

천연자원으로부터 인삼 적변방제물질의 선발 II

신선희 · 반성희 · 우현정 · 양덕조[#]

충북대학교 생명과학부, [#]기초과학연구소
(2002년 11월 11일 접수, 2003년 5월 2일 수리)

Selection of Preventers for Rusty Ginseng Roots from Natural Resources II

Sun-hee Shin, Sunhg-hee Ban, Hyun-jung Woo and Deok-Cho Yang[#]

School of life Sciences, Institut for Basic Sciences, Chungbuk Natural University, Cheongju, 361-763, Korea
(Received November 11, 2002, Accepted May 2, 2003)

Abstract : We screened preventives (preventers) from natural resources to prevent the rust phenomenon in ginseng roots. We examined that how these influence on the rusty phenomenon and the growth of 2 years old ginsengs treated in the preventers. All treats which was compounding preventers & improvers were so excellent of the ginsengs growth. Especially, the growth of 2 years old ginsengs treated with bio-preventer of ICPE-C105R and ICPE-P107R were increased to 73%, 28% compared with nontreatment, respectively. Though rusty ginseng of rate was emerged 58% in control, preventer's ICPE-C105 and ICPE-P107 were emerged of each 16.7%, 20%. It was affirmed effective of preventer. On the other hands, amounts of ginsenoside treated with preventatives showed to be changed. The total ginsenoside was increased to 71% with treatment ICPE-C105R which is the highest among groups compared to control, and ICPE-P₁₀₇R was increased to 50%. To sum up with total results, it is biotic preventatives (ICPE-C₁₀₅R and ICPE-P₁₀₇R) which we created improve both a high yield of ginseng roots and the inhibition of the rusty phenomenon.

Key words : Rusty ginseng roots, biotic preventers, ICPE-C₁₀₅R, ICPE-P₁₀₇R

서 론

고려인삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 항암, 항피로, 강장 및 노화억제 작용 뿐만 아니라 뇌 기능 강화 등의 효능을 가진 생약으로 널리 알려져 있으며, 우리나라 고유의 천연자원으로 세계적으로 인정받고 있어 날로 그 수요가 증가하고 있는 실정이다.¹⁾ 그러나 인삼의 재배는 인삼의 독특한 생리적 특성 때문에 해가림하에서 이루지며²⁾ 일복하에서는 투광율이 비교적 낮고 습도가 높기 때문에 생리적 장애에 의한 피해가 심각하게 나타나고 있다. 인삼재배시 나타나는 생리적 장애중의 하나는 인삼뿌리 표면에 적갈색 반점이 형성되어 점차 확대되는 적변현상(rusty ginseng root)이다.^{3,4)} 이러한 적변현상은 오래 전부터 발생되어 왔으며, 80년대에 들어서면서부터 전국 인삼 재배지에서 적변발생이 최고 68%나 되었다

고 보고되었다.⁵⁾ 그러나 아직까지 방제방안이 마련되어 있지 않기 때문에 최근까지도 적변현상에 의한 피해는 계속 늘어나고 있는 실정이지만 현재까지 정확한 원인과 발병기작의 구명 및 방제물질이 현재까지 개발되어 있지 않다.

적변현상의 원인에 관한 연구는 1903년과 1910년에 *Bacillus araliavorus*와 *Erwinia araliae*라고 보고되었지만,⁵⁾ 그 후 적변의 확실한 병원균에 대해서는 거의 보고되지 않고 있다. 한편 살균한 토양에서도 적변이 발생되었음이 보고되어 균에 의한 직접적인 병이 아니라 인삼근에서 나타나는 생리적 장애로 보고되었다.⁷⁾ 또한 담수처리에 의해 적변이 일어날 수 있고, 적변발생 토양에서 미생물의 밀도가 높다는 보고도 있다.⁷⁾ 적변의 생리적 원인은 토양의 수분과도에 의한 산소부족으로 뿌리의 호흡이 억제되면서 나타나는 생리적 현상이라고 보고되었으며,⁸⁾ 미부숙 유기질 비료의 사용에 의한 뿌리의 호흡억제 및 유기산에 의해 적변이 일어난다고 알려져 있다.⁹⁾ 또한 고염류 상태에서 뿌리의 phenol 물질이 삼출 및 토양에 철분과 같은 금속성 물질이 다량 존재할 경우 퇴피에서

