

하우스 종묘삼 재배에서 마이크로 버블(Micro bubble) 사용이 생육에 미치는 영향과 고품질 인삼 가공의 가능성

안철현^{1*}

¹한국농수산대학 교양공통과

Effect of Micro Bubble on Growth of Ginseng in the shaded plastic houses and Possibility of High Quality Ginseng processing

C. H. Ahn^{1*}

¹Korea National College of Agriculture and Fisheries, 1515, Kongjwipatjwi-ro, Wansan-gu, Jeonju-si,
Jeollabuk-do, 54874, Korea

Abstract

In the production of organic *Panax ginseng*, the morphological changes were confirmed by providing general water and microbubble water, respectively. Analysis of seedling ginseng treated with general water and bubbles water revealed that many seedlings were formed in the seedling treated with bubble water, and about 15% weight increase occurred in the growing period. The growth rate of stem, leaf, and root was about 15% higher than that of all. Taken together, the growth of seedling cultivation using bubble water was about 15% overall.

In order to process ginseng, the dried ginseng was higher in dry weight than the general water seedling seedlings grown in bubble water. This suggests that more processed products will be produced per unit weight at the time of producing the processed products at the farm, which can directly increase the farm income.

Key Words : Micro bubble, *Panax ginseng*, Nutritional environment, Growth, Food processing

1*교신저자 한국농수산대학 ach0405@gmail.com

I. 서론

인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 3-5년 동안 비교적 긴 시간이 소요되는 작물로서 일반적으로 휴작기간이 10 년 이상으로 여러 작물에 비하여 토지 생산성이 매우 낮은 작물이다. 또한, 생육기간 동안은 한 곳에서 재배되기 때문에 타 작물에 비하여 토양 특성에 따른 영향에 민감할 수 있다(Kang et al., 2007). 생육기간 길어 같은 자리에 오랫동안 자라기 때문에 타 작물에 비하여 토양 특성(Lee et al., 2004; Lee et al., 1985; Lee et al., 1995; Lee et al., 1989) 및 재배환경에 대한 영향을 많이 받아 적합한 재배지의 선정이 인삼재배의 중요한 요인이 되고 있다.

우리나라의 인삼재배에 관련된 연구는 인삼의 생육과 토양특성, 인삼의 부위별 원소축적률 차이 및 유기성분의 함량 토양별 인삼성분 품종 간 생육특성 등이 있다. 그 중 인삼의 생육에 미치는 토양의 이화학적 성질에 관한 연구는 다수 보고되었으며 이들도 대부분이 단일 물질과 상호관계를 구명한 연구가 대부분이며, 토양 내 수분과의 관계에서 이루어지는 영양분 균형에 관한 연구는 전무한 실정이다. 인삼의 생산성 향상을 위해서는 토양특성 뿐 아니라 식물체의 영양 상태를 정확하게 진단하는 것이 매우 중요하다. 하지만 타 작물에서는 생육 및 수량과 영양상태, 특히 적정농도 설정을 위한 식물체 엽 분석(Lee and Kim, 2001; Park and Kim, 1988; Lee et al., 2007)에 관한 연구가 다수 보고되고 있으나 인삼에 있어서는 미비한 실정이다. 따라서 내비성이 약하고 적정비옥도 수준의 폭이 좁은 인삼에서 수량을 증대시키기 위해서는 인삼재배 적지기준 설정이 필요하며, 이를 위해서 인삼재배지의 토양 및 잎 및 뿌리 분석에 초점을 두어 영양환경에 관한 연구가 필요하다. 인삼은 반음지성 뿌리 작물로서 햇빛을 제한하는 차양막을 설치하여 오랜기간

재배가 이루어진다. 차양막은 빛 유입에 대한 제한을 이루지만 수분의 유입도 제한하게 된다. 제한적인 수분이 제공됨에도 인삼 재배에 있어서 수분의 역할은 매우 중요하다고 볼 수 있다.

