

논토양 배수등급 및 품종별 3년생 인삼의 생육과 진세노사이드함량 비교

이성우[†] · 김금숙 · 연병열 · 현동윤 · 김용범 · 강승원 · 김영철

농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부

Comparison of Growth Characteristics and Ginsenoside Contents by Drainage classes and Varieties in 3-Year-Old Ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer)

Sung Woo Lee[†], Gum Sook Kim, Byeong Yeol Yeon, Dong Yun Hyun, Yong Burm Kim, Seung Won Kang, and Young Churl Kim

Ginseng Research Division, Department of Herbal Crop Research, National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Eumseong 369-873, Korea.

ABSTRACT : To study the optimal cultivation for paddy soil, growth characteristics and ginsenoside content was investigated by both of poor drainage class (PDC) and imperfect drainage class (IDC) in three-year-old ginseng of varieties, Cheonpoong (CP), Yeonpoong (YP), Hwangsookjong (HS), and Jakyongjong (JK). Root yield of IDC was higher than that of PDC by 3.6 times because stem length, leaf area, and chlorophyll contents were increased, while discolored leaf ratio was decreased. Root yield of HS in PDC was highest among four varieties because chlorophyll contents, leaf area, and survived plant ratio were relatively high. Root yield of CP in IDC was highest among four varieties because of high leaf area and survived plant ratio, and low discolored leaf ratio. Ratio of rusty-colored root showed significant difference by varieties, which was the highest in HS and the lowest in CP among four varieties irrespective of drainage classes. Total ginsenoside contents showed significant difference by drainage classes, which were high in IDC of good growth and low in PDC of poor growth. Total ginsenoside contents were high in JK and CP, while low in HS and YP both of drainage classes.

Key Words : *Panax ginseng*, Paddy Soil, Drainage Class, Variety, Cheonpoong, Yeonpoong, Hwangsookjong, Jakyongjong, Ginsenoside

서 언

인삼은 뿌리썩음병 (*Cylindrocarpon destructans*) 때문에 연작이 곤란한 작물로 알려져 있으며 (Cho *et al.*, 1995; Rahman and Punja, 2005), 연작장해를 예방하기 위해서는 인삼이 재배된 적이 없는 초작지를 확보하는 것이 매우 중요하나 오랜 재배역사와 경지면적의 부족으로 초작지 확보가 쉽지 않아 강화, 김포 등과 같이 과거 6년근 인삼으로 명성을 떨치던 지역에서 인삼 재배면적은 크게 줄어든 상태에 있다. 그러나 금산, 풍기, 진안과 같은 4년근 주산지에서는 아직도 적정 규모의 인삼 재배면적을 유지하고 있는데, 이는 논토양에서 인삼을 재배함으로써 인삼의 연작장해를 적절히 회피하고 있기 때문이다.

인삼의 연작장해를 일으키는 뿌리썩음병원균은 후벽포자 상태로 토양에 10년 이상 생존하면서 인삼에 피해를 주는데

(Kang *et al.*, 2007), 벼를 3~4년 재배하고 난후 다시 인삼을 재배하면 담수로 인한 병원균의 밀도 감소 또는 사멸로 인삼의 연작장해를 어느 정도 경감할 수 있어 (Jo *et al.*, 1996), 논재배 면적은 점차 늘어나는 추세에 있다.

뿌리를 이용하는 약용작물의 경우 습해에 약한 특성을 보여 배수불량지에서 가장 낮은 수량을 보이고 배수약간양호지에서 가장 높은 수량을 보이는데 (Hur *et al.*, 2007), 인삼의 최적 토양수분함량은 용수량의 63% (절대수분함량 19.8%) 수준으로 (Lee *et al.*, 2007a), 지대가 낮아 지하수위가 높은 논토양에서는 습해를 받기 쉬우며, 토양이 환원상태로 존재하여 유기물의 분해가 늦고 철분과다 등으로 인해 적변삼 발생이 많아진다 (Lee *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2008). 그러나 천수답처럼 사양토로 이루어진 논에서는 봄, 가을 토양의 건조로 토양염류농도가 상승하여 염류피해를 받기 쉬우며, 벼 재배시 시용한 화학비료가 토양염류농도를 상승시켜 황중이나 적변삼

[†]Corresponding author: (Phone) +82-43-871-5505 (E-mail) leesw@korea.kr
Received 2009 August 7 / Revised 2009 October 12 / Accepted 2009 October 16

발생을 촉진하게 된다 (Jo *et al.*, 1996).

