

인산과 카리 시비량에 따른 바위솔의 생장과 개화

이창우* · 김홍영* · 전승호* · 신성철** · 강진호****†

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

Growth and Flowering of *Orostachys japonicus* A. Berger as Affected by Phosphorus and Potassium Fertilization

Chang Woo Lee*, Hong Young Kim*, Seung Ho Jeon*, 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 : Shoot weight of *Orostachys japonicus* should determine its profitability. The study was done to determine the effect of phosphorus and potassium fertilization (0, 5, 10, 20 kg P₂O₅ or K₂O /1000 m²) on its growth, morphological characters, and flowering. Night-break treatment of 2 hours at midnight were done since Aug. 25 when afterward samples were taken every 4 weeks to Nov. 16. Growth, morphological and flowering related characters were measured from each sample. Plant height, inflorescence length, number of leaves including bracts and stem diameter were increased with increased P and K levels. Leaf and bract, floret, shoot and total dry weights showed similar response to the above morphological characters although P fertilization more increased them than K fertilization. Florets were more formed with increased P and K levels but were not flowered due to the night-break treatment, meaning that P and K fertilization had little effect on anthesis of the florets formed.

Key Words : *Orostachys japonicus*, P and K fertilization, 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 총상기침형의 다육질로 자색~녹색을 띠며, 9월에 추대하기 시작하여, 6~15 cm의 총상화서와 그 옆액에 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.

이와 같이 바위솔은 재배와 효능 측면에서 많은 장점을 가지고 있음에도 불구하고 추대 후 화서에 형성된 소화가 개화

하면서 고사하는 일임성 (monocarpic) 단일식물로 알려져 있다 (Heintze, 1973; Kang *et al.*, 1995). 이러한 생육상의 특성 때문에 자연산 및 재배 바위솔 모두 10월에 출하가 집중되는 특성을 보인다. 따라서 바위솔은 수확 기간이 극히 짧고 이로 인하여 녹즙 등 생체로서 이용이 제한되기 때문에 가격이 폭락하여 재배 농가는 수익성을 확보할 수 없는 문제점을 안고 있다. 최근 이를 극복하고자 자연산이 출하되지 않는 시기에 재배 바위솔이 출하될 수 있도록 주년재배와 관련된 연구 결과가 보고되고 있다 (Lee *et al.*, 2007a). 일임성인 바위솔의 주년재배와 관련된 개화조절은 기본영양생장과 관련된 유년기, 온도와 일장의 3가지 요인이 단독 또는 복합적으로 관여하는 것으로 알려져 있다 (Taiz & Zeiger, 2002). 현재까지 바위솔의 주년재배 구축을 위한 개화조절의 연구결과를 종합하면 정식 시기 및 유묘크기 등 기본영양생장과 관련된 요인보다는 일장과 온도의 영향이 크게 받으며, 6월부터 2시간의 암기중단 처리를 가하면서 10월 이후에는 20°C 이상 가온할 경우 3월 초순까지도 소화의 개화 없이 유지가 가능한 것

†Corresponding author: (Phone) +82-55-751-5427 (E-mail) jhkang@gnu.ac.kr
Received January 3, 2008 / Revised January 17, 2008 / Accepted February, 13, 2008

으로 요약된다 (Jeon *et al.*, 2006; Kang *et al.*, 1995, 1996, 1997, 2005a, 2005b; Lee *et al.*, 2007a, 2008). 따라서 자연산 바위솔이 출하되는 시기를 피하여 재배 바위솔을 출하할 수 있는 방법이 설정됨으로서 홍수출하로 인한 가격하락은 피할 수 있을 것으로 예상된다.

바위솔은 전초무게로 판매되고 있다. 재배 바위솔은 앞에서 설명한 바와 같이 자연산이 홍수 출하되는 시기를 피하여 출하되어야 할 뿐만 아니라 전초수량도 많아야 재배농가의 수익도 개선될 것이다. 일반 작물의 전초수량을 높일 수 있는 가장 일반적인 방법은 토양에서 가장 부족하기 쉬운 질소, 인산 및 칼리 시비라 할 수 있다 (Marschner, 1995). 그러나 CAM 식물인 바위솔은 질소 시비량을 증가시키면 생장이 부진할 뿐만 아니라 고사 개체수도 많아져 전초수량이 오히려 감소되는 것으로 보고되고 있다 (Lee *et al.*, 2007b). 일반 작물에서 인산과 칼리도 질소와 같이 시용시 생장을 촉진하여 전초수량을 높이는 것으로 알려져 있으나 (Lee *et al.*, 2002; Marschner, 1995) 바위솔에 대한 인산과 칼리의 시비 효과에 대하여는 보고된 바 없다. 그러므로 본 연구는 수익성과 관련된 바위솔의 전초수량을 높이는 데 필요한 정보를 제공하고자 전보 (Lee *et al.*, 2007b)의 질소 시비량 시험에 이어 인산과 칼리의 시비량이 바위솔의 생장, 형태와 소화의 개화에 미치는 영향을 조사하고자 실시되었다.

재료 및 방법

본 연구는 2006년 5월부터 11월까지 경상대학교 부속농장 온실에서 포트 시험으로 실시되었다. 시험재료는 경남 사천시 사천읍 두량리 외송농장에서 분양받은 유묘를 이용하였다. 토양과 퇴비 (사천시 용협단협 생산, 유기물 >25%, 유기물 대 질소비 <50%, 염분 <1.0%, 수분 <55%)가 2:1 (v/v)로 혼합된 배합토로 채워진 직경 18 cm의 플라스틱 포트에 2004년 5월 29일 pot당 유묘 1개체씩 정식하였다. 각 처리별 100개씩 총 400개의 포트를 완전임의배치법으로 배치하여 유지하다가 암기중단 처리 및 첫 시료채취가 이루어진 8월 25일 전날에 식물체의 크기가 작거나 큰 것을 제외한 후 비슷한 개체를 골라 10반복으로 재배치하였다. 빗물이 직접 포트에 떨어지지 않도록 천정만 비닐을 설치하고 측면은 완전히 개방하여 수행된 시험에서 관수는 2~3일 간격으로 물을 충분히 공급하는 방법으로 행하였으나, 병해충 방제를 위하여 농약을 전혀 살포하지 않았다. 시험기간중의 기상은 전보 (Lee *et al.*, 2007b)에서 제시한 바와 같으며, 일중온도는 예년에 비하여 8월 초·중순, 10월, 11월 초순에는 높은 반면, 9월 초·중순에는 낮은 것으로 나타났다. 처리를 제외한 기타 시험수행 및 관리는 이미 학계에 보고한 Kang *et al.* (2005a, b)의 방법에 준하여 실시하였다.

