

암기중단 처리시기가 바위솔의 생장과 개화에 미치는 영향

이창우* · 전승호* · 김홍영* · 신성철** · 강진호****†

*경상대학교 농생대, **경상대학교 자연대, ***경상대학교 생명과학연구원

Effect of Night-break Treatment on Growth and Flowering of *Orostachys japonicus* A. Berger

Chang Woo Lee*, Seung Ho Jeon*, Hong Young Kim*, Sung Cheol Shin**, and Jin Ho Kang****†

*College of Agriculture & Life Sci., Gyeongsang Natl. Univ., Jinju 660-701, Korea.

**College of Natural Sci., Gyeongsang Natl. Univ., Jinju 660-701, Korea.

***Research Institute of Life Sci., Gyeongsang Natl. Univ., Jinju 660-701, Korea.

ABSTRACT : Year-round cultivation of a monocarpic plant *Orostachys japonicus* should be possible in case to controlling floret flowering. To give some information on its year-round cultivation, this study was carried out to examine the effect of night-break treatment time (June 10, Aug. 25) on its growth, morphological characters, and flowering. Night-break treatment of 2 hours at midnight were done since Aug. 25 and heating were made under 20℃. Samples were taken every 4 weeks from Aug. 25. Growth, morphological and flowering related characters were measured from each sample until March 9. Plant height, inflorescence length, number of leaves including bracts and stem diameter were greater in the earlier treatment than in the later one. Leaves and bracts, floret, stem, root, shoot and total dry weights showed the same response as plant height did to the night-break treatment time. Florets were more formed in the earlier treatment than in the later treatment in which they were flowered only on March 9, meaning that its year-round cultivation should be possible under night-break treatment before bolting and heating during winter season.

Key Words : *Orostachys japonicus*, night-break treatment time, growth, morphological characters, flowering

서 언

바위솔 (*Orostachys japonicus* A. Berger)은 토양이 척박한 산지 또는 고옥의 지붕 등에 자생하는 환경적응성이 대단히 강한 CAM (crassulacean acid metabolism) 식물로 알려져 있다. 바위솔은 잎이 충상기침형의 다육질로 자색 ~ 녹색을 띠며, 9월에 추대하기 시작하여, 6~15 cm의 충상화서와 그 엽액에 화색이 황색 ~ 백색인 다량의 소화를 형성한 후에 종자의 성숙과 함께 고사하는 식물이다 (Kang *et al.*, 1995, 1996; Shin *et al.*, 1994). 한방에서 瓦松으로 불리는 바위솔은 녹즙 등의 원료로 전초를 생체 그대로 이용하거나, 가을철 수확하여 양건한 후 간염, 지혈, 습진, 화상 및 항암 조절제로 이용하고 있다 (Shin *et al.*, 1994). 이와 같이 바위솔은 재배하기가 용이할 뿐만 아니라 다양한 효능을 가지고 있기 때문에 생산과 소비는 계속 증가할 것으로 예상된다.

그러나 바위솔은 재배와 효능 측면에서 많은 장점을 가지고

있음에도 불구하고 초기생장이 완만하나 추대가 일어나기 시작하면서 전초 무게가 급격히 증가할 뿐만 아니라 추대된 화서에 형성된 소화의 개화 후에 바로 고사하는 일임성 (monocarpic) 단일식물로 알려져 있다 (Heintze, 1973). 이러한 생육상의 특성 때문에 바위솔은 출하가 10월에 집중되는 특성을 보인다. 따라서 바위솔은 수확 기간이 극히 짧고 이로 인하여 녹즙 등 생체로서 이용이 제한되기 때문에 다양한 형태로 이용되지 못하고 있다. 자연산 바위솔이 일정기간에 한정되어 집중 출하됨으로 인하여 판매단가는 폭락하게 되어 채취 또는 재배 농가는 수익성을 확보할 수 없는 문제점을 안고 있다. 농경지에 인위적으로 바위솔을 재배하는 면적과 이에 따라 재배 농가들도 증가하는 현시점에서는 재배 바위솔은 자연산 바위솔이 출하되는 10월이 아닌 시기에 수확할 수 있는 주년재배 기술을 확립하여야 수익성을 확보할 수 있을 것으로 사료된다.