한편, 인삼 품종은 현재 천풍, 연풍, 고풍, 선풍, 금풍 등 9품종이 개발되어 있으나 인삼의 특성상 한 세대 (3년)가 길고 채종량 (주당 50립 내외)이 매우 적은 단점 때문에 천풍과 연풍만이 일부 보급되고 있으며, 아직도 재래종인 자경종과 황숙종이 널리 재배되고 있는 실정이다. 천풍은 체형이 양호하고 증속시 균열이나 내공·내백이 적어 홍삼 제조용으로 알맞고 (Kwon *et al.*, 1998), 연풍은 엽면적이 크고 수량성이 높아 수삼용으로 적당하며 (Kwon *et al.*, 2000), 황숙종은 내병성이 강하나 적변발생이 많은 단점이 있다 (Kwon *et al.*, 1994).

인삼의 연작장해로 인한 초작지 부족으로 논재배 면적이 점차 늘어나는 현실에서 논에 인삼을 재배하여 안정적 수량을 올리기 위해서는 내습성 품종의 선택과 배수등급을 고려한 적지선정, 그리고 배수관리를 통한 적정 토양수분 유지 등이 필요하지만 이에 대한 연구는 미진한 편이다. 따라서 논토양의 배수등급에 따른 품종별 생육특성과 진세노사이드함량을 조사하여 인삼 논재배 안정생산 기술개발을 위한 기초자료로 활용하고자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

1. 품종

천풍, 연풍, 황숙종 (재래종), 자경종 (재래종) 등 4품종의 묘삼을 2007년 3월 중순 경기도 양주지방의 농가에서 구입하여 냉장고에 보관하다가 3월 하순경 음성소재 인삼특작부 시험포장의 본밭에 정식하였다.

2. 배수등급

논포장의 배수등급은 “배수불량지” (예천통)와 “배수약간불량지” (사촌통) 이었는데, 배수등급이 다른 논토양을 선정하기 위해 폭 1m의 실개천을 사이에 두고 바로 인접한 곳에서 지하수위의 높낮이를 기준으로 배수불량지와 배수약간불량지 논토양을 선정하였다. 연평균 지하수위는 배수불량지가 47cm, 배수약간불량지가 75cm 이었으며, 평균 토양수분함량은 배수불량지가 25.5%, 배수약간불량지가 21.0% 이었다.

3. 재배법

묘삼 정식 전 2006년 5월 상순경 수단그라스를 파종하고 출수기 (7월 하순)에 예취, 경운하여 예정지를 관리하였다.

2007년 3월 27일 두둑 폭 90cm, 골사이 90cm의 이랑에 1년 생 묘삼을 7행 × 9열의 간격으로 3.3㎡ 당 63주씩 정식하였다. 해가림 구조는 후주연결식 A-1형이었으며, 4월 하순경 알루미늄으로 코팅된 은박차광지를 해가림 구조 위에 설치하여 재배하다가 6월 15일에서 9월 10일까지 흑색 2중직 차광망을 추가로 피복하여 고온장해를 예방하였다. 기타 재배관리는 농촌진흥청 인삼표준경작법에 준하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복이었고 시험구당 면적은 13.2㎡ 이었으며, 이중 3.3㎡에서 수확하여 수량을 환산하였다. 시험포장의 토양화학적성은 Table 1과 같은데, 유기물과 Mg함량은 인삼 재배 기준치보다 낮았으며, 유효인산, 가리, 석회함량은 적정 범위 내에 있었고 염류농도는 적정범위보다 다소 높은 수준이었다.