인산과 칼리 시비량이 바위솔의 생장에 미치는 영향을 파악하고자 인산 (P₂O₅)과 칼리 (K₂O) 시험 모두 2005년 5월 27일 정식된 pot에 대조구로 무비구, 10a당 5, 10, 20 kg의 4개 처리로 시비량을 달리 처리한 후 수행되었다. 한편 바위솔은 단일조건에서 소화의 개화가 이루어져 고사하기 때문에 이를 방지하고자 8월 25일부터 시험이 종료될 때까지 매일 23시부터 익일 1시까지 2시간 동안 약 45 μmol m⁻² s⁻¹의 광도로 백열등을 이용하여 암기중단 (night-break) 처리를 가하였다.

형질조사는 일장처리가 가하여진 8월 25일 (0주), 9월 22일 (4주), 10월 18일 (8주), 11월 16일 (12주)까지 4주 간격으로 총 4회에 걸쳐 실시되었다. Pot에서 분리된 식물체를 물로 씻은 후 초장, 화서장, 엽수, 경직경, 소화수 및 개화수를 조사하였는데, 경직경은 지상부 0.5 cm 높이에서 측정하였다. 엽수는 암기중단 처리로 인하여 소화가 개화되지 않아 화서에 형성되는 포엽이 현저히 발달되어 엽과 형태가 유사하기 때문에 포엽을 포함시켜 조사하였다. 소화수는 개화 유무에 관계없이 육

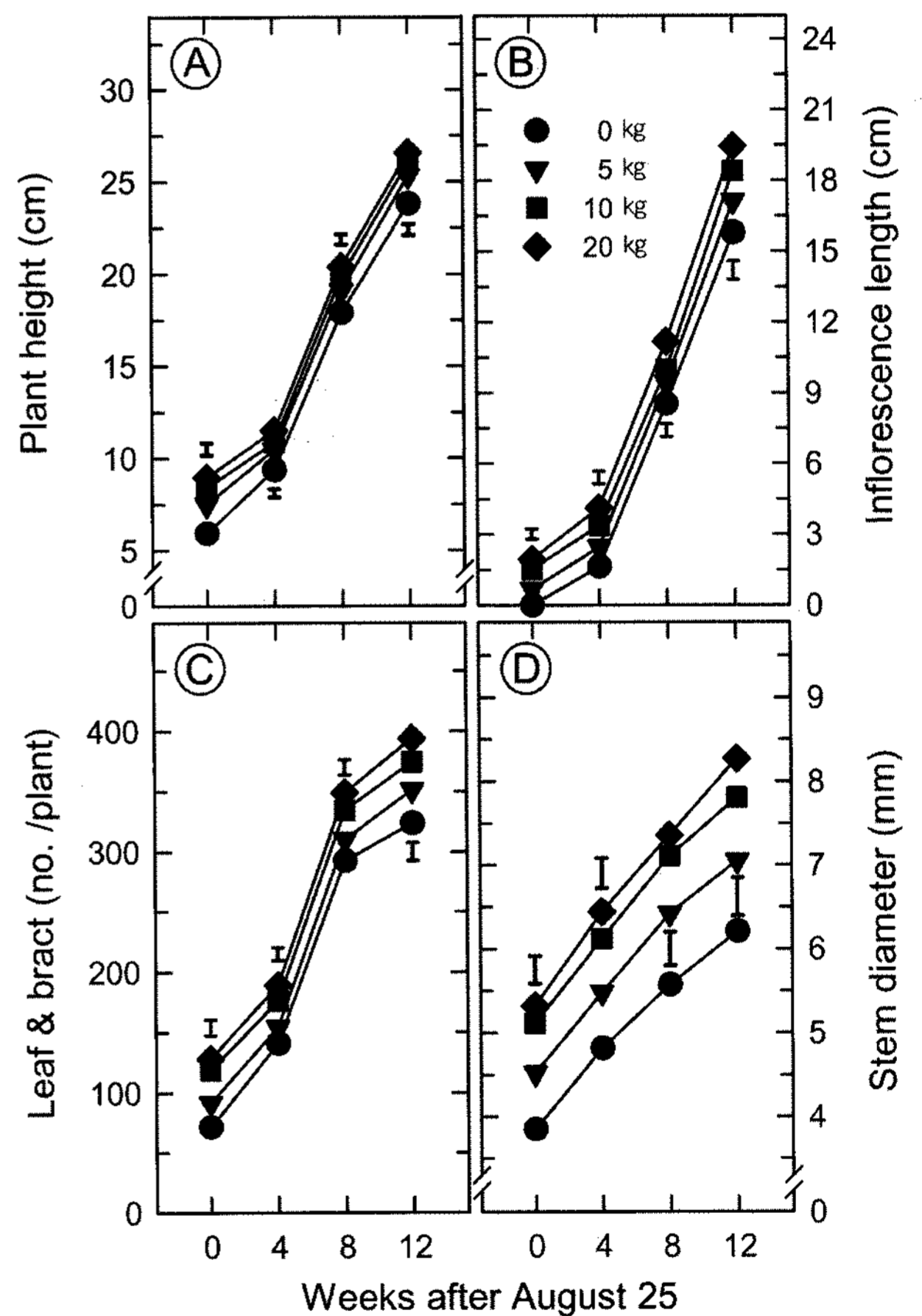


Fig. 1. Effect of phosphorus fertilization on plant height (A), inflorescence length (B), number of leaves and bracts (C) and stem diameter (D) of *Orostachys japonicus*. Vertical or non-vertical bars represent LSD.05 or non-significant difference for the same week after Aug. 25, respectively.