재배 바위솔의 수익성을 확보하기 위한 주년재배를 위한 연구로는 소화의 개화를 억제하여 고사 시기를 연장하는 방법에

†Corresponding author: (Phone) +82-55-751-5427 (E-mail) jhkang@gnu.ac.kr
Received July 10, 2007 / Accepted August 2, 2007

재료 및 방법

집중되고 있다. 식물의 개화에는 기본영양생장과 관련된 유년기, 일장과 온도의 3가지 요인이 단독 또는 복합적으로 관여하는 것으로 알려져 있다 (Taiz & Zeiger, 2002). 현재까지 바위솔에 관한 연구보고를 요약하면 단일식물인 바위솔은 한계일장이 10~13시간으로 이보다 긴 일장에서는 소화의 개화가 억제되나 (Kang *et al.*, 2005a), Kang 등 (1995, 1996, 1997)은 처리효과 및 비용을 감안할 경우 일장 연장보다는 자정 전후에 가하여지는 2시간 이상의 암기중단 처리가 보다 효과적인 것으로 보고한 바 있다. 따라서 바위솔 주년재배와 관련된 소화의 개화는 유년기 및 온도의 영향을 일부 받을 것으로 예상되나 기존의 연구결과를 종합하여 볼 때 2시간의 암기중단 처리가 가장 효과적인 방법으로 판단된다.

한편 돌나물과 평의비름속 (*Sedum*) 식물은 앞서 설명한 일장보다는 온도가 개화에 미치는 영향이 적은 것으로 알려져 있기 때문에 (Heintze, 1973) 같은 과에 속하는 바위솔도 유사한 반응을 보일 것으로 예상된다. 주년재배 체계를 구축하기 위한 시험에서 Kang *et al.* (2005b)은 8월 하순부터 2시간의 암기중단 처리를 가하면서 온도를 10 또는 20°C 이상으로 가온하여 유지하거나 대조구의 자연상태로 방치할 경우 대조구보다는 10 또는 20°C 이상으로 유지하면 진초 수량은 증가하나 소화는 대조구에서 전체가, 10°C 이상에서는 25% 정도 개화되는 반면, 20°C 이상에서는 전혀 개화되지 않았다고 보고한 바 있다. 따라서 일입성인 바위솔의 출하시기를 조절하기 위해서는 일장연장 또는 암기중단 처리에서도 20°C 이상으로 온도를 유지하여야 소화의 개화를 억제함으로써 출하시기를 조절할 수 있을 것이다.

일장과 온도와 더불어 기본영양생장과 관련된 유년기도 바위솔의 개화에 영향을 미칠 것으로 예측된다. 기본영양생장과 관련된 유년기는 종자춘화형에서 녹체춘화형까지 작물의 종에 따라 상당한 편차를 보이는 것으로 알려져 있으나 (Taiz & Zeiger, 2002), 정식되는 유묘의 크기를 대, 중, 소로 달리하여 매일 2시간의 암기중단 처리를 가한 결과 정식 유묘의 크기가 클수록 진초 수량은 많았으나 소화의 개화는 유묘 크기의 영향을 거의 받지 않는 것으로 보고되고 있다 (Jeon *et al.*, 2006). 이상의 연구를 종합하여 보면 바위솔의 주년재배 체계를 확립하기 위한 소화의 개화는 일장조절과 관련된 암기중단 처리의 영향이 가장 크고, 저온기 재배온도의 영향을 일부 받는 반면, 유년기의 영향은 적다고 할 수 있다. 이와 더불어 Kang *et al.* (1997)은 추대와 소화의 개화는 분리되어 일어나며 2시간의 암기중단 처리시기를 달리함으로써 추대와 소화의 개화를 억제할 수 있다고 하였다. 본 연구는 바위솔의 주년재배 체계를 확립하는 데에 필요한 정보를 얻고자 암기중단 처리시기를 추대전 또는 추대중으로 달리하여 동절기에는 20°C 이상으로 가온하여 동절기 이후까지 바위솔의 생장, 형태 및 개화에 미치는 영향을 조사하고자 실시되었다.

