物理性 分析

배지의 物理性 분석 중 pH는 건조된 試料를 2mm체로 통과시킨 다음 試料 5g에 蒸溜水 25ml를 가하여 실온에서 100rpm으로 30분간 진탕시킨 다음 pH를 조사하였고, 총탄소함량(T-C)은 農村振興廳(1988)의 Tyurin법, 전질소(T-N)는 農村振興廳(1988)의 Kjeldahl방법으로 분석하였다. 含水量(WHC) 분석은 培地試料 一定量을 비이커에 담아 증류수로 12시간 이상 飽和시킨 후 funnel에 試料를 옮겨서 24시간 동안 過度한 수분을 重力에 의해 제거한 후 수분량을 조사하였고, WHC(ml/g)=수분량/건조試料의 무게로 계산되었다. 수분함량은 試料 일정량을 稱量된 容器에 취하고 100~110℃의 oven에서 恒량이 될 때까지(10~16시간) 건조시킨 다음 데시케타에 옮겨 식힌 후(30분간) 稱量하

여 그 減量을 乾土에 대한 %로 표시하고 (습도의 무게+용기의 무게) - (건토의 무게+용기의 무게) / (건토의 무게+용기의 무게) - (용기의 무게) × 100으로 계산되었다. 또한 陽이온置換容量(CEC; me/100g)은 農村振興廳(1988)의 1N NH₄OA방법으로 하여 H₂SO₄適定量(ml)/試料의 무게(g) × H₂SO₄의 規正濃度 × 100으로 표시하였다. 배지의 假比重은 250ml 메스실린더에 試料 일정량을 넣어 바닥을 쳐서 packing을 하고 다시 일정량을 넣어 packing을 실시한다. 이러한 방법을 되풀이하여 200ml정도까지 되게 하여 水分定量後 무게/試料 充填 메스실린더의 부피로 계산 표기하였다. 眞比重은 農村振興廳(1988)의 灰化法으로 有機物과 ash를 구한 후 다음과 같은 식으로 계산하였다.

$$PD = (1+F) / \{(F/1.55) + (1/2.65)\}$$

* F = 유기물/ash,

* 1.55 = 유기물의 평균 Particle density

* 2.65 = 토양의 평균 Particle density

다. 無機成分含量 分析

無機成分含量 分析은 試料 약 1g을 直接灰化法으로 540℃에서 10시간 灰化시킨 다음 鹽酸 10% 용액으로 10ml를 가하여 溶解한 후 여지로 여과하여 원자흡수 분광광도계(Varian Spectro AA-30)로 분석하였다(Breteler, 1973). 무기원소의 정량은 각 무기원소별로 標準品の 檢量線을 작성하고 標準檢量線 범위 내에 정량 되도록 稀釋하여 정량 하였다. 이때 사용한 각 無機元素는 Sigma사의 AA용 표준품을 일정농도로 희석하여 標準檢量線을 구하여 분석하였다. 한편 磷(P)은 過鹽素酸(HClO₄)방법으로 試料 1g을 稱量하여 유기물이 많을 경우 먼저 濃 窒酸으로 유기물을 분해한다. 여기에 HClO₄ 20ml를 가해 分解爐에서 분해한 후 100ml mess flask에 濾過 定容하여 UV spectrophotometer(Hewlett Packard 845 2A)로 470nm에서 吸光度를 측정하였다. 총 인산의 發色法은 過鹽素酸 산성 하에서도 측정이 가능하며 Fe³⁺의 방해가 적은 Vanado molybdate법으로 比色 측정한다.

라. 有機酸 分析

有機酸 分析은 試料를 60℃에서 일정하게 건조시킨 후 20mesh로 분쇄한 다음 5g을 취하여 Court & Hendel(1978)의 방법에 준하여 12% 黃

산/메탄올 (v/v) 방법으로 methyl ester화 시켜 GLC로 분석하였다. 즉 실온에서 12% 황산/메탄올 (v/v) 방법으로 20시간 추출하여 methyl ester화 시킨 다음 有機酸 methyl ester를 클로로포름으로 추출 分割시켜 클로로포름 抽出液을 sodium sulfate로 脫水시킨 후 40℃ 물 重湯에서 減壓濃縮시켜 GLC로 분석하였다. 내부 표준품으로 사용한 glutaric acid와 유기산 표준품은 Sigma Chemical Company의 표준품을 각각 동일한 방법으로 methyl ester화 시켜 사용하였다. 이때 사용한 GLC는 Hewlett packard 5890 series II 및 Hewlett packard 3396 series II intergrator를 사용하였다. GLC컬럼은 Supelcowa 10 (60m × 0.32mm I. D., 0.25µm film thickness) fused silica capillary column을 사용하였고, 오븐 온도는 100℃에서 3분간 유지시킨 후 3℃/min. 씩 乘溫시킨 다음 230℃에서 10분간 유지시켜 분석하였다. GC의 入口 및 檢出器 (FID)의 온도는 230℃ 및 240℃로 하였고, 運搬氣體는 窒素가스를 1.85ml/min. 로 하여 split mode (split ratio = 40 : 1)로 하여 분석하였다.