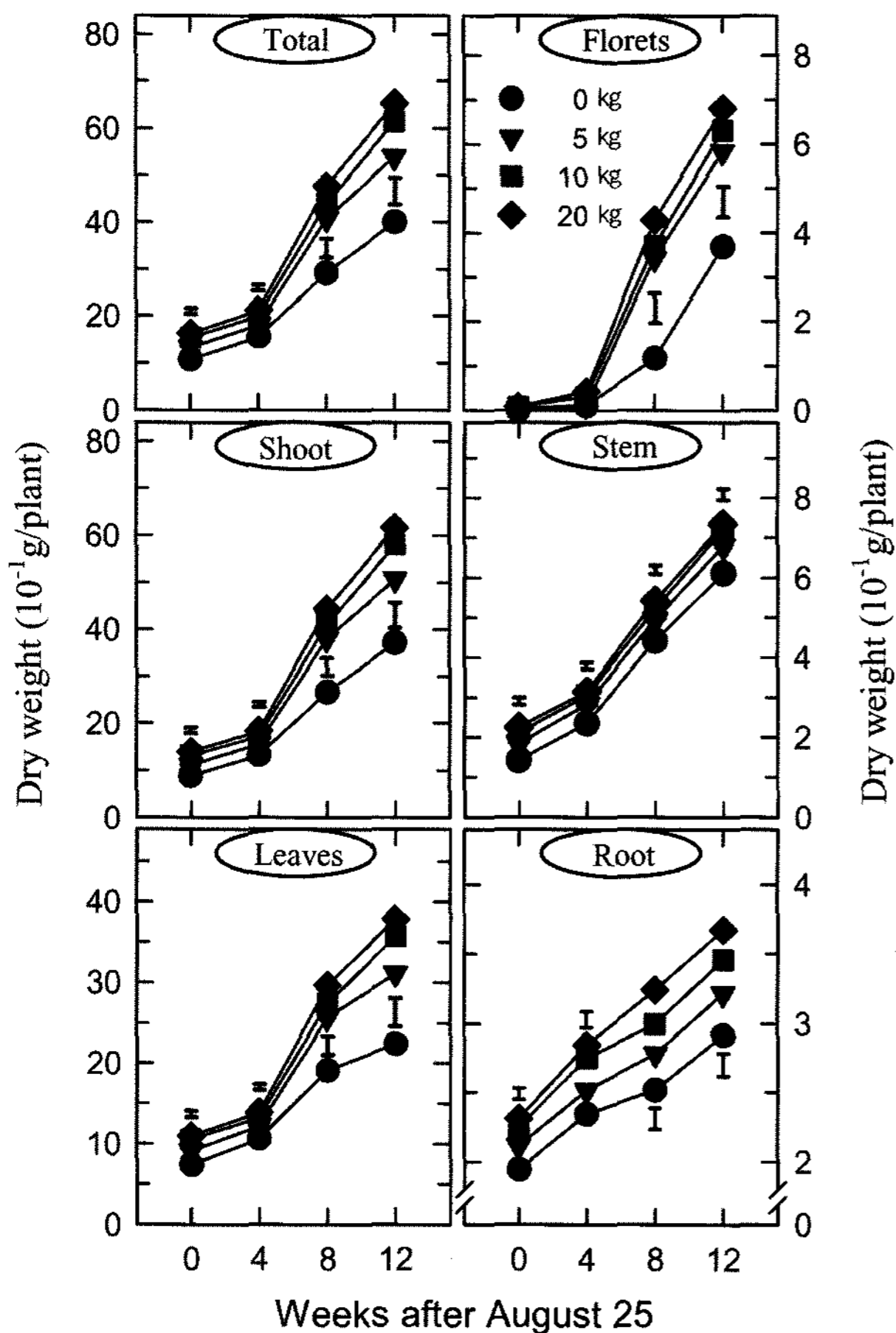


Fig. 2. Effect of phosphorus fertilization on total fraction dry weights of *Orostachys japonicus* A. Berger. Vertical or no-vertical bars represent LSD.05 or non-significant difference for the same week after Aug. 25, respectively.

안으로 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

1. 인산 시비량에 따른 반응

인산 시비량에 따른 바위솔의 초장, 화서장, 엽과 포엽수 및 경직경의 경시적 변화는 Fig. 1과 같다. 초장, 화서장, 포엽을 포함한 엽수, 경직경 모두 인산 시비량이 증가될수록 증가하였으나, 증가의 정도는 경직경에서 가장 큰 것으로 조사되었다.

한편 인산 시비량에 따른 바위솔의 개체당 부위별, 지상부 및 전체 건물중의 경시적 변화는 Fig. 2와 같다. 포엽을 포함한 엽중, 소화중, 경중, 근중, 전초 무게인 지상부중, 전체건물중 모두 그 차이는 적다고 할지라도 인산 사용량이 증가될수