본 연구는 2005년 5월부터 2007년 3월까지 경상대학교 부속농장 온실에서 포트 시험으로 실시되었다. 시험재료는 경남 사천시 사천읍 두랑리 와송농장에서 분양받은 유묘를 이용하였다. 토양과 퇴비 (사천시 융협단협 생산)가 2:1 (v/v)로 혼합된 배합토로 채워진 직경 18 cm의 플라스틱 포트에 2005년도에는 5월 27일, 2006년도에는 5월 29일 pot당 유묘 1개체씩 정식하였다. 각 처리별 100개씩 총 300개의 포트를 완전임의배치법으로 배치하여 유지하다가 첫 시료채취가 이루어진 일장처리 직전에 식물체의 크기가 작거나 큰 것을 제외한 후 비슷한 개체를 골라 10반복으로 재배치하였다. 시험은 빗물이 직접 포트에 떨어지지 않도록 천정만 비닐을 설치하고 측면은 완전히 개방한 비닐 온실에서 수행하였으며, 관수는 2~3일 간격으로 물을 충분히 공급하는 방법으로 행하였으나, 병해충 방제를 위하여 농약을 전혀 살포하지 않았다. 시험기간중의 온도와 일장의 변화는 Fig. 1과 같다. 일중온도는 예년에 비하여 1차 시험이 행하여진 2005년도에는 6월 중·하순, 9월 초·중순, 다음해 1월 중·하순에는 높은 반면, 12월 초·중·순에는 낮았다. 반면 2차 시험이 행하여진 2006년에는 8월 초·중순, 10월 초·중·하순, 2007년 2월 초순 이후에는 높은 것으로 나타났다. 처리를 제외한 기타 시험수행 및 관리는 이미 학계에 보고한 Kang *et al.* (2005a, b)의 방법에 준하여 실시하였다.

바위솔의 출하시기를 조절할 수 있는 주년재배 체계를 확립하고자 기존의 연구결과들을 활용하여 시험을 수행하였다. 선행연구의 결과로는 일입성 식물인 바위솔의 추대와 소화의 개화는 분리되어 일어나기 때문에 암기중단 처리시기가 중요하며 10월 이후 동절기의 유지온도가 소화의 개화에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있어서 (Kang *et al.*, 1995, 1996,

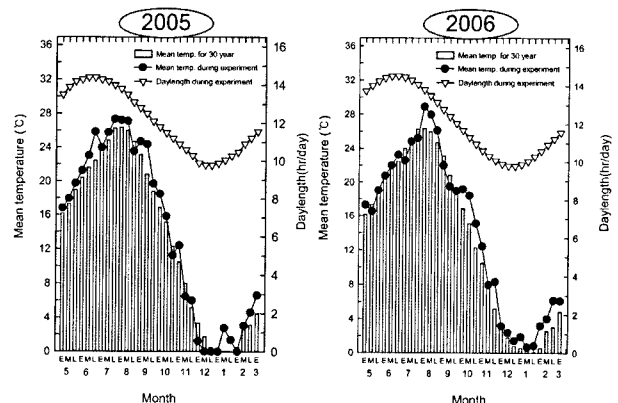


Fig. 1. Meteorological observation during 2-year experimental periods and for 30-year mean temperature. Symbols indicate the means for 10 days and abbreviations in X axis mean E, early; M, middle and L, late of the months.

1997, 2005b) 2005년과 2006년 2회에 걸쳐 시험을 수행하였다. 2차 시험 모두 바위솔의 추대 이전인 6월 10일과 추대기인 8월 25일에 암기중단 처리시기를 달리한 후 선행시험의 결과인 온도가 하강하는 10월부터 재배온도를 20°C 이상으로 유지하면서 (Kang *et al.*, 2005b) 월동 이후인 3월 초순까지 바위솔의 성장과 개화 반응을 추적하였다.

형질조사는 2차에 걸친 시험 모두 일장처리가 가하여진 8월 25일 (0주), 9월 22일 (4주), 10월 20일 (8주), 11월 17일 (12주), 12월 15일 (16주), 1월 12일 (20주), 2월 9일 (24주), 3월 9일 (28주)까지 4주 간격으로 총 8회에 걸쳐 실시하였다. Pot에서 분리된 식물체를 물로 씻어 초장, 화서장, 엽수, 경직경, 소화수 및 개화수를 조사하였는데, 경직경은 지상부 0.5 cm 높이에서 측정하였다. 엽수에는 암기중단 처리로 인하여 소화가 개화되지 않음으로서 화서에 형성되는 포엽의 발달이 현저하여 포엽도 포함시켰다. 소화수는 개화 유무에 관계없이 육안으로 식별이 가능한 소화 전체를, 개화수는 화판이 전개된 것을, 개화개체 비율은 1개 이상 소화가 개화된 개체를 전체에 대한 비율로 표시하였다. 이상의 형질들을 조사한 후 엽과 포엽, 소화, 화서줄기를 포함한 줄기 및 뿌리로 분리하여 75°C에서 120시간 건조하여 각 부위의 건물중으로 표시하였다.