[#]본 논문에 관한 문의는 이 저자에게로
(전화) 043-261-2293; (팩스) 043-261-2293
(E-mail) dcyang48@hotmail.com

phenol 물질의 산화·축합 반응이 일어나 적변이 발생한다고 보고되었다.^{10,11)} 특히 건전삼에 비해 적변삼 표피에서 철의 함량이 높고, 적변삼 근권토양에서 철을 이용하는 미생물의 밀도가 높다고 보고되었다.¹²⁾

적변삼방제 방안에 대한 최근의 연구 결과로는 적변현상의 요인이 불량한 재배환경 즉, 해가림 불량 등에 의한 누수과다 및 집중누수와 상면염류 집적 등으로 결론 내리고 방제 방안에 집중하고 있다.^{13,14)} 토양의 물리성 개선을 위한 연구의 일환으로 몇몇 토양개량제 후보물질을 처리하고 있으며, 상면에 숯 입자를 처리하여 염류를 흡착하고자 하는 연구를 수행하고 있다. 최근에는 미생물에 의한 적변방제 방안이 제시되기도 했지만 산지 포장에서 지속적인 효과가 없고, 고년근에서는 오히려 뿌리가 부패하는 현상이 발생하는 등의 문제점이 나타나고 있다. 한편 본 연구진은 적변 현상과 같은 생리적 장애현상은 1차적으로 외부환경요인의 변화에 기인되는 것이지만 환경과 인삼의 상호작용 기작(인삼뿌리의 생리적 반응-근권의 무기이온-근권 미생물)¹⁵⁻¹⁸⁾에 대한 종합적인 연구 결과를 바탕으로 천연방제물질을 탐색하고 보조제를 개발, 실험포장에서 방제 효과를 수행한 결과 천연방제 물질 ICPE-C₁₀₅R, ICPE-P₁₀₇R에서 적변방제 효과가 있음을 보고하였다.^{19,20)}

본 연구에서는 인삼이 다년생임을 감안하여 이미 탐색되어진 천연방제 물질 ICPE-C₁₀₅R과 ICPE-P₁₀₇R이 다년간에 걸친 적변억제 효과와 인삼의 생육, ginsenoside의 함량에 미치는 효과를 검증하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

본 연구에 사용한 묘삼은 충남 금산군 금산읍의 인삼종자 생산자로부터 2000년 2월에 구입한 묘삼을 4°C의 저온 냉장고에 보관한 것을 사용하였다.

2. 방제물질의 처리

적변현상 방제 물질은 적변현상의 발현기작(Yang *et al.*, 1997,¹²⁾ 2000,¹⁷⁾ Yun and Yang 2001)¹⁸⁾을 근거로 선발된 ICPE-C₁₀₅와 ICPE-P₁₀₇를 사용하였으며 본 연구실에서 설치한 포장에 1년생 묘삼을 이용하여 수행하였다 방제물질의 처리구는 방제물질과 보조제를 조합하여 6개 처리구로 하였으며, 처리구 당 묘삼은 15×15 cm 간격으로 식재하였다.

3. 적변방제 효과의 검증

각각의 처리구에서 적변율과 인삼뿌리의 생육상태를 조사하였으며, 처리구에 따른 ginsenoside의 종류와 함량에 미치

는 효과를 분석하였다. 적변억제 효과와 생육 특성을 조사하기 위해 설치된 포장으로부터 2001년 10월 13일에 인삼을 채굴하여 생육특성을 조사하고 적변율을 계산하였다.