마. 粗 脂肪質의 抽出

粗 脂肪質의 抽出은 분쇄된 시료를 圓筒濾過紙 (Whatman cat No. 2800260)에 넣고 에틸 에테르를 가하여 상법에 준하여 Soxhlet추출법으로 약 16시간 추출한 다음 추출물을 減壓濃縮시켜 重量法으로 조지방질함량을 조사하였다.

脂肪酸의 GLC 분석은 상기와 같이 추출하여 얻은 조지방질 약 200mg을 취하여 Metcalf et al. (1966) 등의 방법에 준하여 0.5N-NaOH/Methanol로 加水分解시킨 後 boron trifluoride - methanol을 가하여 methyl ester화시킨 다음 GLC로 분석하였으며, 지방산 표준품은 Sigma Chemical Co. 의 fatty acid methyl ester 표준품을 사용하였다. 이때 사용한 GLC는 Hewlett packard 5890 series II 및 Hewlett packard 3396 series II intergrator를 사용하였다. GLC컬럼은 Sp-2340 (30m × 0.25mm I. D) fused silica capillary column을 사용하였고, 오븐 온도는 160℃에서 3분간 유지시킨 후 3℃/min. 씩 乘溫시킨 다음 220℃에서 10분간 유지시켜 분석하였다. GC의 주입구 및 검출기 (FID)의 온도는 240℃ 및 250℃로 하였

고 운반기체는 질소 가스를 0.8ml/min. 로 하여 split mode (split ratio = 60 : 1)로 주입 분석하였다.

바. 게르마늄含量 分析

게르마늄분석은 한 등(1996)의 방법에 따라 분석하였으며, 시료 사용량은 식물체는 건조 분쇄된 시료 3g을 사용하였고, 토양배지 시료는 분쇄된 시료 5g을 사용하였다. 시료를 시험관에 넣고 混合溶液 (窒酸 : 過鹽素酸 : 黃酸 = 10 : 4 : 1, v/v) 20ml를 가하여 24시간 방치하였다. 이 시료를 가열 관상에서 서서히 온도를 올리면서 완전히 분해시킨 뒤 증류수 5ml로 3회 시험관을 헹구어 100ml의 눈금 플라스크에 옮기고 진한 鹽酸을 추가하여 9M 염산이 되게 하였다. 이 시료용액을 濾過紙 (Whatman No. 5)로 여과하여 分液濾斗에 옮기고 四鹽化炭素 (CCl₄)를 20ml씩 가하여 3분간 3회 추출한 Ge-Cl₄ 층 60ml를 새로운 分液濾斗에 수거하였다. 여기에 증류수 3ml씩 3분간 3회 추출하여 수거한 39ml에 1M 아세트산-아세트산 나트륨용액 (pH 4.5) 5ml를 넣고 증류수를 가하여 최종 50ml로 하였다. 이 용액을 그라파이트관을 부착한 원자흡광광도계 (Varian Spectro 330/440)로 분석하였으며, 회수율은 0.5ppm에서 89.8 ± 4%, 1.0ppm에서 96.4 ± 2%이었고, 분석조건은 램프전류 : 5mA, 분광띠 폭 : 1.0nm, 파장 : 265.2nm, 최대 흡수 : 1.6, 연료 : 아르곤, 기체유량 : 3.0 l/min이었다. 공시시약 중 Ge-132는 sigma Chemical Co. (St. Louis, U. S. A), 무기게르마늄 (Germanium(IV) Oxide)은 Aldrich Chemical Co. (Milwaukee, U. S. A)에서 각각 구입하였으며, 기타 분석시약은 Junsei Chemical Co. (Tokyo, Japan)와 Matsunoen Chemical Co. (Osaka, Japan)에서 特級으로 구입하여 사용하였다.

結果 및 考察

1. 生育期間 中の 栽培環境

5월 중순부터 生育最盛期인 9월 중순까지의 양액재배 하우스 내부온도는 25.2℃ ~ 30.7℃, 베드 내부온도는 18.3℃ ~ 26.6℃로 신선초의 생육에 장애가 없는 (糠谷明, 1992; 박, 1993) 비교적 적당한 온도조건이었다.