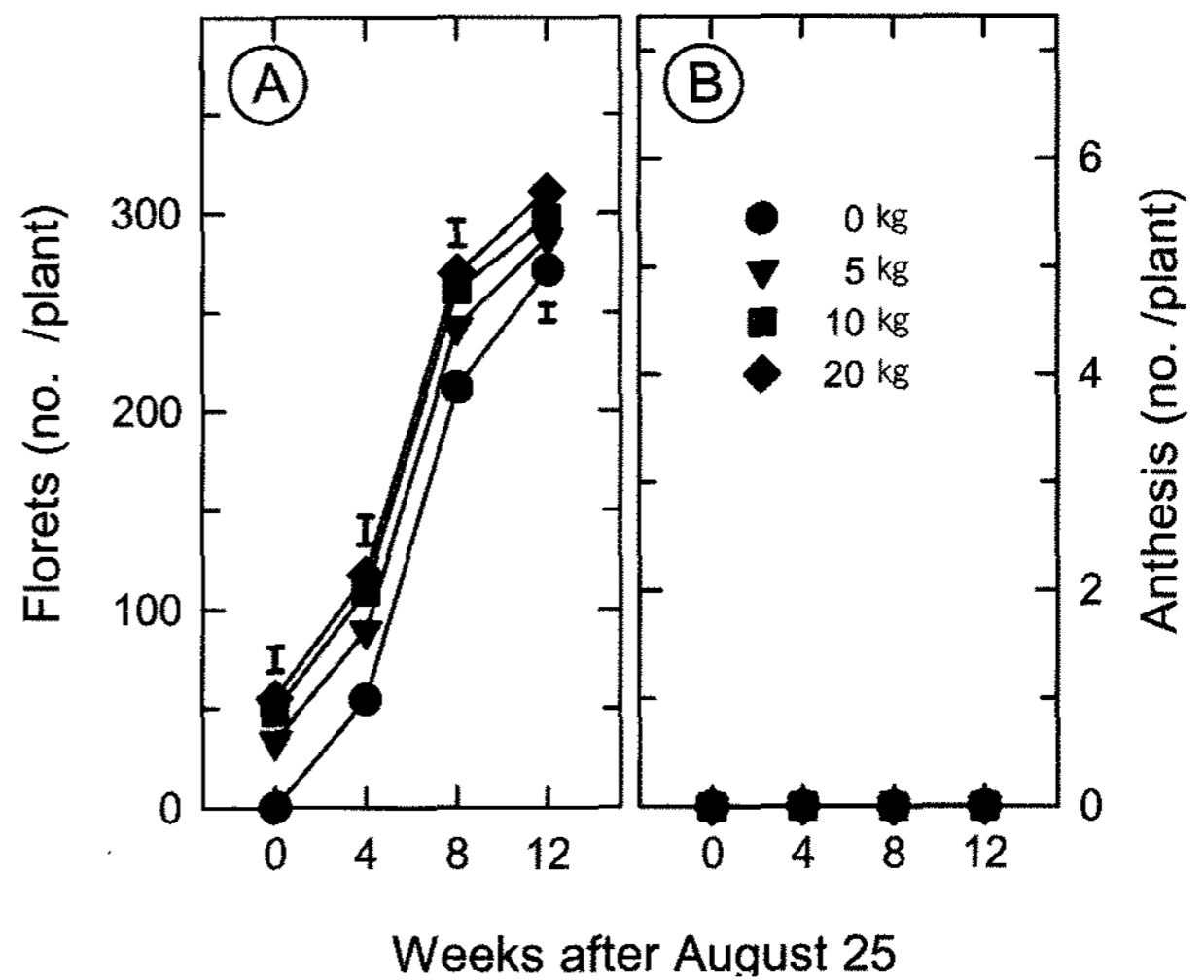


Fig. 3. Effect of phosphorus fertilization on number of total florets (A) and their anthesis (B) of *Orostachys japonicus* A. Berger. Vertical or no-vertical bars represent LSD.05 or non-significant difference for the same week after Aug. 25, respectively.

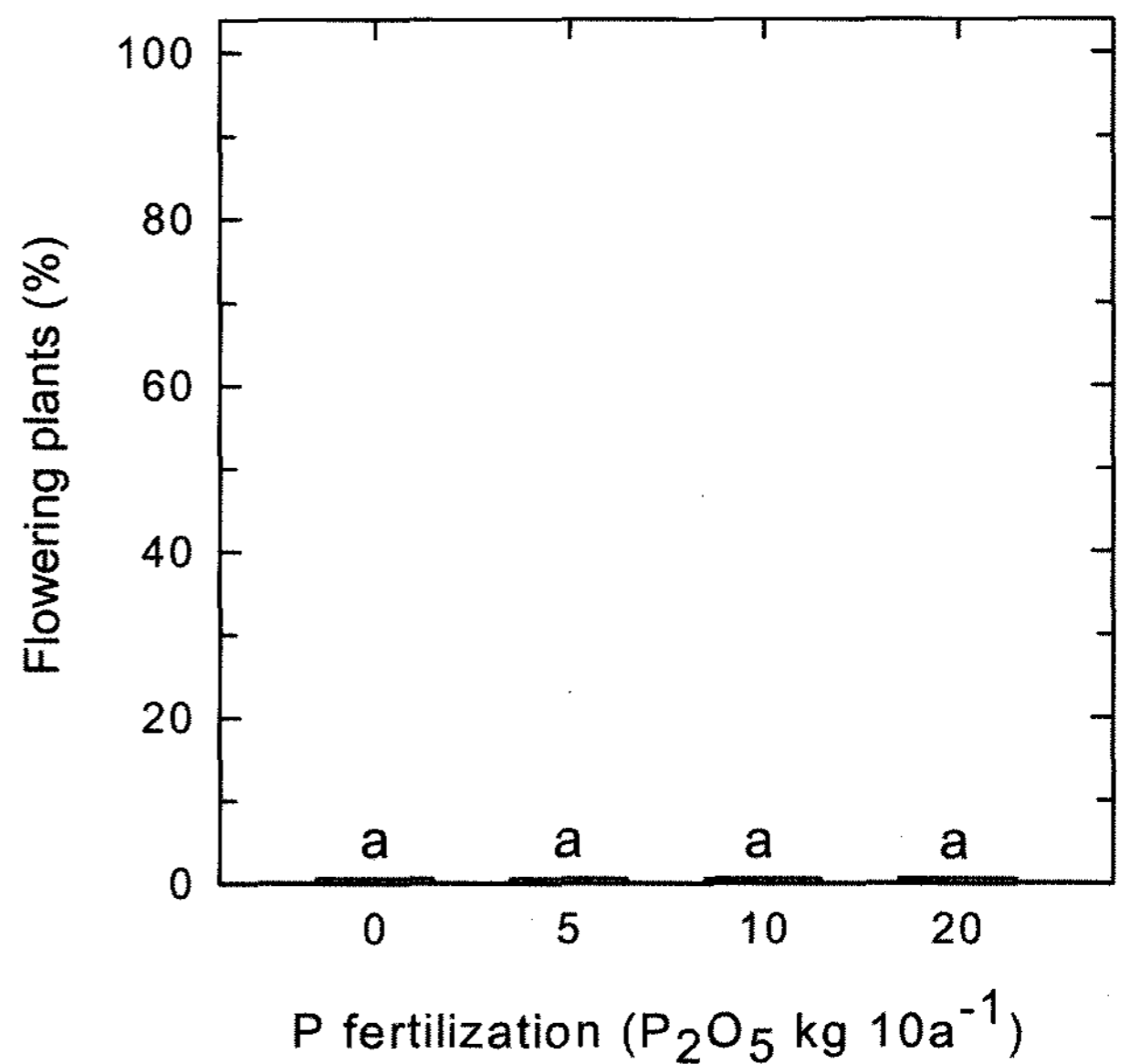


Fig. 4. Effect of phosphorus fertilization on flowering rate of *Orostachys japonicus* A. Berger. Bars having same letters within the treatments are not significantly different by LSD.05.