4. ginsenoside의 함량 조사

채굴한 인삼뿌리의 ginsenoside 함량은 수포화 부탄올(n-BuOH) 추출법에 의하여 추출하였다(Yang *et al.*, 1996).¹¹⁾ 동결 건조한 조직 50 mg을 80%(v/v) MeOH로 추출하여 건조한 다음 ethyl ether와 Chloroform으로 지질 및 색소를 제거하였다. 수층을 n-BuOH로 3회 추출한 후 n-BuOH 층을 증류수로 3회 세척하여 ginsenoside 정량에 사용하였다. ginsenoside의 정량은 HPLC(Pharmacia, Sweden)를 이용하였다. Column은 Lichrosorbe-NH₂(5 μm, Merk)를 사용하여 차등굴절기(RI detector)를 이용하여 검출하였다. 각각의 정량은 chromatogram의 retention time을 표준품과 비교하여 peak height로 계산하였다.

결과 및 고찰

1. 방제물질 처리가 인삼의 생육에 미치는 효과

본 연구실에서 선발한 적변방제물질이 인삼의 생육에 미치는 효과를 확인하고자 2000년 3월 28일부터 2001년 10월 13일까지의 1년생 묘삼을 재배한 결과 모든 적변방제물질 처리구에서 인삼뿌리의 생육 촉진 효과가 확인되었다. 인삼뿌리의 생육에 미치는 효과를 건량(dry weight) 기준으로 하였을 때 ICPE-P₁₀₇R과 ICPE-C₁₀₅R 처리구에서 대조구의 1.15 g보다 많은 1.99 g와 1.47 g로 각각 73%와 28%의 생장 증가를 나타내었다. 다른 처리구 ICPE-P₁₀₇W, ICPE-C₁₀₅W등에서도 1.25 g과 1.23 g로 10%와 8%의 생장 증가를 나타내었

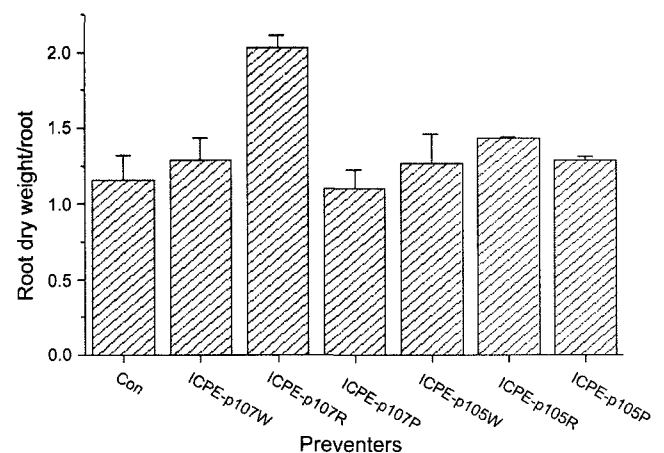


Fig. 1. Effects of bio-preventer on the growth of 2 years old ginsengs. Bar is mean and standard deviation of 60 replications.

다(Fig. 1).

뿌리의 생장은 수분과 영양원의 효율적인 흡수와 관련이 있음을 상기해 볼 때, 뿌리의 세근 발달은 앞으로의 인삼의 근 생장을 예측하는 중요한 지표가 된다. 따라서 적변방제물질의 처리에 따른 측근의 발달을 조사한 결과, 대조구의 18.3개 보다 ICPE-P₁₀₇R와 ICPE-C₁₀₅R에서 각각 31.3개와 36.3개로 더 많은 측근을 발근한 것으로 나타났다. 다른 처리구 ICPE-C₁₀₅W, ICPE-C₁₀₅P 역시 25.6과 28.7개로 대조구보다 다소 더 많은 것을 확인할 수 있었다(Fig. 2). 또한 세근의 발달의 패턴은 2000년 10월에 채굴한 것과 마찬가지로 보조제 P의