결과 및 고찰

추대 및 소화의 개화를 억제할 수 있는 2시간의 암기중단 처리를 추대전인 6월 10일과 추대중인 8월 25일로 처리시기를 달리한 후 동절기에도 20°C 이상으로 가온재배하면서 동절기 이후인 3월 9일까지 바위솔의 성장, 형태 및 개화에 미치는 영향을 조사한 결과로는 개체의 고사와 관련된 개화개체 비율이 2005년 5월부터 2006년 3월까지 수행된 1차 시험에서는 10%였던 반면, 2006년 5월부터 2007년 3월까지 수행된 2차 시험에서는 20% 정도의 차이를 보인 것을 제외하고는 성장, 형태 등에서는 유사한 결과를 보였다. 설명의 중복을 피하고자 1차 시험에서 확보된 월동기 이후까지의 형태, 성장 및 개화와 관련된 형질을 중심으로 시험 결과를 서술하였다.

바위솔은 추대 및 소화의 개화는 분리하여 일어나며 8월 중·하순 이전에 암기중단 처리하여야 소화의 개화가 없다는 Kang *et al.* (1997)의 보고로부터 6월 10일과 8월 25일로 암기중단 처리시기를 달리한 후 월동기에는 20°C 이상으로 가온재배하면서 3월 초순까지 조사된 바위솔의 초장, 화서장, 엽과 포엽수 및 경직경의 경시적 변화는 Fig. 2와 같다. 추대전인 6월 10일 암기중단 처리한 것에 비하여 추대중인 8월 25일 암기중단 처리시 초장, 화서장, 포엽을 포함한 엽수, 경직경 모두 조사기간 내내 길거나, 많고, 굵었으며 월동 이후인 3월 초순으로 갈수록 그 차이는 커지는 것으로 조사되었다. 따라서 암기중단 처리의 빠르고 늦음이 월동기 이후까지 영향을 미친

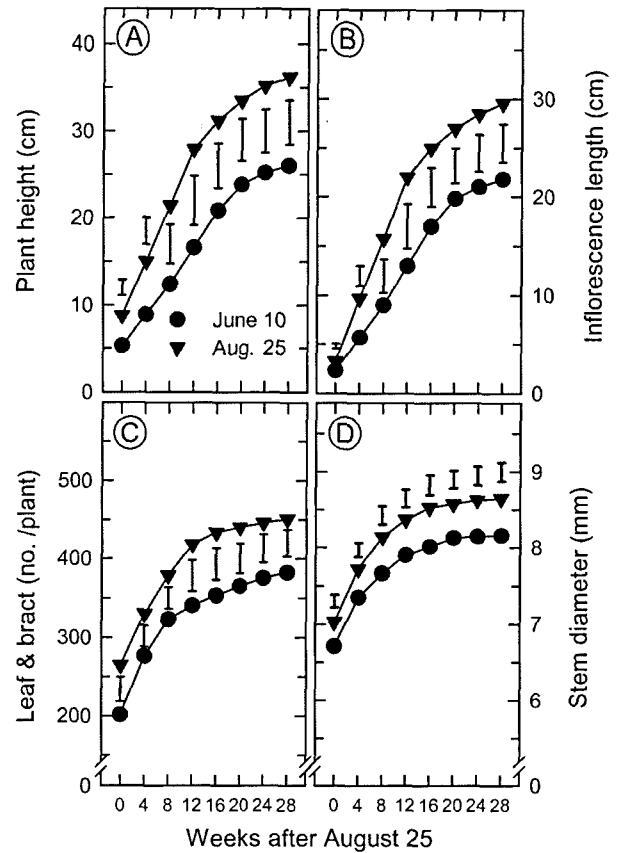


Fig. 2. Year-round cultivation of *Orostachys japonicus* A. Berger using night-break treatment and heating. Plant height (A), inflorescence length (B), number of leaves and bracts (C) and stem diameter (D) affected by night-break timing and growth period from May, 2005 to March, 2006. Vertical or non-vertical bars represent LSD.05 or non-significant difference for the same week after Aug. 25, respectively.