록 증가하는 경향이었으나, 생육 후반의 수확기인 조사 8주 또는 12주 후에는 인산을 사용하지 않은 것에 비하여 인산을 사용할 경우 전초 수량과 관련된 포엽을 포함한 엽중과 소화중의 증가로 지상부중이 현저히 증가되는 것으로 조사되었다.

인산 시비량에 따른 바위솔의 개체당 소화수와 개화수의 경시적 변화와 개화개체 비율은 Fig. 4 및 5와 같다. 화서에 형성된 소화수도 시간이 경과할수록 현저히 증가되었으며, 인산

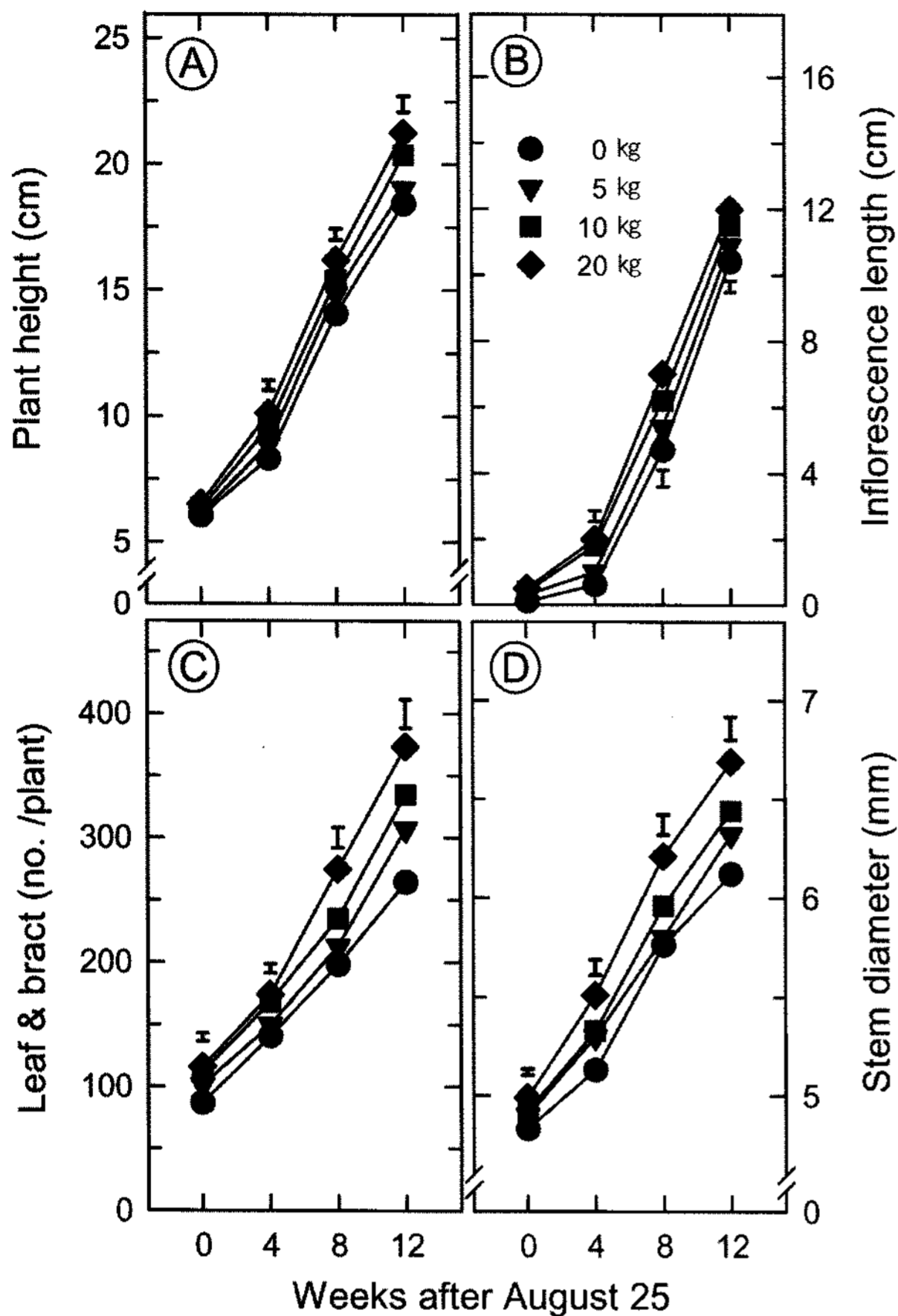


Fig. 5. Effect of potassium fertilization on plant height (A), inflorescence length (B), number of leaves and bracts (C) and stem diameter (D) of *Orostachys japonicus* A. Berger. Vertical or non-vertical bars represent LSD.05 or non-significant difference for the same week after Aug. 25, respectively.