4. 생육특성 조사

지상부 생육 및 잎의 생리장해 (황증) 발생율은 2008년 7월 중순에 조사하였고 지하부 생육 및 수량성은 2009년 3월 중순에 조사하였다. 황증 발생율은 황증 발생주와 건전주의 비율로 나타냈으며, 적변지수 (Rusty root index)는 $(X1 \times 1) + (X2 \times 2) + (X3 \times 3) + (X4 \times 4) / (X1 + X2 + X3 + X4)$ (X1: 적변 무, X2: 30% 이하의 적변, X3: 50% 내외의 적변, X4: 70% 이상의 적변)의 공식으로 나타냈다. 엽록소함량은 비색계 (SPAD)로 측정후 검량식 $((0.046 \times Spad \text{ value}) + 0.6749)$ 을 이용하여 엽록소함량으로 환산하였다.

5. 진세노사이드 분석

반복당 3.3㎡에서 수확된 인삼뿌리 전체를 세척 후 동결건조하고 분쇄하여 진세노사이드 분석에 이용하였다. 사포닌 추출은 분말시료 0.50g을 300ml 농축용 플라스크에 넣고 수포화부탄올 50ml를 첨가하여 80℃ 환류냉각추출기에서 1시간 추출한 후 여과하여 분액 깔대기에 모았다. 남은 시료에 다시 수포화 부탄올 50ml를 첨가하여 두 번 더 반복 추출한 후 50ml 증류수를 첨가하고 격렬히 흔들어 부탄올층과 물층을 분리하였다. 남은 부탄올층을 농축플라스크에 모아 45℃ 수조에서 감압 농축한 후 20ml 50% MeOH에 녹여 0.45μm membrane filter로 여과 후 HPLC로 분석하였다. Ginsenoside 함량은 Agilent 1100 series (Agilent Technologies, Waldbronn, Germany) HPLC system를 이용하여 측정하였다. 칼럼은 YMC-Pack ODS AM (250 × 4.6mm, 5μm, YMC, Inc. USA)을 사용하였으며, 기울기 이동상 조건은 Table 2와 같았

Table 1. Soil chemical properties and groundwater table in the experiment field of 3-year-old ginseng.

Drainage classes	pH (1 : 5)	OM (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. Cation (cmol ⁺ /kg)			EC (dS/m)	Ground -water table (cm)
				K	Ca	Mg		
Poor	5.0	15.4	105	0.47	3.60	0.97	1.36	47
Imperfect	5.1	14.7	98	0.48	2.70	0.97	1.75	75

Table 2. Solvent gradient program of HPLC analysis.

Time	Acetonitrile (%)	Water (%)
0	28	72
10	28	72
45	40	60
47	100	0
68	100	0

다. 인삼 추출액은 20 μ l 씩 주입하였는데, 이동상의 유속은 0.8 ml/min, 칼럼온도 40°C, UV 검출기의 검출파장은 203 nm 로 하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 배수등급 및 품종별 지상부 생육특성

배수불량지와 배수약간불량지 논토양에서 품종별 지상부 생육특성을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 배수불량지에서 4품종의 평균 생존율은 배수약간불량지보다 약간 높았는데, 이는 Table 1과 같이 배수불량지의 토양염류농도가 배수약간불량지보다 낮고 근비대가 극히 저조하여 병원균의 침투가 용이하지 못했기 때문으로 생각된다. 배수불량지에서 품종별 생존율은 천풍 > 황숙종 > 연풍 > 자경종 순이었고 배수약간불량지에서는 천풍 > 연풍 > 황숙종 > 자경종 순으로 배수등급에 관계없이 천풍이 가장 높고 자경종이 가장 낮은 특징을 보였다. 배수불량지에서 생존율은 품종별 뚜렷한 차이를 보였으나 배수약간불량지에서 자경종을 제외한 천풍, 연풍 및 황숙종의 생존율은 서로 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 경장은 배수불량지보다 배수약간불량지에서 더 컸는데, 배수등급에 관계없이 경장은 천풍이 가장 큰 특징을 보였다. 엽장은 경장과 마찬가지로 배수불량지보다 배수약간불량지에서 더 컸는데, 배수불