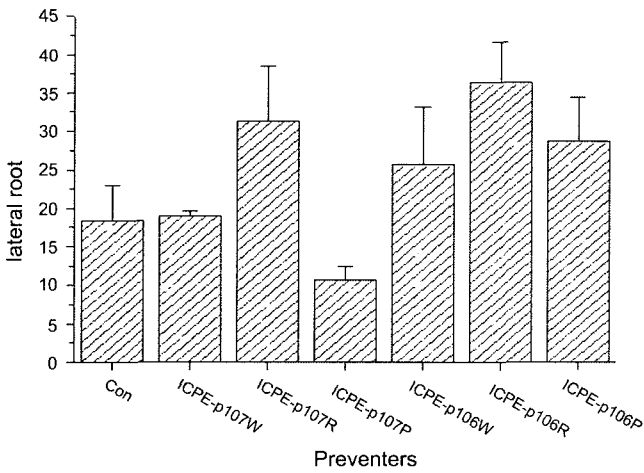


Fig. 2. Influence of bio-preventers on the rate of badness of 2 years old ginsengs. The rate of badness mean that roots below 75% of average of fresh weight of 2 years old ginsengs.

경우는 동체의 중간부위에서 발달하여 동체가 비교적 짧고 통통하게 생장하였으며, 보조제 R의 경우는 측근은 동체의 끝부분에서 발달하기 때문에 동체가 비교적 길고 곧게 발달하는 것을 볼 수 있었다(Fig. 3, 4).

인삼뿌리의 생산성 향상의 중요한 인자가 되는 또 다른 요인은 생육상태가 고르게 유지되는 것이다. 각 처리구에 따른 생육상태를 확인하고자 대조구를 기준으로 하여 대조구의 평균생장(fresh weight)의 75%미만인 인삼을 생장불량 인삼으로 기준하여 채굴된 인삼 전체에 대한 출현비율을 조사하였다. 대조구 35.3%에 비해 처리구 ICPE-P₁₀₇R 와 ICPE-C₁₀₅R, ICPE-C₁₀₅P에서 각각 6.7%와 8.3% 9.1%로 대조구에 비해 현저히 낮게 나타났다. 반면에 ICPE-P₁₀₇W ICPE-C₁₀₅W는 28.6%와 26.7%로 대조구와 유사하게 나타났다(Fig. 5).

이상의 결과를 종합해볼 때, 적변방제물질의 처리구에 따른 인삼뿌리의 생장은 ICPE-P₁₀₇R 와 ICPE-C₁₀₅R 처리구에서 가장 우수한 것으로 확인되었다.

2. 적변발생 억제 효과

적변방제물질에 의한 적변억제 효과를 조사하기 위해 사용한 대조구는 재배된 본 연구실의 포장으로써 평균 적변율은 58.8%이었다. 이는 보통 인삼의 포장에서 나타나는 적변발생율과 비슷한 수치이다. 방제물질의 처리에 의한 처리구의 적변율은 ICPE-P₁₀₇R와 ICPE-C₁₀₅W가 각각 20%, 13.3%으로 대조구에 비해 놀라울 정도로 낮은 수치를 나타냈으며,



Fig. 3. Effects of bio-preventer(ICPE-P₁₀₇-serial) on the Growth of 2 years old ginsengs. *A: control, B : ICPE-P₁₀₇W, C : ICPE-P₁₀₇R, D: ICPE-P₁₀₇P



Fig. 4. Effects of preventer(ICPE-C₁₀₅-serial) on the Growth of 2 years old ginsengs. *A: control, B: ICPE-C₁₀₅W, C: ICPE-C₁₀₅R, D: ICPE-C₁₀₅P

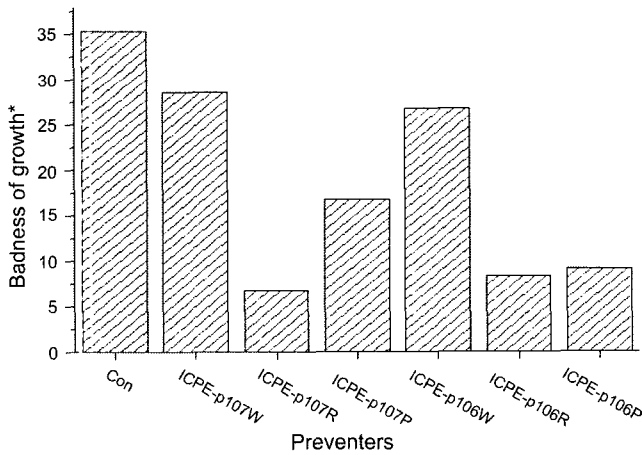


Fig. 5. Influence of bio-preventers on the rate of badness of 2 years old ginsengs. The rate of badness mean that roots below 75% of average of fresh weight of 2 years old ginsengs.