2. 土壤環境

신선초 生育最盛期의 pH는 혼합배지에서 재배 전보다 2.0상승하였으며, 버미큘라이트도 0.5 상승하였고, 노지도 1.03 높아졌으나 그 외 다른 배지에서는 pH가 낮아졌다(표 3). 작물생육에 적합한 배양액의 pH는 弱酸性인 5.5~6.5정도이지만 일반적으로 5~7의 범위 내로 유지하면 별문제가 없다고 하였는데 燻炭 및 혼합배지는 7.35 및 7.60으로 알카리성으로 나타났으며, 혼합배지+피트모스40%, 혼합배지+피트모스60% 및 펄라이트40%+피트모스40%+버미큘라이트20% 처리가 4.14~4.44로 산성으로 나타났다.

EC농도변화는 노지를 제외한 모든 처리가 재배 전보다 3.4배에서 11.8배까지 높아졌으며, 특히 버미큘라이트가 11.8배나 상승하였는데, 이는 아주 낮은 EC농도이었던 버미큘라이트에 재배하면서 공급된 양액이 축적되었기 때문인 것으로 생각된다(표 3).

Table 3. EC content and pH of the different media at the growth stage in *Angelica keiskei*

Treatment	pH (1 : 5)	EC (dS/m)
Carbonized rice hull	7.35	0.74
Perlite	7.30	0.59
Vermiculite	7.00	0.95
Mixture(Carbonized rice hull 1 : Perlite 1 : Peatmoss 1)	7.60	0.63
Mixture+Peatmoss 20%	5.16	1.19
Mixture+Peatmoss 40%	4.44	0.69
Mixture+Peatmoss 60%	4.25	0.67
Perlite 40% : Peatmoss 40% : Vermiculite 20%	4.14	0.71
Open field culture	7.54	0.25

3. 生育 및 收量

定植後 133일의 地上部生育 조사 결과는 펄라이트와 버미큘라이트 처리구가 생육이 양호한 것으

로 나타났다. 草長은 펄라이트가 59.6cm로 가장 컸으며, 燻炭이 25.5cm로 가장 작았는데, 이는 정 등(1995)의 오이 양액재배 결과와 유사하였다. 葉長은 버미큘라이트가 34.2cm로 가장 길었으며, 燻炭이 14.0cm로 가장 짧았고, 葉幅은 펄라이트가 27.9cm로 가장 넓었으며, 燻炭이 12.4cm로 가장 좁았다. 莖直徑은 버미큘라이트가 1.5cm로 가장 굵었으며, 燻炭이 0.7cm로 가장 가늘었다. 莖數는 펄라이트가 5.6개로 가장 많았으며, 노지재배도 5.3개로 많은 편이었고, 燻炭이 3.1개로 가장 적었으나 統計의 有意性은 나타나지 않았다.

정 등(1995)의 오이 양액재배시 마디길리와 葉數에서 펄라이트 단용 처리가 펄라이트70+왕겨30보다 양호하였으며, 葉面積도 펄라이트 단용 처리가 펄라이트70+왕겨30이나 펄라이트70+혼탄30보다 넓게 나타났는데 이는 본 시험의 결과와 유사한 것으로 판단된다.

배지종류별 수확횟수는 시설양액재배가 8회이며, 노지재배는 6회를 수확하였는데 노지재배의 수확횟수가 적은 이유는 야간온도가 10℃이하로 떨어지는 11월 중순에는 수확이 제한되었기 때문이었다.

처리별 수량은 노지재배 보다 혼합배지+피트모스60%가 33%, 혼합배지+피트모스40%가 48%, 혼합배지+피트모스20%가 68%, 혼합배지가 79%, 펄라이트가 87% 및 버미큘라이트가 133% 증수하였으나, 燻炭은 노지재배의 85%수준이었다(표 4).

정 등(1995)이 스티로폼베드나 스티로폼박스를 이용하여 오이를 양액재배 할 때 오이의 총생과중이 펄라이트 단용처리가 펄라이트70+왕겨30이나 펄라이트70+혼탄30보다 많은 것으로 나타났는데, 이는 본시험의 결과와 유사하였다.

4. 葉綠素 含量

葉綠素 含量은 노지재배가 3.60mg/100cm²으로 가장 많았으며, 고휘배지 중에서는 버미큘라이트가 3.48mg/100cm²으로 가장 많았고, 燻炭과 혼합배지+피트모스40%가 각각 2.54mg/100cm²와 2.51mg/100cm²으로 가장 적은 함량을 나타냈다(표 5).