물에 오염에 대한 환경문제가 대두되면서 마이크로 버블(Micro bubble)이 관심을 받고 있다. 급격히 오염되는 수질 정화 및 담수화 된 양식장의 정화시스템에 관해서도 연구되고 있다. 최근 들어, 초미세버블이 가지는 독특한 물리적 특성을 다양한 분야에 적용하여 잠재적 응용 분야를 밝히는 것에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다(Chen et al., 2009; Park and Kurata, 2009; Ebina et al., 2013). 상추의 수경 배양중 미세버블을 주입한 실험(Park and Kurata, 2009)을 진행하였으며, 마이크로 버블은 용존산소 농도와 관계없이 식물의 성장속도를 증가시킬 수 있다고 보고되었고 동물에서는 마이크로 버블을 먹인 쥐와 그렇지 않은 쥐를 이용해 동물 성장에 효과를 증명하는 실험(Ebina et al., 2013) 통해 마이크로 버블을 마시며 자란 쥐들이 일반 물을 마신 쥐들보다 빠르게 성장함을 확인하였다. 마이크로 버블을 이용한 또 다른 연구동향으로는 마이크로 버블이 처리된 오존수를 이용한 채소류의 잔류물 제거 효과(Ikeura et al.)를 보고하였고 국내에서는 마이크로 버블을 처리한 상추의 저장 중 품질 변화(Lee et al., 2009)에 대해 보고하였다. 마이크로 버블에 의한 식물 및 동물의 생리적 변화에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다는 내용 있음에도 불구하고, 아직까지 마이크로 버블에 대한 명확한 메커니즘이 밝혀지지 않고 있다.

마이크로 버블은 마이크로미터 단위의 작은 기포로 50 μm 이하의 미세 기포(Fig. 1)를 말하며 마이크로 버블은 수면 위로 천천히 상승하며 파열하게 된다. 마이크로 버블 발생 원리는 마이너스 이온을 함유한 물에 0.1 mm의 거품을 대량 넣어 강한 압력을 가하여 나팔 모양의 구멍을 통과시키면 작은 버블이 나오는 원리이다. 마이크로

버블(Micro bubble)은 기포 표면에서의 이온농축과 부착능력이 증가하며 기포 소멸 시 자기가압(압축, 파괴 연쇄반응)에 의해 순간 초음파 및 초고온(약 5,500°C 이론적 계산수치)의 국소온도가 발생하는 특징을 갖고 있다(Fig.1). 마이크로 버블의 살균 세정 메커니즘을 살펴보면 처리 대상을 부유시킨 후 음전하를 띤 마이크로 버블의 정전기력으로 양전하를 띤 박테리아가 이끌려서 물리적 충격이나 자체 파괴에 의해 하이드록실 라디칼이 순간적으로 발생할 때 생성되는 에너지를 이용하여 살균 세정효과를 발생시킨다(Cha, 2009). 미세 기포는 수면으로의 상승속도 느리게 작용되며, 수중에서 축소하고 소멸하여 완전 용해된다. 마이크로 버블은 세정에 관한 산화의 가능성 증가하고 소멸시 초고압, 초고온을 형성하며 에너지 발산하게 된다. 표면 대전(帶電)에 의한 정전반발력이나 계면활성제에 의해 장시간 안정화 기능이 나타나며, 특히 대전(帶電)효과에 의해 안정화 된 마이크로 버블은 기포특성이 장시간

유지되어 생명공학 분야 및 의학적인 응용 가능한 것으로 알려져 있다.

마이크로 버블을 생산하는 원리는 아래와 같은 방식이 존재하나, 버블 생산방식에 무관하게 버블의 물리적 특징은 동일하게 작용하고 있다.

마이크로 버블 기술은 일본에서 활발히 진행되고 있는 분야로 환경정화, 수산양식, 전자, 식품 분야 등의 범위에서 사용되고 있다. 그러나 국내에서는 마이크로 버블 장치와 적용기술의 개념정립 단계로 주로 피부미용을 위한 목욕기용, 수질정화, 세탁용으로 사용되고 있는 실정이다.