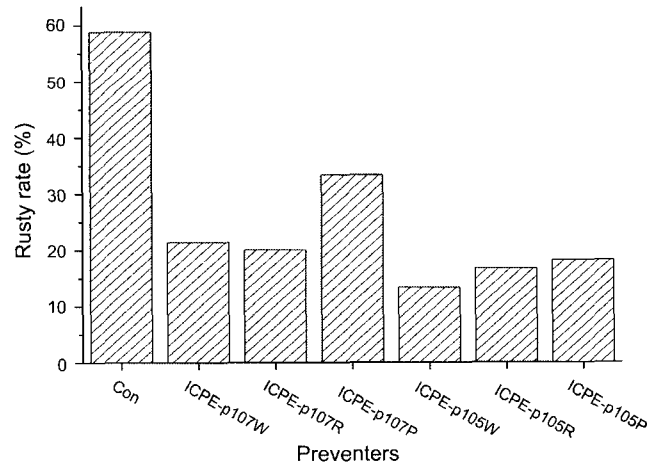


Fig. 6. Effects of bio-preventers on the rate of rusty root of 2 years old ginsengs.

ICPE-C₁₀₅R, ICPE-C₁₀₅P에서도 16.7% 18.2%로 2차년도에 서도 매우 우수한 효과를 나타내었다(Fig. 6). 또한 적변현상 에 대한 방제물질의 평균적인 효과 역시 ICPE-P₁₀₇은 24.9% 이었고, ICPE-C₁₀₅은 16.1%로 방제물질 ICPE-C₁₀₅가 ICPE-P₁₀₇ 보다 적변현상의 방제에 보다 효과적인 것으로 확 인되었다(Fig. 7). 이러한 결과는 인삼의 적변현상이 근권의 철이온의 산화환원 미생물 그리고 인삼뿌리의 세포벽 구성성 분의 상호작용에 의한 생리적 현상(Yang)과 밀접한 관계가 있음을 다시 한번 입증하는 것이며, 1차년도에 이어 본 연구

실에서 개발한 적변 방제물질의 적변방제 효과의 우수성과 지 속성을 확인 할 수 있었다.

3. Ginsenoside의 함량에 미치는 영향

적변방제 물질의 처리에 의한 인삼 뿌리의 saponine 대사 양상을 확인하고자, ginsenoside의 함량을 측정하였다. 총 ginsenoside의 함량을 살펴보면 모든 처리구가 대조구보다 함 량의 증가를 나타냈다. 특히 ICPE-P₁₀₇R 와 ICPE-C₁₀₅R 의 처리구는 대조구 14.4 mg · g dry wt⁻¹ 보다 50% 증가한 21.5 mg · g dry wt⁻¹과 71% 증가한 24.6 mg · g dry wt⁻¹으로

뚜렷한 ginsenoside의 증가를 확인하였다(Table 1). Ginsenoside의 각 성분별로 보면 Rg₁, Re, Rd, Rc, Rb₂, Rb₁의 각 함량도 대조구에 비해 ICPE-P₁₀₇R 와 ICPE-C₁₀₅R의 처리구에서 더 높은 함량을 나타냈으며, 특히 ICPE-C₁₀₅R 처리에서는 Re와 Rb₁이 매우 많은 양을 함유하고 있었다(Table 1).