Table 4. Growth and yield for hydroponic of *Angelica keiskei* by the different media

Treatment	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter (cm)	No. of branch (No. /plant)	Yield (kg/10a)
1*	25. 5d	14. 0d	12. 4c	0. 7c	3. 1a	1, 614g ¹⁾
2	59. 6a	33. 2ab	27. 9a	1. 4ab	5. 6a	3, 566b
3	54. 3ab	34. 2a	26. 0ab	1. 5a	4. 4a	4, 428a
4	50. 0abc	29. 0abc	23. 5abc	1. 4ab	4. 3a	3, 403bc
5	37. 4bcd	20. 4bcd	17. 2abc	1. 0abc	3. 9a	3, 199c
6	35. 9cd	20. 0cd	16. 6bc	1. 1abc	4. 5a	2, 815d
7	32. 8cd	18. 3cd	14. 8c	0. 9bc	3. 5a	2, 534e
8	38. 1bcd	22. 4a-d	17. 9abc	1. 0abc	3. 8a	3, 359bc
9	38. 5bcd	21. 8a-d	16. 9abc	1. 2abc	5. 3a	1, 904f

¹⁾In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

- * 1. Carbonized rice hull
- 2. Perlite
- 3. Vermiculite
- 4. Mixture (Carbonized rice hull 1 : Perlite 1 : Peatmoss 1)
- 5. Mixture+Peatmoss 20%
- 6. Mixture+Peatmoss 40%
- 7. Mixture+Peatmoss 60%
- 8. Perlite 40% : Peatmoss 40% : Vermiculite 20%
- 9. Open field culture

Table 5. Chlorophyll contents of *Angelica keiskei* by the different media

Treatment	Chlorophyll content (mg/100cm ²)
Carbonized rice hull	2. 54c ¹⁾
Perlite	3. 30abc
Vermiculite	3. 48ab
Mixture (Carbonized rice hull 1 : Perlite 1 : Peatmoss 1)	3. 37ab
Mixture+Peatmoss 20%	3. 01abc
Mixture+Peatmoss 40%	2. 51c
Mixture+Peatmoss 60%	2. 81bc
Perlite 40% : Peatmoss 40% :	3. 33ab
Vermiculite 20%	
Open field culture	3. 60a

¹⁾In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

5. 물 및 50%에탄올抽出 엑스收率

神仙草葉의 물抽出 엑스收率は 혼합배지+피트모스40%가 30. 23%로 가장 높았으며, 노지재배가

19. 71%로서 가장 낮았다.

50%ethanol抽出 엑스收率は 燻炭이 29. 30%로 가장 높았으며, 펄라이트40%+피트모스40%+버미큘라이트20%가 20. 83%로 가장 낮았고, 노지재배는 26. 59%로서 비교적 높은 편에 속하였다(표 6).

Table 6. Water extracts and 50% ethanol extracts of *Angelica keiskei* by the different media

Treatment	Water extract (% as dry base)	50% ethanol extract (% as dry base)
Carbonized rice hull	26. 48	29. 30
Perlite	26. 48	24. 82
Vermiculite	24. 49	23. 60
Mixture (Carbonized rice hull 1 : Perlite 1 : Peatmoss 1)	24. 94	22. 01
Mixture+Peatmoss 20%	27. 03	26. 41
Mixture+Peatmoss 40%	30. 23	23. 95
Mixture+Peatmoss 60%	27. 15	26. 23
Perlite 40% : Peatmoss 40% :	24. 37	20. 83
Vermiculite 20%		
Open field culture	19. 71	26. 59

6. 無機成分含量

栽培前培地の無機成分含量中 Ca는 버미큘라이트가 3,529ppm으로 뚜렷하게 높았으며, 혼합배지가 134ppm으로 가장 낮았고, Mg은 역시 버미큘라이트가 2,645ppm으로 가장 높았으며, 노지토양도 2,417ppm으로 비교적 높은 경향이었고, 펄라이트가 116ppm으로 가장 낮았다. Cu는 버미큘라이트가 105ppm으로 가장 많이 함유하고 있었으며, Mn함량은 버미큘라이트가 414ppm으로 가장 높았고,

혼합배지는 31ppm으로 가장 낮았으며, Fe함량도 역시 버미큘라이트가 5,064ppm으로 가장 많았고, 펄라이트가 222ppm으로 가장 낮았다(표 7).

處理別栽培後培地の無機成分含量은 표 8과 같다. K와 Na의 함량은 처리별로 별 차이를 보이지 않았으며, Ca함량은 노지토양이 가장 낮았고, Cu함량은 燠炭에서 비교적 높게 나타났으며, Zn함량은 혼합배지+피트모스40%가 가장 많았다.

處理別植物體의無機成分含量은體內에서抵抗

Table 7. Inorganic matter contents of *Angelica keiskei* by the different media before experiment

Treatment	Ca	Mg	Cu	Mn	Fe
	(ppm as dry base)				
Carbonized rice hull	641	242	trace	204	297
Perlite	759	116	trace	251	222
Vermiculite	3,529	2,645	105	414	5,064
Mixture (Carbonized rice hull 1 : Perlite 1 : Peatmoss 1)	134	673	trace	31	279
Mixture+Peatmoss 20%	267	400	trace	67	1,206
Mixture+Peatmoss 40%	293	731	trace	61	977
Mixture+Peatmoss 60%	230	337	trace	46	401
Perlite 40% : Peatmoss 40% : Vermiculite 20%	903	828	12	106	1,306
Open field culture	449	2,417	11	224	1,117