본 연구는 이점에 주목하여 오랜 시간 동안 제한된 환경에서 진행되는 인삼재배에 마이크로 버블(Micro bubble) 시스템을 적용함으로써 생리 및 형태적 특징을 분석하여 마이크로버블이 생육에 미치는 영향과 인삼 가공에 대한 가능성을 조사하여 이를 통해 얻어지는 개선된 생산의 기초 자료를 제공하고자 수행하였다.

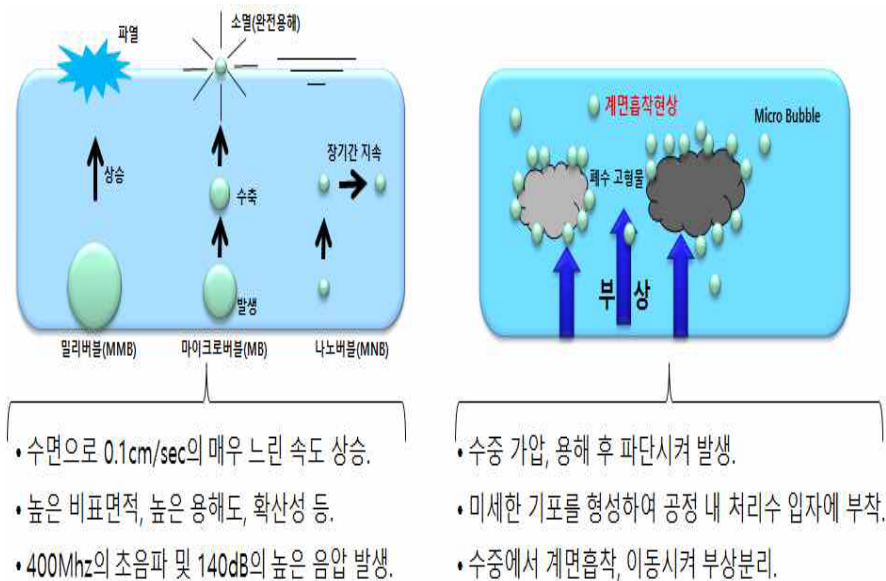


Fig. 1. Mechanism of microbubble

Table 1. Types and characteristics of micro bubble generator

구 분	공정의 특성
용존공기 기포발생장치 (Dissolved-Air-Flotation, DAF)	• 순환수를 고압으로 과포화시킨 후 반응조에서 대기압으로 압력 강하하여 미세기포 발생
유도공기 기포발생장치 (Induced-Air-Flotation, IAF)	• 회전임펠러의 통과 또는 다공질 물체를 통하여 공기를 주입시켜 기포발생
용존가스 기포발생장치 (Dissolved-Gas-Flotation, DSF)	• 공기가 아닌 특정 가스로 과포화된 포화수의 압력강하로 미세기포 발생
진공 기포발생장치 (Vacuum-Flotation, VF)	• 감압된 밀폐조에서 용해도를 감소시켜 기포발생
전해 발생장치 (Electro-Flotation, EF)	• 물의 전기분해에서 발생하는 수소 또는 산소 기포발생
미생물학적 기포발생장치 (Microbiological-Auto-Flotation, MAF)	• 생물학적 질산-탈질 공정의 N ₂ , CO ₂ 또는 과도한 조류번식에 의한 과포화 산소의 용출에서 유발된 기포발생
계면활성제 기포발생장치 (Suspended-Air-Flotation, SAF)	• 계면활성제를 첨가하여 작은 압력 차이에서 화학적인 작용으로 기포발생
스플리터식 기포발생장치 (Splitter-type Flotation)	• 물과 공기가 펌프에 유입되어 impeller에 의해 갈라진 후 Mixing chamber에서 가압과 압력 강하로 기포발생

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

조사지는 2016년 3월 12일에 경기도 안성에서 고려인삼유기농협동조합의 종자 직파 육묘장으로 생육상황이 양호한 하우스 한 동(30X30 m²)을 제 공받아 이루어졌다.