량지에서는 황숙종 > 천풍 > 자경종 > 연풍 순 이었으며, 배수약간불량지에서는 자경종 > 천풍 > 연풍 > 황숙종 순 이었다. 엽폭은 엽장과 마찬가지로 배수불량지보다 배수약간불량지에서 더 컸으나 그 차이는 적었으며, 품종간의 뚜렷한 차이가 없었다. 엽록소 함량은 배수불량지보다 배수약간불량지에서 더 컸는데, 배수불량지에서는 황숙종 > 천풍 > 자경종 > 연풍 순 이었고 배수약간불량지에서는 황숙종 > 연풍 > 자경종 > 천풍 순으로 배수등급에 관계없이 황숙종의 엽록소함량이 가장 높았다. 잎에 생기는 황증 발생율은 배수불량지보다 배수약간불량지에서 현저히 낮았는데, 배수불량지에서의 황증 발생을 증가는 토양수분과 토양염류농도의 상호작용 때문인 것으로 생각된다. 황증 발생율은 배수불량지에서는 연풍 > 자경종 > 황숙종 > 천풍 순 이었고, 배수약간불량지에서는 연풍 > 자경종 > 황숙종 > 천풍 순으로 연풍이 가장 높고 천풍이 가장 낮은 특징을 보였다. 황증 발생은 연풍이 가장 많고 천풍과 황숙종이 적었는데, Kwon *et al.* (1994)과 Lee *et al.* (2008)도 황숙종은 자경종보다 황증발생이 적고 생존율이 더 높다고 하여 본 실험과 비슷한 결과를 보고하였다. 결론적으로 배수불량지에서는 지상부 생육이 불량하고 황증발생이 많았는데, 배수불량지에서는 천풍과 황숙종의 생육이 양호하였고 배수약간불량지에서 천풍의 생육이 양호하였다.

2. 배수등급 및 품종별 수량성

배수불량지와 배수약간불량지 논토양에서 품종별 지하부 생육특성과 수량성을 조사한 결과는 Table 4와 같다. 동체장은 배수등급 및 품종 간에 뚜렷한 차이가 없었는데, 배수불량지에서는 황숙종이 가장 크고 천풍이 가장 작았으며, 배수약간불량지에서는 천풍이 가장 크고 황숙종이 가장 작은 특징을 보였다. 동체직경은 배수등급 및 품종 간에 뚜렷한 차이를 보

Table 3. Growth characteristics of three-year-old ginseng by drainage classes and varieties in paddy soil.

Drainage classes	Varieties	Survived plant ratio (%)	Stem length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Chlorophyll content (mg/g, FW)	Discolored leaf ratio (%)
Poor [♯]	CP [†]	87.9a	19.2bc	9.2c	4.3ab	2.12bc	64.6bc
	YP	74.3b	14.5d	7.4d	3.9b	1.88c	96.2a
	HS	80.0ab	16.9cd	9.9abc	4.3ab	2.61a	74.3ab
	JK	60.0c	17.6cd	8.9cd	3.9b	1.96c	80.0ab
	Average	75.6	17.1	8.9	4.1	2.14	78.8
Imperfect	CP	74.3b	24.8a	11.0ab	4.9a	2.19bc	25.0d
	YP	73.6b	17.1cd	10.1abc	4.9a	2.26abc	72.9ab
	HS	70.9b	16.7cd	9.4bc	4.2ab	2.36ab	25.2d
	JK	39.6d	22.1ab	11.4a	4.8a	2.23bc	47.0cd
	Average	64.60	20.2	10.5	4.7	2.26	42.5

* Mean with same letters are not significantly different in DMRT (p < 0.05)

†CP: Cheonpoong, YP: Yeonpoong, HS: Hwangsookjong, JK: Jakyongjong

‡ Investigation date: July 20, 2008, Shade material: PE sheet coated with aluminium

♯ Soil moisture contents: Poor (25.5%), Imperfect (21.0%)

Table 4. Root growth characteristics and yield of three-year-old ginseng by drainage classes and varieties in paddy soil.