다고 할 수 있다.

한편 6월 10일과 8월 25일로 암기중단 처리시기를 달리하여 3월 초순까지 조사된 바위솔의 개체당 부위별, 지상부 및 전체 건물중의 경시적 변화는 Fig. 3과 같다. 엽과 포엽중, 화서중, 경중, 근중, 지상부중, 전체 건물중은 추대가 일어나기 전인 6월 10일 암기중단 처리하는 것보다는 추대중인 8월 25일 암기중단 처리하는 것에서 많은 것으로 나타났고 이러한 경향은 월동이 끝나는 3월 초순까지도 지속되는 것으로 나타났다. 소화의 개화 억제로 바위솔의 출하시기를 조절할 수 있다 하여도 바위솔은 전초로 판매되기 때문에 전초 생산량이 많아야 수익성을 높일 수 있다. 따라서 전초 수량은 추대가 이루어져야 급격히 증가한다는 기존의 연구결과 (Kang *et al.*, 1995, 1996, 1997)와 암기중단 처리시기에 따라 전초 수량에는 상당한 차이를 보인 이상의 시험결과로부터 소화의 개화 억제로 출하시기를 조절할 경우 암기중단 처리의 중단을 통하여 어느 정도 추대가 진행되도록 유도하여야 수익성과 관련된

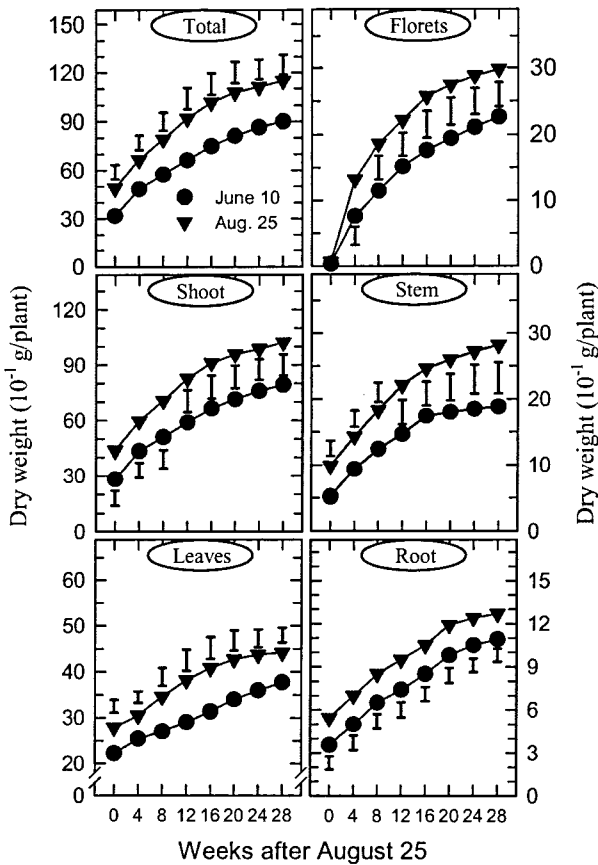


Fig. 3. Year-round cultivation of *Orostachys japonicus* A. Berger using night-break treatment and heating. Total fraction dry weights affected by night-break timing and growth period from May, 2005 to March, 2006. Vertical or no-vertical bars represent LSD.05 or non-significant difference for the same week after Aug. 25, respectively.

전초 수량을 높일 수 있을 것으로 판단된다. 이와 더불어 바위솔 생장은 암기중단 처리시간에 차이가 있다고 할지라도 월동 중에는 생장이 둔화되며 하위엽의 일부가 고사되고, 이로 인한 품질 손상과 가온으로 인한 경제적 손실을 만회할 수 있는가에 대하여는 추후 경제성 분석이 필요할 것으로 판단된다.