5톤 물탱크 두 개를 준비하고 첫 번째 물탱크는 일반수가 제공되고 다른 물탱크에는 마이크로 버블(Micro bubble)발생장치를 연결하여 필요시 가 공시켜 일반수를 마이크로 버블(Micro bubble)수 로 생산하였다. 마이크로 버블의 크기는 약 50µm 이며, 12시간 동안 버블발생장치를 이용하여 버블 수를 생산하였다. 버블은 공기를 넣어 용존산소를 극대화 하여 실험에 사용하였다.

2. 실험방법

하우스 안의 육묘장은 총 4개의 육묘라인이 설 정되어있으며 2개의 라인인 일반수가 제공 되고 나머지 2개 라인인 마이크로 버블수가 제공 될 수 있도록 점적 관수관을 설치하였다(Fig. 2). 인 삼시료는 관수관을 통해 수분이 제공된 이후 생 육시간별(월별) 각각 3 지점에서 평균적인 개체 5-6본을 채취하였다. 인삼시료는 지상부(잎과 줄 기)와 지하부(뿌리)로 나누어 생육특성을 조사하였 다. 지상부의 생육은 줄기길이, 폭, 엽장, 엽폭 및 생엽중을 측정하였으며, 뿌리의 생육특성은 근장, 직경, 미세근수 및 생근중을 측정하였고, 건근중 은 상온에서 24시간 건조 후 조사하였다(Fig. 3).

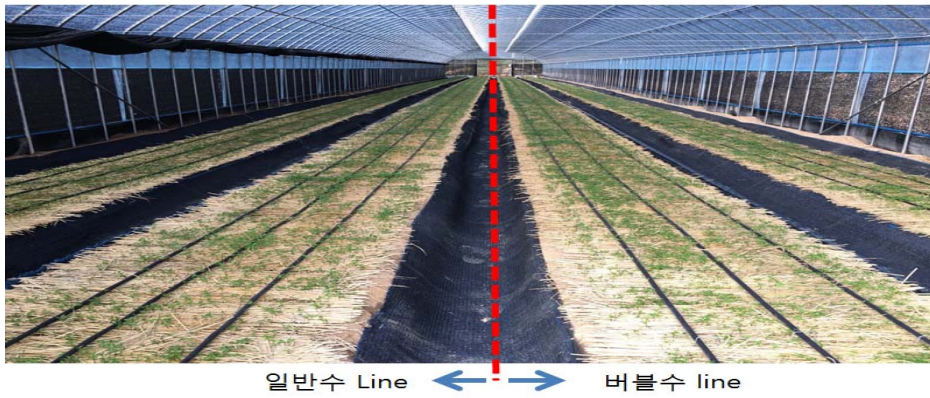


Fig. 2. Experimental packaging provided by Organic Cooperative

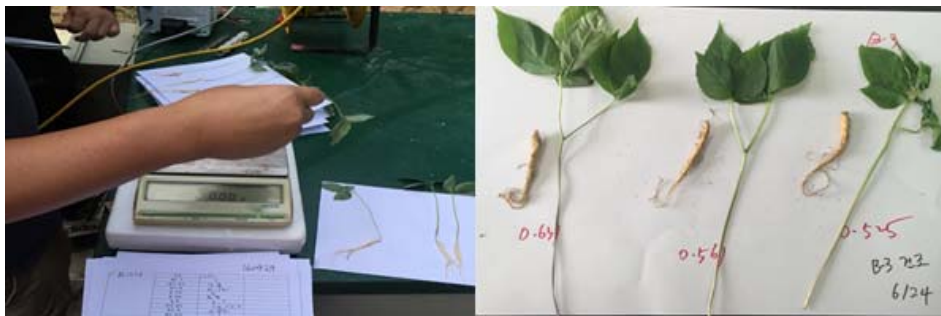


Fig. 3. Investigation of growth characteristics of seedling



Fig. 4. Differences in Growth of Seedlings(A : 3월 20일, B : 7월 20일)