이상의 결과를 종합해 볼 때 적변현상 억제제물질로는 ICPE-P₁₀₇R 와 ICPE-C₁₀₅R이 적변현상의 억제뿐만 아니라 인삼뿌리의 생육에 매우 효과적임을 확인되었다. 또한 인삼뿌리의 물질대사 및 ginsenoside의 함량에서 이들 물질의 처리는 인삼의 ginsenosides 함량 변화에 아무런 억제효과가 나타나지 않았다. 오히려 ICPE-C₁₀₅R의 처리구에서는 대조구보다 많은 ginsenoside의 함량을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 또한 인삼이 다년생 작물인 만큼 이미 보고된 결과²⁰⁾에 이어 본 실험 결과도 우수한 것으로 확인됨으로써 적변방제물질 ICPE-P₁₀₇R와 ICPE-C₁₀₅R이 지속적으로 적변 현상

에 방제 효과를 가짐과 동시에 인삼의 생육 발달과 ginsenoside 함량의 증가에도 효과를 준다는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구 결과에서 확보된 방제물질 및 방제법을 산지에 보급하기 위해서는 대량배양 system 등, scale up에 관련된 연구와 산지포장에서 이루어지는 효과의 검증 실험이 요구된다.

요 약

천연생물자원에서부터 적변억제 효과가 우수한 ICPE-P₁₀₇R 와 ICPE-C₁₀₅R을 선발하였고 실험 포장에서 1년생 묘삼을 식재하여 2년간에 걸친 인삼의 적변현상 억제 효과를 검증하였다. 그 결과 방제물질과 보조제를 조합한 방제물질 처리구에서 인삼의 생장이 우수하였는데 특히 ICPE-P₁₀₇R와 ICPE-C₁₀₅R에서는 건물중이 대조구의 1.15 g dry wt. x ginsenoside⁻¹보다 더 많은 1.99g dry wt. 와 1.47g dry wt. 로 생장 증가를 나타내었다. 또한 적변 억제 효과에서 방제물질 ICPE-P₁₀₇R 와 ICPE-C₁₀₅W가 각각 20%, 13.3%로 대조구 58%에 비해 놀라울 정도로 높은 방제 효과를 나타냈으며 ICPE-C₁₀₅R, ICPE-C₁₀₅P에서도 16.7% 18.2%로 비교적 양호한 효과를 나타내었다. 총 ginsenoside의 함량과 각 ginsenoside의 함량역시 모든 방제제 처리구에서 대조구보다 공히 더 높은 함량을 나타내었다. 특히 ICPE-C₁₀₅R, ICPE-P₁₀₇R 처리구에서는 대조구보다 조사한 ginsenoside의 종류와 총 함량에 있어서 모두 월등하게 더 높았다.

감사의 말씀

본 연구는 충북대학교 기초과학연구소의 지원과 2000년도 인삼협동조합중앙회에서 시행한 출연연구사업의 연구비 지원에 의해서 수행되어졌습니다.

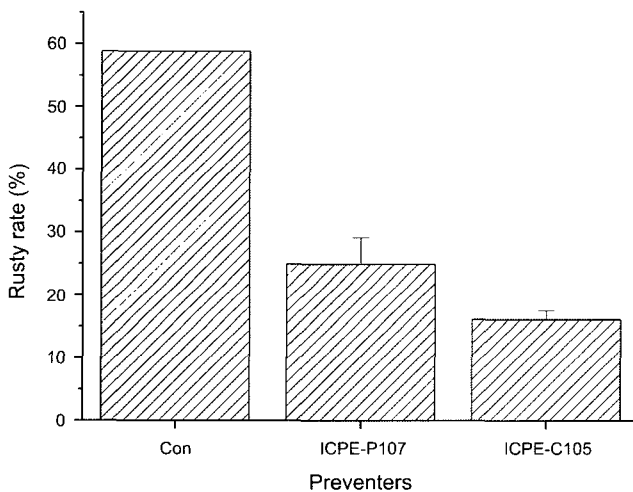


Fig. 7. Effects of ICPE-P₁₀₇ and ICPE-C₁₀₅ on the rate of rusty root of 2 years old ginsengs.