Table 8. Inorganic matter contents of the different media after experiment

Treatment	K	Na	Mg	Ca	Fe	P	Cu	Zn
	(% as dry base)					(ppm as dry base)		
1*	0.216	0.546	0.086	0.208	0.018	494	9.68	10.59
2	0.239	0.573	0.116	0.211	0.063	155	3.38	7.64
3	0.298	0.572	0.097	0.248	0.024	320	6.14	5.83
4	0.243	0.675	0.139	0.154	0.042	221	6.52	8.61
5	0.211	0.504	0.083	0.189	0.079	155	4.75	9.82
6	0.223	0.527	0.118	0.386	0.011	155	4.36	20.15
7	0.254	0.502	0.126	0.359	0.068	187	4.11	12.77
8	0.251	0.515	0.120	0.117	0.063	133	1.16	13.70
9	0.256	0.524	0.095	0.053	0.043	199	1.78	12.30

- * 1. Carbonized rice hull
- 3. Vermiculite
- 5. Mixture+Peatmoss 20%
- 7. Mixture+Peatmoss 60%
- 9. Open field culture

- 2. Perlite
- 4. Mixture (Carbonized rice hull 1 : Perlite 1 : Peatmoss 1)
- 6. Mixture+Peatmoss 40%
- 8. Perlite 40% : Peatmoss 40% : Vermiculite 20%

力과 骨格의 健康을 維持하는 Ca함량은 김 등(1992)이 보고한 0.156%보다는 약간 적은 0.074%~0.120%이었는데, 본 연구는 乾物重에 대한 %인데 비하여 김 등(1992)의 보고는 生重에 대한 %의 결과 차이로 생각된다. 利尿作用(韓國藥學大學協會, 1988)을 촉진시킨다고 알려진 K의 함량은 김 등(1992)이 보고한 0.209%보다 약간 많은 0.211%~0.303% 이었다. Maier(1983)의 보고에서 虛血性 心疾患 등에 관련해서 주목하고 있는 원소인

Mg의 함량은 김 등(1992)이 보고한 0.014% 보다 버미큘라이트(0.008%)는 적은 편이었으며, 펄라이트(0.014%)는 같았고, 나머지 처리들(0.023~0.037%)은 다소 많은 것으로 나타났다(표 9).

7. 有機酸 含量

處理別 有機酸含量을 GC로 분석한 결과 malic acid와 citric acid가 신선초의 주된 유기산 성분으로 정량 되었으며, 그 외에 oxalic acid와 succinic

Table 9. Inorganic matter contents of *Angelica keiskei* by the different media

Treatment	K	Na	Mg	Ca	P	Fe	Cu	Zn
	(% as dry base)					(ppm as dry base)		
Carbonized rice hull	0.216	1.746	0.034	0.078	0.47	0.270	2.40	45.61
Perlite	0.239	1.873	0.014	0.088	0.44	0.228	2.28	45.90
Vermiculite	0.298	1.872	0.008	0.099	0.51	0.184	2.39	44.24
Mixture (Carbonized rice hull 1 : Perlite 1 : Peatmoss 1)	0.243	1.675	0.013	0.074	0.77	0.249	2.70	47.98
Mixture+Peatmoss 20%	0.211	1.704	0.030	0.100	0.52	0.240	2.71	47.55
Mixture+Peatmoss 40%	0.283	1.927	0.037	0.111	0.63	0.243	2.55	30.73
Mixture+Peatmoss 60%	0.303	1.702	0.026	0.120	0.74	0.211	3.67	45.70
Perlite 40% : Peatmoss 40% : Vermiculite 20%	0.251	1.715	0.025	0.101	0.64	0.232	2.98	45.68
Open field culture	0.256	1.724	0.023	0.090	0.82	0.245	2.65	42.77

Table 10. Organic acid contents of *Angelica keiskei* by the different media

(unit : mg/dry weight g)

Treatment	Pyruvic acid	Oxalic acid	Malonic acid	Fumaric acid	Succinic acid	Malic acid	α -Ketoglu-taric acid	Citric acid
1*	0.89	5.68	1.42	0.78	3.32	25.92	0.47	14.24
2	0.74	3.47	1.56	0.62	3.28	25.92	0.42	12.55
3	0.76	2.43	1.38	0.56	3.06	20.41	0.44	12.28
4	0.81	3.50	1.46	0.74	2.34	14.35	0.45	12.96
5	0.78	3.62	1.38	0.83	2.57	15.86	0.48	13.87
6	0.65	2.10	1.12	0.50	1.95	19.32	0.51	12.83
7	0.67	2.18	1.17	0.46	1.82	20.43	0.38	15.68
8	0.64	2.23	1.08	0.48	1.96	21.52	0.40	15.47
9	0.72	2.40	1.20	0.53	2.86	26.13	0.45	11.58