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 전체 생육특성

실험포지에 대한 인삼의 생육특성은 Fig. 4와 같다. 지상부와 지하부의 생육에 대한 종묘삼은 지상부가 기간별 차이가 크지 않았지만 지하부에서는 지속적인 증가량이 보이면서 생육차이가 뚜렷하였다.

종묘삼 버블수와 일반수에 대한 생육 차이를 보이는데 A에서처럼 생육초기에는 세근이 더 많이 존재하고 이후 B에서 보는 것처럼 세근이 떨어지면서 생장기가 되면 일반수보다 더 굵어지고 커진 것을 확인할 수 있다(Fig. 4). 이것을 측정해보면 지하부 생체중은 일반수에 비해 15% 정도의 높은 값을 보였다. 이와 같이 생리적 차이와 형태적 차이로 인한 현저한 생육차이는 동일한 재배지역이라도 같은 토양조건에서도 제공되는 수분에 따라 인삼의 생육이 직접적으로 영향을 받을 수 있다는 것을 의미한다.

2. 부위별 변화 특성

종묘삼을 동일 조건에서 재배하되 제공되는 물을 일반수와 버블수로 나누어 재배 후 총 13 가지의 항목으로 나누어 측정하였다(Table 2).

위 항목을 기준으로 측정하여 주요 항목을 살펴보면 종묘삼에서 중요한 결과를 나타내

었는데 버블수, 일반수 차이에 따라 종묘삼 잎, 줄기, 뿌리 모두 약 15% 높게 생장률이 나타났다.

종묘삼에서 전체적인 증가율이 나타나는 것은 인삼 재배시 마이크로 버블수를 적용함으로써 인삼의 생육의 증가가 있다는 것을 의미할 수 있다.

더욱이 무게 증가와 동시에 건조중량의 무게 증가를 나타내었는데 이는 농가 소득의 실질적 증가와 매우 깊은 관계를 나타내고 있다. 인삼재배 후 소득의 경우 1칸(1mx1m) 당 몇 채(750g)가 생산되느냐에 따라 금액으로 환산 할 수 있는데 무게 증가량이 바로 금액으로 환산됨으로 직접적 소득 증가 이루어진다. 특히 종묘삼의 경우 이식된 이후의 재배로써 수치 증가률이 지속적으로 유지 될 것으로 사료된다(Fig. 5).

또한 건조 중량을 확인해보면 종묘삼 건조중량이 일반수보다 버블수로 재배한 것이 높게 나타나고 있다. 이것은 인삼 가공시 대부분 홍삼으로 제조하여 가공품을 생산하는데 증삼하여 가공한다. 이때 버블수로 재배한 인삼은 수분 증발률이 낮아 무게가 손실률이 적어 높은 무게를 나타내고 있다(Fig. 6). 이것 또한 농가에서 가공품을 생산하는데 동일 무게당 더 많은 가공품이 생산 될 것으로 판단되며 이를 직접적인 농가소득을 증가시킨 수 있다고 사료된다.

Table 2. List of measurement

세근수	세근 길이	줄기 길이	줄기 폭	잎 가로	잎 세로	잎 폭
단위 : 개	단위 : cm	단위 : cm	단위 : cm	단위 : cm	단위 : cm	단위 : cm
뿌리 길이 (전체)	뿌리 길이 (주근)	뿌리 폭	무게 (줄기포함, wet)	무게(wet)	무게(dry)	
단위 : 개	단위 : cm	단위 : cm	단위 : g	단위 : g	단위 : g	