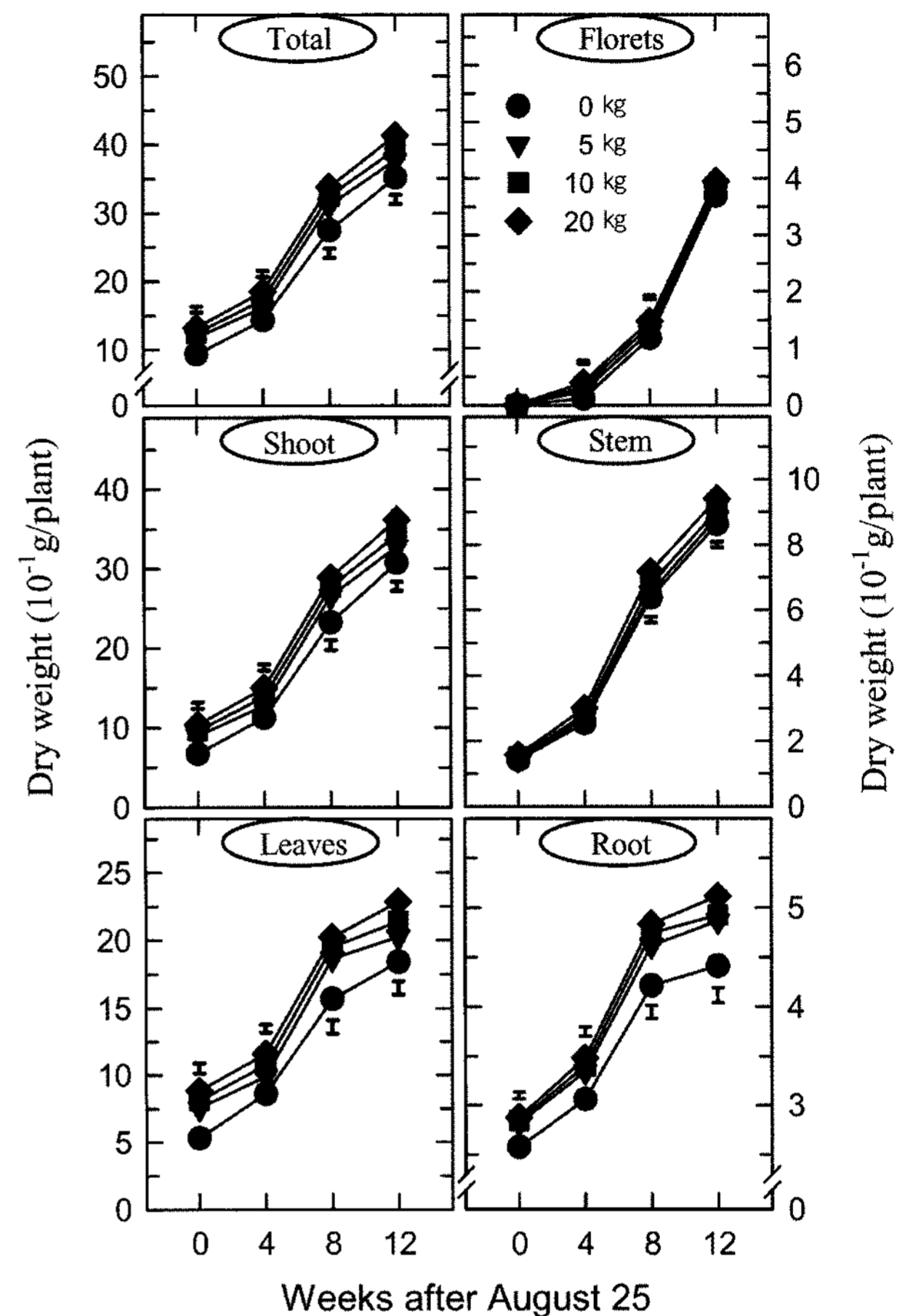


Fig. 6. Effect of potassium fertilization on total fraction dry weights of *Orostachys japonicus* A. Berger. Vertical or non-vertical bars represent LSD.05 or non-significant difference for the same week after Aug. 25, respectively.

시비량이 증가될수록 증가하는 경향을 보였으나 (Fig. 3A), 화서에 형성된 소화는 추대가 시작되는 8월 25일부터 가하여진 2시간의 암기중단 처리로 인하여 시험기간 내내 개화되지 않았다 (Fig. 3B). 이와 더불어 개화된 개체도 전혀 없기 때문에 (Fig. 4) 소화의 개화와 개화개체 비율은 질소 시비 시험의 결과와 같이 (Lee et al., 2007b) 인산 시비에 따른 영향도 전혀 받지 않는다고 할 수 있다. 따라서 인산 시비량의 많고 적음이 형성된 소화의 개화에 미치는 영향이 거의 없다고 할지라도 전초수량은 시비량을 증대시킬수록 감소하는 질소 시용과는 달리 인산 시용으로 증대되기 때문에 바위솔을 함량에 차이를 보인다는 연구결과 (Jang et al., 2005, 2006; Lee et al., 2007b)로부터 인산 시용이 함유성분에 미치는 영향도 추후 면밀히 추적되어야 할 것으로 사료된다.

2. 카리 시비량에 따른 반응

카리 시비량에 따른 바위솔의 초장, 화서장, 엽과 포엽수 및

경직경의 경시적 변화는 Fig. 5와 같다. 초장, 화서장, 포엽을 포함한 엽수, 경직경 모두 카리 시비량이 증가될수록 증가하였으나, 앞서 설명한 바와 같이 인산 시비량을 증가시키기에 따라 증가되는 정도보다는 작은 것으로 나타났다.

한편 카리 시비량에 따른 바위솔의 개체당 부위별, 지상부 및 전체 건물중의 경시적 변화는 Fig. 6과 같다. 카리 시비량에 따른 소화중과 경중은 차이가 거의 없거나 아주 작았던 반면, 카리를 사용하지 않은 것에 비하여 카리를 시비할 경우 포엽을 포함한 엽중과 근중이 증가되어 전초 무게인 지상부중과 전체건물중이 증가되는 경향을 보였다.