6월 10일과 8월 25일로 암기중단 처리시기를 달리하여 3월 초순까지 조사된 개체당 소화수와 개화수의 경시적 변화는 Fig. 4와 같다. 화서에 형성된 소화수는 암기중단 처리가 가하여진 8월 25일 (0주)에서는 처리간 차이가 없었으나 조사가 시작된 4주 이후부터는 추대가 일어나기 전인 6월 10일부터 암기중단 처리를 가한 처리에서 적었으며, 이러한 경향은 월동기 이후까지 지속되는 것으로 조사되었다 (Fig. 4 (A)). 그러나 화서에 형성된 소화는 자정 전후 2시간의 암기중단 처리를 가하여도 추대가 일어난 8월 25일부터 암기중단 처리를 가할 경우 3월 초순에는 화서에 형성된 소화의 일부가 개화되었으며 (Fig. 4 (B)), 소화의 개화로 인하여 고사할 수 있는 개

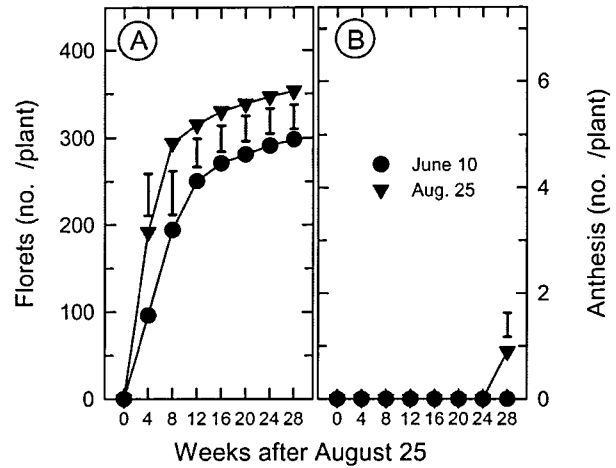


Fig. 4. Year-round cultivation of *Orostachys japonicus* A. Berger using night-break treatment and heating. Total florets (A) and their anthesis (B) affected by night-break timing and growth period from May, 2005 to March, 2006. Vertical or no-vertical bars represent LSD.05 or non-significant difference for the same week after Aug. 25, respectively.

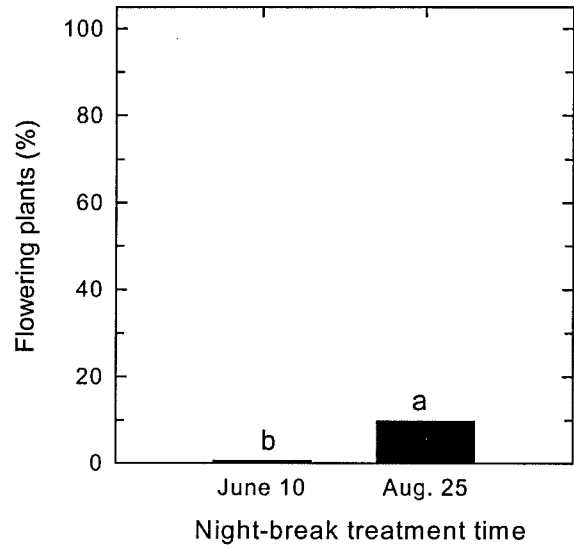


Fig. 5. Year-round cultivation of *Orostachys japonicus* A. Berger using night-break treatment and heating. Flowering rate affected by night-break timing in 2005. Vertical having different letters are significantly different by LSD.05.

화개체 비율이 10% 정도에 해당되는 것으로 조사되었다 (Fig. 5). 8월 15일부터 자정 전후 2시간의 암기중단 처리를 가할 경우 자연상태에서는 온도가 낮은 10월부터 소화의 형성이 급격히 일어나고 소화의 일부가 개화된다는 기존 연구결과 (Kang *et al.*, 1997)와는 달리 본 시험에서는 암기중단 처리 뿐만 아니라 가온으로 인하여 소화의 개화는 현저히 지연된다고 할 수 있다. 따라서 바위솔은 추대가 일어나기 전인 6월, 넓게는 7월 이전에 암기중단 처리를 가하고 월동기간 중에는

20℃ 이상으로 온도를 유지한다면 3월 초순까지도 소화의 개화가 일어나지 않아 개화 후에 고사하는 개체가 없을 것으로 평가되기 때문에 본 연구에서 추구하였던 바위솔의 주년재배는 가능할 것으로 예상된다. 그러나 이러한 재배방법이 바위솔의 기능성 성분 함량에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있기 때문에 (Jang *et al.*, 2005) 위솔의 출하시기를 조절할 수 있는 상기 주년재배 방법이 농가에 보급되기 전에 약리성분의 변화가 먼저 탐색되어야 할 것이다.