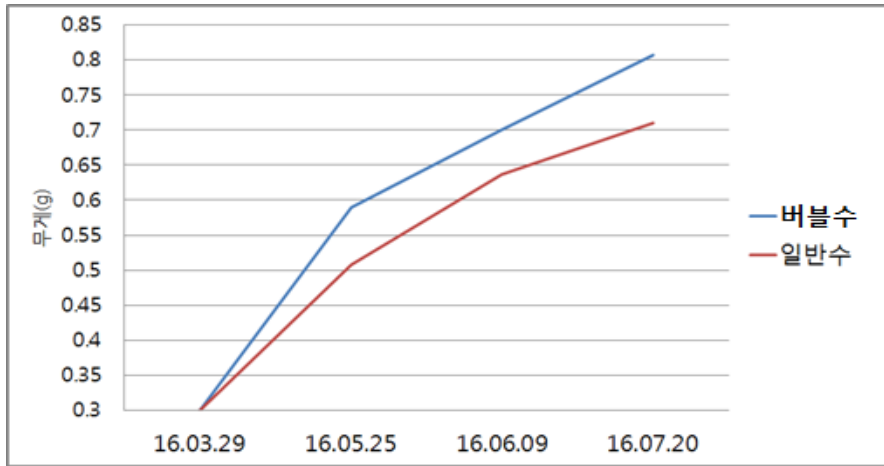


Fig. 5. Weight growth rate of seedling

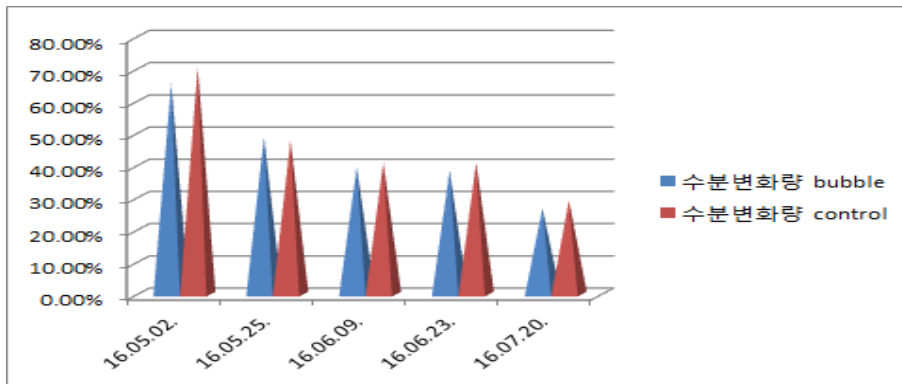


Fig. 6. Amount of water evaporation during drying

IV. 적요

아직까지 많이 알려지지 않은 마이크로버블을 사용하여 우리나라 대표 작물인 인삼재배에 적용하였다. 고년근에 적용하여 결과를 확인하기 위해서는 비용과 시간 소요가 많아 종묘삼을 활용하여 생리적 변화를 측정하고 분석하였다. 최근 뿌

리 작물에 가능성이 있다는 산소수 일반 재배농가에서 사용해왔지만 그 결과가 미미하고 오히려 해를 입는 경우도 생기게 되었다. 다른 작물의 선행결과와 본 연구결과를 볼 때 마이크로 버블을 사용한 인삼재배는 파급효과 있을 것으로 사료된다. 중화제 및 약제를 활용하여 만든 산소수와는 다른 개념으로 마이크로 버블은 공급 장치를

통해 우리가 이용하는 공기를 아주 작은 버블로 압축하여 인삼에 제공함으로써 저해 없이 특이성 성장을 이끌어 내었다. 연구결과로부터 설정된 종묘삼의 생장 특성 및 세분화별 적정범위 및 적정치를 결과와 비교하면, 그동안 이루어졌던 관행농법에서 사용되는 일반수와 마이크로 버블(Micro bubble)수를 사용하여 재배한 결과는 10%에서 15%의 인삼생장을 나타내었다. 이후로 마이크로 버블수를 생산할 때 시간별 용존 산소량을 측정하여 마이크로 발생장치의 최적 시간을 설정하고 최적화 설정을 위해서는 관계시간과 에너지 효율 및 토양의 영양환경에 대한 변화에 대해서도 더욱 많은 연구가 필요하고 사료되며, 더불어 생체 및 중량이 증가된 만큼 인삼의 주요 성분인 진세노사이드의 증감에 대한 분석 등 추가 연구가 활발하게 이루어져야 할 것이다.