카리 시비량에 따른 바위솔의 개체당 소화수와 개화수의 경시적 변화와 개화개체 비율은 Fig. 7 및 8과 같다. 화서에 형성된 소화수는 생육 후반부로 갈수록 현저히 증가되었고, 카리 시비량을 증가시키면 증가하는 것으로 조사되었다 (Fig. 7A). 그러나 화서에 형성된 소화는 추대가 시작되는 8월 25일부터 가하여진 2시간의 암기중단 처리로 인하여 조사기간

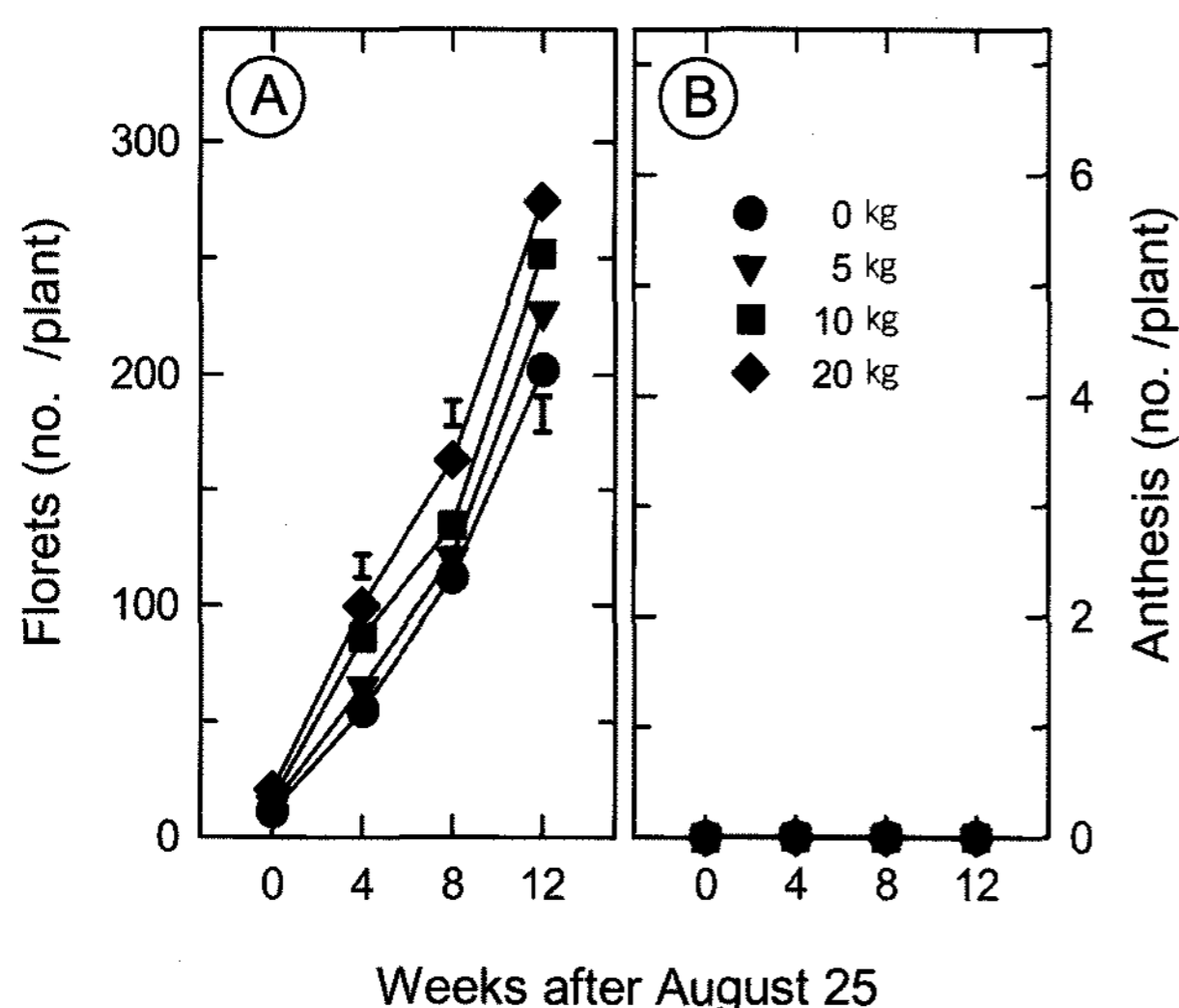


Fig. 7. Effect of potassium fertilization on number of total florets (A) and their anthesis (B) of *Orostachys japonicus* A. Berger. Vertical or no-vertical bars represent LSD.05 or non-significant difference for the same week after Aug. 25, respectively.