- * 1. Carbonized rice hull
 2. Perlite
 3. Vermiculite
 4. Mixture (Carbonized rice hull 1 : Perlite 1 : Peatmoss 1)
 5. Mixture+Peatmoss 20%
 6. Mixture+Peatmoss 40%
 7. Mixture+Peatmoss 60%
 8. Perlite 40% : Peatmoss 40% : Vermiculite 20%
 9. Open field culture

acid 그리고 malonic acid가 약간 들어 있고, pyruvic acid, fumaric acid와 α -ketoglutaric acid가 微量의 유기산 성분으로 정량 되었다.

malic acid함량은 노지토양이 26.13mg/g으로 가장 높았으며, 혼합배지가 14.35%로 가장 낮았고, citric acid함량은 혼합배지+피트모스60%가 15.68mg/g으로 비교적 높은 함량을 나타냈다(표 10).

8. 粗脂肪含量 및 脂肪酸 組成

Linolenic acid는 생장 촉진작용과 皮膚健康 유지 작용을 동시에 하는 반면 linoleic acid는 皮膚健康 유지작용이 없으며, 필수지방산이 缺乏되면 成長 障害와 濕疹性 皮膚炎 誘發, 生殖機能 障害, 呼吸器 疾患, 脫色素, 脂肪肝 등의 증상을 유발하고, 血清의 콜레스테롤 농도를 낮추는 불포화지방산은 arachidonic acid > linoleic acid > linolenic acid의 순으로 효과적이라고 하였다(김 & 조, 1995). 또한 포화지방산중 천연유지에 가장 많이 존재하는 것은 stearic acid와 palmitic acid로 알려져 있다(이 & 신, 1988).

신선초의 조지방질함량은 4.46%~6.49%의 범위로 처리구간의 조지방질함량은 유사하였다. 주

된 지방산은 필수 불포화지방산인 linolenic acid로서 37.12%~43.00%이었으며, 김 등(1992)은 明日葉 生體의 全草, 잎, 줄기에 linolenic acid가 각각 27.44%, 35.14% 및 11.35%가 함유한다고 보고하였는데, 이는 본 시험과 유사한 함량이었다. linoleic acid는 33.70%~36.73%이었으며, 김 등(1992)은 明日葉 生體의 全草, 잎 및 줄기에 linoleic acid가 각각 31.14%, 19.32% 및 43.29%가 함유한다고 하였는데, 이는 본 시험과 유사한 함량이었다. 그 외의 포화지방산인 palmitic acid는 15.54%~19.52%이었다. 또 oleic acid, stearic acid, palmitoleic acid, myristic acid 및 lauric acid는 함량조성 비율이 매우 낮았다.

총 불포화지방산(USFA)의 조성비율이 77.9%~80.2%이었으며, 총 포화지방산(SFA)의 조성비율이 19.8%~22.1%이었고, 배지처리구와 노지재배간의 지방산조성은 유사하였다. 신선초는 필수 불포화지방산(USFA)인 linoleic acid와 linolenic acid의 함량이 높고, 총 불포화지방산(USFA)의 조성비율이 높아 營養學的인 측면에서 볼 때 그 의의가 클 것으로 示唆된다(표 11).

Table 11. Inorganic matter contents of the different media after experiment

(unit : %)

Treat -ment	Crude lipid	Fatty acid composition									
		Lauric	Myristic	Palmitic	Palmitoleic	Stearic	Oleic	Linoleic	Linolenic	SFA**	USFA***
1*	5.23	1.06	1.01	18.75	1.78	1.33	1.67	35.93	38.49	22.1	77.9
2	4.96	1.52	1.81	15.54	2.21	1.00	1.42	35.16	41.36	19.9	80.1
3	5.74	1.13	1.31	16.73	1.81	1.02	1.28	33.73	43.00	20.2	79.8
4	6.42	0.56	0.91	18.61	2.14	1.37	1.10	33.70	41.62	21.4	78.6
5	6.49	0.66	0.74	18.62	2.60	1.29	2.40	36.57	37.12	21.3	78.7
6	5.33	0.13	1.06	19.49	2.27	1.34	2.20	35.19	38.34	22.0	78.0
7	4.68	0.09	0.86	19.52	1.80	1.32	2.08	36.73	37.61	21.8	78.2
8	5.00	0.75	1.30	16.70	2.25	1.05	1.25	36.00	40.70	19.8	80.2
9	4.46	0.84	1.07	17.97	2.02	1.05	1.59	35.37	40.10	20.9	79.1
										20.9	40.10

- * 1. Carbonized rice hull 2. Perlite
 3. Vermiculite 4. Mixture (Carbonized rice hull 1 : Perlite 1 : Peatmoss 1)
 5. Mixture+Peatmoss 20% 6. Mixture+Peatmoss 40%
 7. Mixture+Peatmoss 60% 8. Perlite 40% : Peatmoss 40% : Vermiculite 20%
 9. Open field culture