Drainage classes	Varieties	Tap root length (cm)	Tap root diameter (mm)	Root length (cm)	Root weight (g/plant)	Root yield (g/3.3 m ²)	Rusty root index [‡]
Poor	CP [†]	7.8a	9.2cd	19.5b	2.8b	174.5cd	1.15c
	YP	8.6a	8.7cd	19.7b	2.1b	109.2d	1.85b
	HS	8.7a	10.5cd	21.9b	4.1b	229.8cd	2.65a
	JK	8.5a	7.9d	20.0b	2.5b	107.5d	1.50bc
	Average	8.4	9.1	20.3	2.9	155.3	1.79
Imperfect	CP	8.7a	21.8ab	21.9b	13.5a	687.7a	1.40c
	YP	8.1a	15.9bc	24.2a	12.6a	654.0a	1.55bc
	HS	7.2a	15.3bc	24.0a	11.4a	552.5ab	2.85a
	JK	7.8a	15.4bcd	24.5a	13.7a	358.2bc	1.45bc
	Average	8.0	17.1	23.7	12.8	563.1	1.81

*Mean with same letters are not significantly different in DMRT (p < 0.05)

†CP: Cheonpoong, YP: Yeonpoong, HS: Hwangsookjong, JK: Jakyongjong

‡Rusty root index: (X1 × 1) + (X2 × 2) + (X3 × 3) + (X4 × 4) / (X1 + X2 + X3 + X4), X1: no visible lesions, X2: slight lesions, X3: medium lesions, X4: serious lesions

‡ Harvesting date: March 20, 2009, Shade material: PE sheet coated with aluminium

‡ Soil moisture contents: Poor (25.5%), Imperfect (21.0%)

였으며, 배수불량지보다 배수약간불량지에서 뿌릿이 증가되었는데, 배수불량지에서는 황숙종이 가장 크고 자경종이 가장 작았으며, 배수약간불량지에서는 천풍이 가장 크고 나머지 세 품종은 비슷하였다. 근장은 배수불량지보다 배수약간불량지에서 더 컸는데, 배수불량지에서는 품종 간 뿌릿한 차이가 없었으나 배수약간불량지에서는 천풍의 근장이 나머지 세 품종에 비해 가장 짧은 특징을 보였다.

뿌리의 적변발생은 토양수분, 염류농도, 인산함량 및 미숙유기물 시용 등의 영향을 받아 촉진되는데 (Park *et al.*, 2006; Reeleder *et al.*, 2006) 본시험에서 적변발생은 배수불량지보다 배수약간불량지에서 더 높은 결과를 보였다. Lee *et al.* (2007a)이 토양수분함량의 차이에 따라 적변의 발생은 유의적 차이가 없다고 한 것을 고려할 때 토양수분 이외의 다른 조건이 적변발생에 영향을 준 것으로 보이는데, 본 실험에서 배수약간불량지의 토양염류농도가 배수불량지보다 더 높아 적변발생이 증가된 것으로 생각된다. 또한, 적변 발생율은 품종 간에 뚜렷한 차이를 보여 황숙종이 가장 높고 천풍이 가장 낮은 특징을 보였는데, Chung *et al.* (1995)도 황숙종의 적변율은 자경종, 천풍 및 연풍보다 더 높다고 하였다.

근 수량성은 배수불량지보다 배수약간불량지에서 뿌릿이 증가되었는데, 뿌리를 이용하는 강활의 경우도 배수불량지에서 가장 낮은 수량을 보였다 (Hur *et al.*, 2007). 근 수량성은 배수불량지에서 황숙종 > 천풍 > 연풍 > 자경종 순으로 황숙종의 수량이 가장 높았으며, 배수약간불량지에서 천풍 > 연풍 > 황숙종 > 자경종 순으로 천풍의 수량이 가장 높았다. 배수불량지에서 황숙종은 엽장과 엽폭이 크고 엽록소 함량과 지하부 생존율이 높으며, 황증발생이 적어 4 품종 중 가장 높은 수량성

을 보였으나 적변발생이 가장 많은 단점이 있었다. 반면, 배수약간불량지에서 천풍은 경장, 엽장 및 엽폭이 크고 지하부 생존율이 가장 높으며, 황증과 적변 발생율이 가장 낮았기 때문에 수량과 품질이 가장 좋아 천풍은 실제 논재배가 가능한 배수약간불량지 논토양의 적응 품종이라고 생각된다. 황증과 적변의 발생은 광합성량의 감소와 근비대의 억제로 수량을 크게 감소시키기 때문에 황증과 적변 발생율이 가장 낮은 천풍의 수량이 가장 높았다고 생각된다.