적 요

재배 바위솔은 10월경에 집중되는 자연산 바위솔의 출하시기를 피하여야 수익을 높일 수 있다. 본 연구는 바위솔의 출하시기를 조절할 수 있는 주년재배에 대한 정보를 확보하고자 추대전인 6월 10일과 추대가 시작되는 8월 25일로 암기중단 처리시기를 달리한 후 동절기 20℃ 이상으로 가온재배하면서 동절기 이후인 3월 9일까지 바위솔의 생장, 형태 및 개화에 미치는 영향을 조사하였던바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 초장, 화서장, 엽과 포엽수 및 경직경은 6월 10일 암기중단 처리하는 것보다는 추대중인 8월 25일 암기중단을 처리할 경우 길고 많거나 굵어지는 경향을 보였다.
2. 엽과 포엽중, 소화중, 경중, 근중, 지상부중, 전체건물중도 6월 10일 암기중단 처리하는 것보다는 추대중인 8월 25일 암기중단 처리할 경우 많았다.
3. 화서에 형성되는 소화수도 6월 10일 암기중단 처리하는 것보다는 추대중인 8월 25일 암기중단 처리할 경우 많았던 반면, 소화의 개화는 8월 25일 암기중단 처리할 경우에만 3월 초순에 관찰되었다.
4. 고사와 관련된 3월 초순의 개화개체 비율은 8월 25일 암기중단 처리할 경우에만 10~20% 정도인 것으로 조사되어 추대전 암기중단 처리를 가함과 동시에 동절기 20℃ 이상으로 유지한다면 바위솔의 주년재배는 가능할 것으로 나타났다.

사 사

본 논문은 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구비 지원으로 수행된 연구 결과의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

LITERATURE CITED

- Heintze W (1973) Influence of photoperiod and temperature on flowering of *Sedum bellum*. Acta Hort. 31:57-62.
- Jang SH, Kang DM, Kang JH, Park JC, Lee SG, Shin SC (2005) Changes in flavonol glycoside contents of *Orostachys japonicus* A. Berger according to cultivation conditions. Korean J. Medicinal Crop Sci. 13(6):250-254.
- Jeon SH, Hong DO, Lee CH, Kim HY, Shin SC, Kang JH (2006) Growth and flowering of *Orostachys japonicus* A. Berger by transplanted seedling size. Korean J. Medicinal Crop Sci. 14(3):153-157.
- Kang JH, Jeon SH, Yoon SY, Hong DO, Shin SC (2005a) Growth and flowering of *Orostachys japonicus* A. Berger by controlling daylengths. Korean J. Medicinal Crop Sci. 13(3): 114-117.
- Kang JH, Jeon SH, Yoon SY, Hong DO, Shin SC (2005b) Effect of different temperatures on growth and flowering of *Orostachys japonicus* A. Berger. Korean J. Medicinal Crop Sci. 13(4):186-189.
- Kang JH, Park JS, Kim JW (1995) Effect of long-day and night-break treatments on growth and anthesis of *Orostachys japonicus* A. Berger. Korean J. Crop Sci. 40(5):600-607.
- Kang JH, Ryu YS, Cho BG (1996) Effect of night-break period on growth and anthesis of *Orostachys japonicus*. Korean J. Crop Sci. 41(2):236-242.
- Kang JH, Ryu YS, Kang SY, Shim YD, Kim DI (1997) Effect of night-break timing on growth, bolting and anthesis of *Orostachys japonicus*. Korean J. Crop Sci. 42(5):597-603.
- Shin DY, Lee YM, Kim HJ (1994) Anatomy and artificial seed propagation in anti-cancer plant *Orostachys japonicus* A. Berger. Korean J. Crop Sci. 39(2):146-157.
- Taiz L, Zeiger E (2002a) The Control of Flowering. p. 559-590. In L. Taiz and E. Zeiger (ed.). Plant physiology (3rd ed.). Sinauer Associate Inc., 23 Plumtree Road/PO Box 407, Sunderland, MA 01375, USA.