** SFA : Saturated Fatty Acid (Palmitic + Stearic + Myristic + Lauric).

*** USFA : Unsaturated Fatty Acid (Linolenic + Linoleic + Oleic + Palmitoleic).

9. 게르마늄 함량

植物體 無機成分 中 機能性 無機成分으로 注目을 받아오고 있는 게르마늄 분석결과 神仙草 재배에 사용된 배지조성별 게르마늄함량은 0.17ppm~0.24ppm이었으며, 배지별 게르마늄함량은 거의 유사하였고, 神仙草의 게르마늄함량은 0.18ppm~0.52 ppm 이었으며, 이와 같은 결과는 Kim et al. (1992)의 新鮮한 神仙草 잎, 줄기 및 조초에 각각 0.3ppm, 1.2ppm 및 0.4ppm의 게르마늄을 함유한다고 한 결과와 유사한 것으로 생각되었다. Eom et al. (1994)은 신선초 게르마늄함량이 0.929ppm이라고 하였는데 본 시험보다는 높게 나타났다(표 12).

淺井一彦(1985)에 의하면 神仙草는 킴프리, 마늘, 부추 등과 같이 토양에 함유된 게르마늄을 有機 게르마늄 형태로 흡수한다고 하였는데 본 실험에서는 혼합배지+피트모스40%가 栽培 前 培地에는 0.20ppm의 게르마늄이 함유하였으나 栽培後의 神仙草 게르마늄함량이 0.52ppm으로써 게르마늄

함량이 0.32ppm 증가되었으며, 혼합배지+피트모스60%도 재배 전 배지에는 0.17ppm의 게르마늄이 함유하였으나 재배된 신선초의 게르마늄함량은 0.48ppm으로, 0.31ppm의 게르마늄이 0.31ppm 증가하였다.

혼합배지의 경우에도 재배 전 배지보다 재배된 신선초의 게르마늄함량이 0.21ppm 증가되어 비교적 많이 증가된 편이었으며, 燻炭, 버미큘라이트, 혼합배지+피트모스20% 및 노지재배는 각각 0.04ppm, 0.02ppm, 0.03ppm 및 0.04ppm의 소폭의 게르마늄 증가가 있었다. 그러나 펄라이트40%+피트모스40%+버미큘라이트20%의 경우에는 오히려 재배 전 배지보다 게르마늄함량이 0.02ppm이 감소되었으며, 펄라이트의 경우에는 게르마늄함량이 전혀 증가되지 않았다.

摘 要

神仙草의 施設 養液栽培時 適定 固形培地를 究明하기 위하여 生育, 收量 및 品質에 미치는 影響을 調査한 結果는 다음과 같다.

1. 地上部 生育은 펄라이트와 버미큘라이트가 양호하였으며, 수량은 버미큘라이트가 4,428kg/10a로서 노지재배(1,904kg/10a)보다 133% 증수하였다.
2. 葉綠素含量은 노지재배가 3.60mg/100cm²으로 가장 높았으며, 혼합배지+피트모스40%가 2.51mg/100cm²으로 가장 낮은 함량을 나타냈다.
3. 처리별 물 및 50%에탄올 엑스收率은 뚜렷한 차이가 없이 대체로 유사하였으며, 노지재배와 시설양액재배 간에도 별 차이가 없었다.
4. Na, K, Mg, Ca, P, Fe, Zn 등의 無機成分含量은 각 처리별 함량이 유사하였으며, 노지재배와 시설양액재배 간에도 별 차이가 없었다.
5. 有機酸含量은 malic acid와 citric acid가 주된 유기산성분으로 정량 되었으며, 시설양액재배와 노지재배가 대체로 유사한 경향이였다.
6. 粗脂肪質含量은 4.46%~6.49%로서 처리별로 유사한 함량을 나타냈으며, 總 不飽和脂肪酸 조성비율이 77.9%~80.2%로 높은 편이였고, 특히 必須 不飽和脂肪酸인 linolenic acid와 linoleic acid

Table 12. Germanium contents of *Angelica keiskei* as affected by plant and the different media

Treatment	Germanium contents in media before experiment (ppm as dry base)	Germanium content of plant (ppm as dry base)
Carbonized rice hull	0.18	0.22
Perlite	0.18	0.18
Vermiculite	0.18	0.20
Mixture(Carbonized rice hull 1 : Perlite 1 : Peatmoss 1)	0.18	0.30
Mixture+Peatmoss 20%	0.17	0.20
Mixture+Peatmoss 40%	0.20	0.52
Mixture+Peatmoss 60%	0.17	0.48
Perlite 40% : Peatmoss 40% : Vermiculite 20%	0.24	0.22
Open field culture	0.21	0.25

의 함량이 높았으며, 시설양액재배와 노지재배간 지방산조성은 별 차이가 없었다.