3. 배수등급 및 품종별 진세노사이드 함량

배수등급이 다른 논토양에서 3년생 인삼의 품종별 진세노사이드 함량을 조사한 결과는 Table 5와 같다. 배수등급에 따른 진세노사이드 함량은 4 품종 모두 근비대가 불량한 배수불량지보다 근비대가 양호한 배수약간불량지에서 더 높은 특징을 보였다. 이는 배수불량지에서 높은 황증 발생율과 이로 인한 초기 낙엽으로 잎에서의 사포닌 생합성량이 감소되고 뿌리로의 전이량(轉移量)도 감소되었기 때문으로 생각된다. Lee *et al.* (1983)과 Lee *et al.* (2007b)도 투광량이 많은 조건에서 뿌리의 진세노사이드 함량이 증가되어 사포닌함량 증가에는 투광량과 엽의 생존기간이 중요한 역할을 한다고 하였다. 한편, 2년근 인삼의 경우 자경종을 제외한 3 품종의 진세노사이드 함량은 근비대가 불량한 배수불량지에서 약간 더 높은 경향을 나타내 본시험과 다른 양상을 보였는데 (Lee *et al.*, 2008), 이는 2년생 인삼의 경우 주당 엽면적이 작아 근비대도 빠르지 않을뿐더러 사포닌의 생합성량도 많지 않아 3년근처럼 배수등급에 따른 사포닌 함량 차이가 크지 않았던 것으로 생각된다.

Table 5. Ginsenoside contents of three-year-old ginseng by drainage class and variety in paddy soil.

< mg/g >

Drainage classes	Varieties	Rg ₁	Re	Rf	Rb ₁	Rg ₂	Rc	Rb ₂	Rd	Total
Poor	CP [†]	0.66c	0.27c	0.13bc	0.31ab	0.04b	0.45a	0.11e	0.07ab	2.03b
	YP	0.58d	0.14e	0.07c	0.28b	0.03c	0.20d	0.18cd	0.04c	1.53c
	HS	0.46e	0.17e	0.08c	0.38a	0.03c	0.28c	0.22ab	0.08a	1.69c
	JK	0.66c	0.21d	0.10bc	0.40a	0.04b	0.43a	0.17cd	0.04c	2.03b
	Aver.	0.59	0.20	0.10	0.34	0.04	0.34	0.17	0.06	1.82
Imperfect	CP	0.87a	0.39a	0.21a	0.33ab	0.05a	0.46a	0.12e	0.08a	2.50a
	YP	0.67c	0.28c	0.15ab	0.36ab	0.04b	0.26c	0.20bc	0.07ab	2.04b
	HS	0.77b	0.28c	0.15ab	0.28b	0.05a	0.33b	0.14de	0.06b	2.06b
	JK	0.92a	0.30b	0.20a	0.38a	0.05a	0.49a	0.24a	0.08a	2.65a
	Aver.	0.81	0.31	0.18	0.34	0.05	0.39	0.17	0.07	2.31

*Mean with same letters are not significantly different in DMRT (p < 0.05)

†CP: Cheonpoong, YP: Yeonpoong, HS: Hwangsookjong, JK: Jakyongjong

‡Harvesting date: March 20, 2009, Shade material: PE sheet coated with aluminium

‡Soil moisture contents: Poor (25.5%), Imperfect (21.0%)

품종 간에 진세노사이드 함량을 비교해 보면 배수불량지의 경우 자경종 ≥ 천풍 > 황숙종 > 연풍 순으로 자경종과 천풍이 가장 높고 연풍이 가장 낮았으며, 배수약간불량지의 경우도 배수불량지와 마찬가지로 자경종 > 천풍 > 황숙종 > 연풍 순으로 자경종과 천풍이 가장 높고 황숙종과 연풍이 낮은 특징을 보였다. Lee *et al.* (2005)에 의하면 토양환경이 양호한 밭토양에서 천풍과 자경종의 총 진세노사이드 함량은 서로 비슷하다고 하여 본 실험과 유사한 결과를 보였다. 그러나 연풍의 총 진세노사이드 함량이 천풍보다 유의적으로 높다고 하여 본 실험결과와 달랐는데, 본 실험에서와 같이 배수조건이 양호하지 못한 불량환경 조건에서는 연풍의 황증 발생율이 매우 높고 엽 생존기간도 짧아져 사포닌 함량이 떨어진 것으로 생각된다.