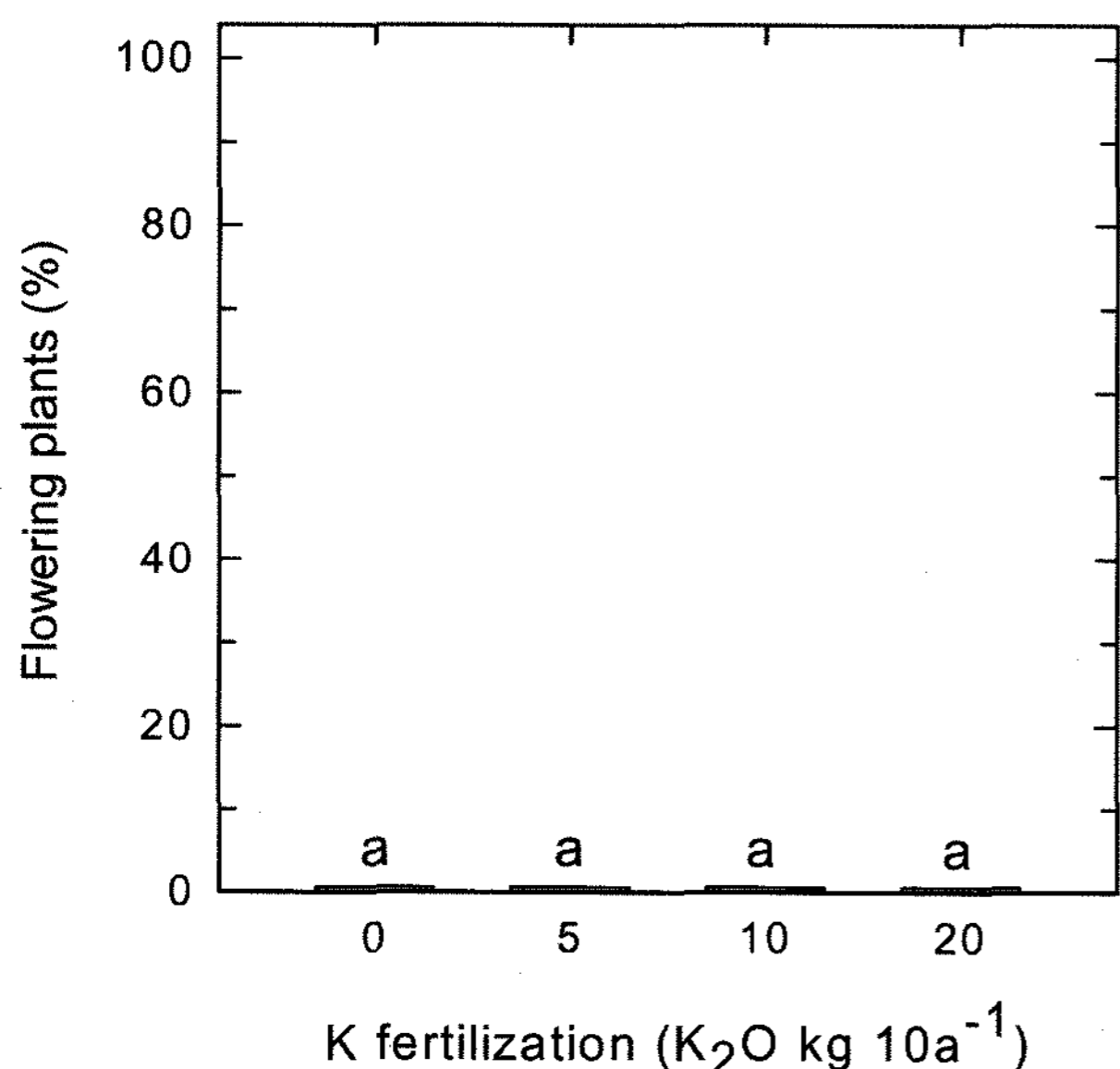


Fig. 8. Effect of potassium fertilization on flowering rate of *Orostachys japonicus* A. Berger. Bars having same letters within the treatments are not significantly different by LSD.05.

내내 개화되지 않았다 (Fig. 7B). 이와 더불어 개화된 개체도 전혀 없기 때문에 (Fig. 8) 소화의 개화와 개화개체 비율은 질소 (Lee et al., 2007b) 및 상기 인산 시비 시험의 결과와 같이 카리 시비량에 전혀 영향을 받지 않는다고 할 수 있다. 따라서 카리 시비량의 많고 적음이 형성된 소화의 개화에 미치는 영향이 거의 없을 뿐만 아니라 카리 시비가 바위솔의 생장

에 미치는 영향도 미미하기 때문에 추후 카리질 비료의 사용량에 따른 바위솔의 약리성분에서 차이가 있는지를 구명하여야 카리 시비 유무와 시비량이 결정될 것으로 사료된다.

적 요

바위솔은 홍수출하와 관련된 일년생 식물이라 할지라도 전초로 이용되기 때문에 전초수량으로 수익성이 결정된다. 본 연구는 전초수량을 증대시키는데 필요한 정보를 제공하고자 인산 (P₂O₅)과 카리 (K₂O)의 시비량 (0, 5, 10, 20 kg / 10a)이 바위솔의 생장과 소화의 개화에 미치는 영향을 추적하고자 8월 25일부터 매일 2시간의 암기중단 처리를 가하면서 8월 25일부터 11월 14일까지 4주 간격으로 생육조사를 실시하였던 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

인산과 카리 모두 시비량이 증가할수록 초장, 화서장, 엽과 포엽수 및 경직경은 차이가 적다고 할지라도 증가하는 것으로 나타났으며 인산과 카리 모두 시비량이 증가할수록 엽과 포엽중, 소화중, 경중, 근중, 지상부중 및 전체건물중도 증가하였다. 그러나 이들의 무게는 생육 후반부로 갈수록 인산 시용 유무간 차이가 커졌던 반면, 카리 시비량간에 소화중과 경중에서 차이가 아주 적었으며 인산과 카리 모두 시비량이 증가할수록 화서에 형성되는 소화도 증가하였으나, 인산과 카리 시비량에 관계없이 형성된 소화는 암기중단 처리로 인하여 개화되지 않았다. 또한 11월 중순까지도 고사와 관련된 개화개체 비율은 인산과 카리 시비량에 관계없이 0%로 소화의 개화는 일장과 온도 등 환경요인들에 의하여 조절되는 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.
- Jang SH, Lee SG, Kang JH, Park JC, Shin SC (2006) Determination of phenolic acids and flavonol aglycone contents in *Orostachys japonicus* A. Berger grown under various cultivation conditions. Korean J. Medicinal Crop Sci. 14(5):311-316.

- 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) Effect of different temperatures on growth and flowering of *Orostachys japonicus* A. Berger. Korean J. Medicinal Crop Sci. 13(4):186-189.
- Kang JH, Jeon SH, Yoon SY, Hong DO, Shin SC** (2005b) Growth and flowering of *Orostachys japonicus* A. Berger by controlling daylengths. Korean J. Medicinal Crop Sci. 13(3):114-117.
- 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.
- Lee CS, Lee GJ, Shin KY, Ahn JH, Lee JT, Hur BK** (2002) Effect of application added phosphorous and potassium and potato and Chinese cabbage in mounded highland soil. Korean J. Soil Sci. Fert. 35(6):372-380.
- Lee CW, Jeon SH, Kim HY, Shin SC, Kang JH** (2007a) Effect of night-break treatment on growth and flowering of *Orostachys japonicus* A. Berger. Korean J. Medicinal Crop Sci. 15(4):256-260.
- Lee CW, Jeon SH, Kim HY, Shin SC, Kang JH** (2007b) Growth and flowering of *Orostachys japonicus* A. Berger as affected by nitrogen fertilization. Korean J. Medicinal Crop Sci. 15(6): in press.
- Lee CW, Jeon SH, Kim HY, Shin SC, Kang JH** (2008) Growth and flowering of *Orostachys japonicus* A. Berger as affected by transplanting time. Korean J. Medicinal Crop Sci. 16(2): in press.
- Marschner H** (1995) Functions of mineral nutrients: macronutrients. p. 229-312. In H. Marschner (ed.). Mineral nutrition of higher plants (2nd ed.). Academic Press Ltd., San Diego, CA 92101, USA.
- 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** (2002) 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.