7. 培地의 게르마늄함량은 0.17ppm~0.24ppm으로 별 차이가 없었으며, 植物體의 게르마늄함량은 혼합배지+피트모스40%가 0.52ppm으로 가장 높았고, 혼합배지+피트모스60%가 0.48ppm으로 비교적 높았으며, 노지재배는 0.25ppm이었다.

사 사

이 논문은 농촌진흥청에서 시행한 1995~1997년도의 농업특정연구과제 연구의 일부임.

LITERATURE CITED

- Breteler, H. 1973. A comparison between ammonium and nutrition of young sugarbeet plants grown in nutrient solution at constant acidity. *Neth. J. Agric. Sci.* 21 : 297-307.
- Chung, S. J., B. S. Seo, J. K. Kang and H. G. Kim. 1995. Development of Hydroponic Technique of Fruit Vegetables Using Perlite and Mixtures with Perlite as a substrate(1. Effects of Containers and Substrates on the Growth and Fruit Quality of Hydroponically Grown Cucumber). *J. Bio. Fac. Env.* 4(2) : 159-166.
- Court, W. A. and J. G. Hendel. 1978. Determination of non-volatile organic acid and fatty acid in flue-cured tobacco by gas-lipid chromatography, *J. Chromatogr. Sci.* 16 : 314.
- Eom, B. H. and U. K. Lim. 1994. Basic studies on seedling growth and chemical components of *Angelica keiskei* Koidz (*A. utilis* Markino). *Seoul Nat'l. Univ. Agric. Sw.* 19(2) : 33-47.
- Kang, J. G., B. S. Seo and S. J. Chung. 1995. Effect of Nutrient Concentration on Growth and Development of Aeroponically Grown *Chrysanthemum*. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 36(1) : 83-89.
- Kim, J. H., I. S. Choi, S. K. Park and S. Y. Son. 1994. Effect of Transplanting Date and Planting Density, Fertilizer on Growth and Yield in *Angelica utilis*. *Agricultural Science Sesearch Reports of Chungbuk Provincial Rural Development Administration Vol. 1* : 44-47.
- Kim, O. K., S. S. Kung, W. B. Park, M. W. Lee and S. S. Ham. 1992. The nutritional components of aerial whole plant and juice of *Angelica keiskei* Koidz. *Korean J. Food Sw. Technol.* 24(6) : 592-596.
- Maier, J. R. 1983. *最新醫學* 38. p.646.
- Masuda, M., T. Takiguchi and S. Masubara. 1989. Yield and quality of fruits and changes of mineral concentration in different strengths of nutrient solution. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 58 : 641-648.
- Metcalf, L. D., A. A. Schimitz and J. R. Pelka. 1966. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis, *Anal. Chem.* 38 : 514.
- Okuda, T. 1986. *天然藥物辭典*. 廣川書店. p.124.
- Okuyama, T., M. Takata, J. Takayasu, T. Haseyuwa, H. Tokuola, A. Nishino, H. Nishino and A. Iwashima. 1991. Anti-tumor-promotion by principles obtained from *Angelica*. *Plant Med.* 57 : 242-246.
- Yagi, A. 1990. Chemical and Pharmacological Studies on *Angelica keiskei*. 福山大學 藥學部研究年報 6. p.1.
- Yang, S. G., K. J. Choi, J. K. Kim, K. P. Han and C. G. Chung. 1995. Effect of Ionic Strength of Nutrient Solution on the Early Growth and the Mineral Composition of Xylem Sap in Pepper Plant. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 36(3) : 299-303.
- 김재욱, 조성환. 1995. 영양화학. pp.155-157.
- 한국약학대학협회 약물학분과회. 1988. 약물학. 문성사. p.300.
- 이서래, 신효선. 1998. 최신식품화학. pp.24-26.
- 임응규. 1989. 민간약초. 오성출판사. p.141.
- 박권우. 1993. 서양채소론. 고려대학교 출판부. pp.82-86.
- 농촌진흥청. 1988. 토양화학분석법.
- 농촌진흥청. 1995. 삼정 농사시험연구조사기준.

pp. 303 - 307.

浅井一彦. 1985. 驚異の元素ゲルマニウムと私. 玄
同社. 東京. p. 28.

堀田 満, 緒方 健, 新田あや, 星川清親, 柳宗民, 山
崎耕宇. 1989. 世界有用植物事典. pp. 90 - 91.

糠谷明. 1992. 野菜の養液栽培における培養液管理-

高品質生産の培養液管理. 農耕と園藝. 11 : 86-
89.

野呂征男, 水野瑞夫, 木村孟淳. 1992. 薬用植物学. pp.
202 - 203.

山崎肯哉. 1978. 養液栽培全篇. 博友社. pp. 34 - 39.