LITERATURE CITED

Cho DH, Park KJ, Yu YH, Oh SH and Lee HS. (1995). Root-rot development of 2-year old ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) caused by *Cylindrocarpon destructans* (zinzsm.) Scholten in the continuous cultivation field. *Journal of Ginseng Research*. 19:175-180.

Chung YY, Chung CM, Ko SR and Choi KT. (1995). Comparison of agronomic characteristics and chemical component of *Panax ginseng* C. A. Meyer and *Panax quinquefolium* L.. *Journal of Ginseng Research*. 19:160-164.

Hur BK, Kim CY, Son SG and Oh OJ. (2007). Soil Properties and plant yield in the cultivation area of *Ostericum koreanum* Kit. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 15:12-16.

Jo JS, Kim CS and Won JY. (1996). Crop rotation of the Korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) and the rice in paddy field. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 4:19-26.

Kang SW, Yeon BY, Hyeon GS, Bae YS, Lee SW and Seong NS. (2007). Changes of soil chemical properties and root injury ratio by progress years of post-harvest in continuous cropping

soils of ginseng. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 15:157-161.

Kwon WS, Chung CM, Kim YT, Lee MG and Choi KT. (1998). Breeding process and characteristics of KG101, a superior line of *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Journal of Ginseng Research*. 22:11-17.

Kwon WS, Lee JH, Kang JY, Kim YT and Choi KT. (1994). Red ginseng quality of Jakyung-jong and Hwangsook-jong in *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean Journal of Breed*. 26:400-404.

Kwon WS, Lee MG and Choi KT. (2000). Breeding process and characteristics of Yunpoong, a new variety of *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Journal of Ginseng Research*. 24:1-7.

Lee JC, Choi JH, Cheon SK, Lee CH and Jo JS. (1983). Studies on the optimal light intensity for growth of *Panax ginseng*. II. Effect of light intensity on the contents of saponin and free sugar in the ginseng leaf. *Korean Journal of Crop Science*. 28:497-503.

Lee SS, Lee JH and Ahn IO. (2005). Characteristics of new cultivars in *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Journal of Ginseng Research*. 29(s):3-18.

Lee SW, Hyun DY, Park CG, Kim TS, Yeon BY, Kim CG and Cha SW. (2007a). Effect of soil moisture content on photosynthesis and yield of ginseng seedling (*Panax ginseng* C. A. Meyer) in Yangjik seedbed cultivation. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 15:367-370.

Lee SW, Kang SW, Kim DY, Seong NS and Park HW. (2004). Comparison of growth characteristics and compounds of ginseng cultivated by paddy and upland cultivation. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 12:10-16.

Lee SW, Kim CG, Yeon BY, Hyun DY, Shin YS, Kang SW and Cha SW. (2008). Varietal difference in growth response and ginsenoside contents of two-year-old ginseng grown in paddy field with different drainage conditions. *Korean Journal of Crop Science*. 53:401-406.

Lee SW, Kim GS, Lee MJ, Hyun DY, Park CG, Park HK and

- Cha SW.** (2007b). Effect of blue and yellow polyethylene shading net on growth characteristics and ginsenoside contents in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 15:194-198.
- Park HW, Lim TY, Choi CH and Choi JE.** (2006) Factors and cause of rusty-ginseng occurrence. Korean Journal of Crop Science. 51:396-400.
- Rahman, M. and Punja ZK.** (2005). Factors influencing development of root rot on ginseng caused by *Cylindrocarpon destructans*. Phytopathology. 95:1381-1390.
- Reeleder RD, Hoke SMT and Zhang Yun.** (2006) Rusted root of ginseng (*Panax quinquefolius*) is caused by a species of *Rhexocercosporidium*. Canadian Journal of Plant Pathology 96: 1243-1254.