Table 1. Effects of bio-preventers on the contents ginsenoside of 2 years old ginsengs^{a)}

| Bio-preventers | Rg ₁ | Re | Rd | Rc | Rb ₂ | Rb ₁ | Total |
|-------------------------|-----------------|------------|------------|------------|-----------------|-----------------|-------------|
| Control | 1.22±0.288 | 3.92±0.289 | 1.67±0.216 | 2.29±0.346 | 1.71±0.173 | 3.54±0.289 | 15.14±0.053 |
| ICPE-P ₁₀₇ W | 2.11±0.288 | 3.89±0.288 | 2.12±0.230 | 3.00±0.288 | 2.45±0.346 | 4.56±0.173 | 18.16±1.655 |
| ICPE-P ₁₀₇ R | 3.12±0.288 | 4.23±0.268 | 3.19±2.88 | 3.68±0.230 | 2.69±0.137 | 4.64±0.230 | 21.54±1.886 |
| ICPE-P ₁₀₇ P | 2.09±0.317 | 3.58±0.290 | 2.20±0.346 | 2.55±0.173 | 1.94±0.289 | 3.44±0.115 | 15.83±2.49 |
| ICPE-C ₁₀₅ W | 2.80±0.409 | 4.63±0.390 | 2.71±0.173 | 3.03±0.137 | 1.94±0.173 | 4.45±0.167 | 19.44±0.127 |
| ICPE-C ₁₀₅ R | 3.00±0.286 | 5.30±0.268 | 3.14±0.115 | 3.99±0.127 | 2.90±0.057 | 6.27±0.137 | 24.60±1.37 |
| ICPE-C ₁₀₅ P | 2.48±0.268 | 2.46±0.288 | 1.95±0.298 | 2.61±0.288 | 2.11±0.346 | 3.34±0.268 | 14.80±1.51 |

a) unit of contents of ginsenoside is mg · g dry wt⁻¹.

인용문헌

1. Nam K. Y. : Progressed Korean ginseng. Korea Ginseng & Tobacco Research Institute Reports, p. 56-115 (1994).
2. 김득중 : 고려인삼재배, 일한출판사, 서울, p. 47 (1974).
3. Chang Y. R., Lee, M. K. Choi, K. T. : *Kor. J. Ginseng Sci.* **9**(1), (1985).
4. Lee S. S., Lee, M. K. Choi, K. T. : *J. Ginseng Res.* **23**(2), 61-66 (1999).
5. 오승환, 박창석, 이장호 : 인삼연구보고서, 고려인삼연구소, p. 15-21 (1980).
6. Ohn S. H., Park, C. S. Kim, H. J. : 인삼연구보고서(재배분야), (1978).
7. 이티수 : 경북대학교, 박사학위논문, p. 79 (1991).
8. 박 훈 : *Kor. J. Ginseng Sci.* **8**(2), (1982).
9. 박 훈, 목성균, 김감식 : *한국토양비료학회* **15**(3), 156-161 (1982).
10. 김명진, 이무구, 박규식, 박동욱 : 인삼연구보고서, 3-102 (1985).
11. Yang D. C. : 충북대학교, (1996).
12. Yang D. C. : 충북대학교, (1997).
13. KGTRI : 인삼연구보고서(재배분야), 한국인삼연초연구원, (1998).
14. KGTRI : 인삼연구보고서(재배분야), 한국인삼연초연구원, (1999).
15. Yang D. C., Yun, K. Y. Kim, Y. H. Yang, D. C. : *Kor. J. of Plant Tissue Cult.* **27**(1), 31-37 (2000).
16. Yang D. C., Kim, Y. H. Yun, K. Y. Lee, S. S. Kwon, J. N. and Kang, H. M. : *Kor. J Ginseng Sci.* **121**(2), 91-97 (1997).
17. Yun K. Y. and Yang, D. C. : *J. Ginseng Res.* **24**(3), 107-112 (2000).
18. Yun K. Y. and Yang, D. C. : *Kor. J Ginseng Sci.* **25**(1), 53-58 (2001).
19. Yang D. C. : 충북대학교 (2001).
20. Yang D. C., Ban S. H., Shin S. H., Woo H. J. : *Journal of Ginseng Research* **26**(2), 89-95 (2002).