V. 참고문헌

1. Cha, H. S. (2009). Present state and future prospect for microbubble technology. *Bulletin of Food Technol* 22, 544-552.
2. Chen, H., Mao, H., Wu, L., Zhang, J., Dong, Y., Wu Y., and Hu, J. (2009). Defouling and cleaning using nano bubbles on stainless steel. *Biofouling* 25(4), 353-357.
3. Ebina, K., Shi, K., Hirao, H., Hashimoto, J., Kawato, Y., Kaneshiro, S., and Yoshikawa, H. (2013). Oxygen and air nanobubble water solution promote the growth of plants, fishes, and mice. *PLoS One* 8(6), e65339.
4. Ikeura, H., Kobayashi, F., Tamaki, M. (2011). Removal of residual pesticide, fenitrothion, in vegetables by using ozone microbubbles generated by different methods. *J Food Eng* 103, 345-349.
5. Kang, S. W., Yeon, B. Y., Hyun, G. S., Bae, Y. S., Lee, S. W., Seung, N. S. (2007). Changes of soil chemical properties and root injury ratio by progress years of post-harvest in continuous cropping soils of ginseng. *Korean J Medicinal Crop Sci.* 15, 157-161
6. Lee, S. W., Kang, S. W., Kim, D. Y., Seong, N. S., Park, H. W. (2004). Comparison of growth characteristics and compounds of ginseng cultivated by paddy and upland cultivation. *Medicinal Crop Sci.* 12, 10-16
7. Lee, I. H., Park, C. S., Park, H. S., Yoon, C. S. (1985). Studies on the soil management in ginseng preplanting soil (II) relationship between the soil characteristic of 2-year-old ginseng field soil and the ratio on missing plant. *J Ginseng Res.* 9, 36-41
8. Lee, I. H., Park, C. S., Song, K. J. (1989). Growth of *Panax ginseng* affected by the annual change in physicochemical properties of ginseng cultivated soil. *J Ginseng Res.* 13, 84-91
9. Lee, J. C., Byen, J. S., Ahn, D. J., Ho, J. S. (1995). Effect of physical properties of soil on ginseng seedling growth in nursery bed. *J Ginseng Res.* 19, 287-290
10. Lee, S. H., Kim, W. S. (2001). Influence of organic matter content in orchard soils on leaf mineral content, root growth, and fruit quality of pear (*Pyrus*

- pyri-foia). J Kor Soc Hort Sci. 42, 444-448
11. Lee, J. Y., Park, J. H., Jang, B. C, Lee, K. S., Hyun, B. K., Hwang, S. W., Yoon, Y. S., Song, B. H. (2007). The establishment of critical ranges of inorganic nutrition contents in leaves of net melon (*Cucumis melo* L.) in protected cultivation. Korean J Soil Sci Fert. 46, 471-475
 12. Lee, S. A., Youn, A. R., Kwon, K. H., Kim, B. S. (2009). Washing effect of micro-bubbles and changes in quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) during storage. Korean J Food Preserv 16, 321-326.
 13. Park, J. H., Kim, K. S. (1998). Studies on growth environmental and inorganic components of korean native tea plants (*Camellia sinensis* O. kuntze). J Korean Soc Soil Sci Fert. 31, 25-32
 14. Park, J. S., and Kurata, K. (2009). Application of microbubbles to hydroponics solution promotes lettuce growth. Horttechnology 19(1), 212-215.