

관수회수 및 송풍처리가 과채류의 묘 성장에 미치는 영향

김창수¹ · 민병로 · 김 웅 · 김동우 · 서광욱 · 이범선² · 이대원*

¹상주대학교 기계공학과, 성균관대학교 바이오메카트로닉스학과, ²주식회사 파루

Effects of Spray Times and Ventilation Method on the Seedling Growth of Fruit Vegetables

Kim, Chang-Soo¹, Min, Byeong-Ro, Kim, Woong, Kim, Dong-Woo Seo, Kwang-Wook, Lee, Beom-Seon², and Lee, Dae-Weon*

¹Dept. of Mechatronics Engineering, Sangju National University, Sangju 742-711, Korea
Dept. of Bio-Mechatronics Engineering, Sungkyunkwan National University, Suwon 440-746, Korea

²Paru Co., Ltd, Suncheon 540-813, Korea

Abstract. A multipurpose operating system was developed to adjust both spray times and ventilation method without a configuration of the moving path and the type of the greenhouse. The multipurpose working system proved to be a reliable system for testing the growth quality of the fruit vegetables in the greenhouse. The results are as follows. The first leaf, diameter of a stem, leaf area, and average stem diameter in the *Cucumber* seedling growth were repressed by high-speed ventilation, but was not repressed by spray times. The first leaf in the *Tomato* seedling growth was repressed as ventilation velocity was high, but the average stem diameter was not repressed. While the *Tomato* was given water three times a day, the diameter of a stem and the leaf area were increased as ventilation speed became higher. However, those were different other factors. The *Tomato* leaf area was larger when given water twice a day than that in hand spray, but showed no difference with ventilation speed. The first leaf, the diameter of a stem and the leaf area of a *Red pepper* were lower in automatic spraying with ventilation than those in hand spray.

Key words : multipurpose operating system, automatic spray, ventilation wind

*Corresponding author

서 언

농산물 수입개방으로 외국산 묘의 유입은 우리 농업의 기반을 흔들고 있다. 따라서 묘의 고품질화 및 생산비 절감으로 대외 경쟁력을 높일 수밖에 없는 현실이다. 온실에서는 습도와 온도가 높아 작업자가 일하기가 좋지 않기 때문에 무인화와 다목적 작업이 가능한 작업기가 필요하다. 이를 위하여 무인으로 작업할 수 있는 다목적 자동작업작업기를 개발과 동시에 작업의 원활성과 편리성, 식물 성장성에 대한 연구가 필요한 실정이다.

관수방법에 대한 연구는 야생화를 대량으로 육묘하기 위해 실험하였고(Lee 등, 1999), 저면관수가 고품

질, 대량생산을 할 수 있는 방법이라고 하였다(Jung과 Son, 2000). 관수회수에 대한 연구는 수분을 적절하게 공급하기 위해서 관수량을 산정하였고(Nam, 2000), 적정관수 기간(Lee 등, 1995), 적당한 토양수분에 대한 연구를 하였다(Park 등, 2000). 시설재배는 수분균형을 유지하기 어렵기 때문에(Lee와 Moon, 1998) 온실에서 관수량을 조절하기 위하여 다용도 작업 장치를 개발하였으며(Lee 등, 2002), 관수 및 송풍을 하기 위한 제어장치를 개발하였다(Min 등, 2003).

본 연구에서는 주행경로의 설정 및 제어가 용이한 고정 경로 방식을 이용한 주행시스템을 개발한 후, 이 시스템의 성능을 알아보기 위해 과채류를 대상으로 관수 및 송풍에 따른 생육특성을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 무인자동시스템

무인자동 시스템은 작물의 성장에 따라 작업 시스템의 높이가 조절되도록 하기 위하여 작물의 크기 및 이동 중 장애물이 있으면 회피할 수 있도록 하였다. Fig. 1과 Fig. 2는 무인자동 시스템의 설계도 및 송풍 처리를 하고 있는 모습을 나타내고 있다.

2. 실험재료

본 연구를 통해 개발된 무인작업장치를 이용하여 과채류 3종에 대해 육묘실험을 실시하였다. 공시품종으로는 오이(Chungnakhap), 토마토(Rokusanmaru), 고추(Nogkwang)를 대상으로 하였다.

3. 실험방법

2003년 6월 9일 발아실에 파종하여 6월 12일 육묘

하우스에서 6월 16일에 처리를 시작하였다. 일반적으로 농가에서 실시하고 있는 인력에 의한 두상관수 처리장치(Hand spray)와 무인자동작업장치를 이용하여 1일 2회 및 3회 관수, 즉 자동관수 2회(OS2) 및 3회 처리구(OS3)를 비교하였다. 무인작업장치에 부착된 송풍장치의 송풍세기에 따라 무처리구(NW), 고속송풍처리구(HW) 및 저속송풍처리구(LW)로 구분하였다. 풍속은 고속송풍처리구의 경우 $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 이며, 저속송풍처리구는 $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 이다. 생육조사는 7월 9일에 실시하였으며, 초장, 줄기 지름, 엽면적 등 생육특성에 대해 조사하였다.

결과 및 고찰

1. 오이의 생육반응

Table 1은 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 오이의 생육특성을 나타낸 것이다. 다목적작업시스템을

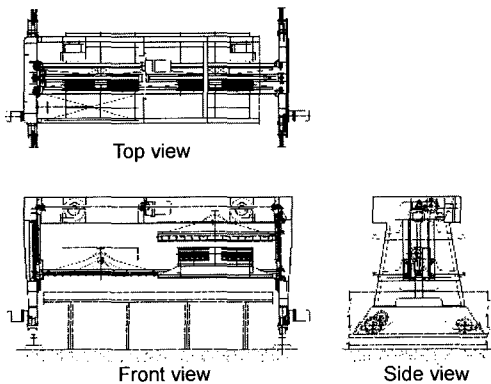


Fig. 1. Drawing of a multipurpose operating system.

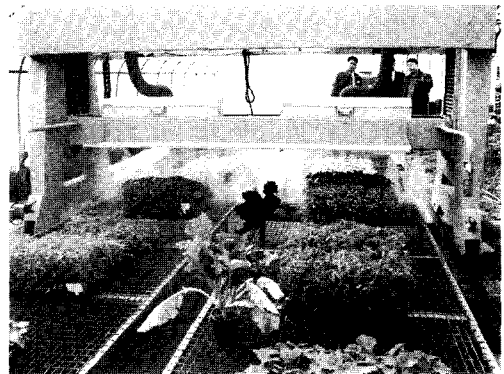


Fig. 2. View of spraying operation in the multipurpose operating system.

Table 1. Growth characteristic of *Cucumber* as to watering type, frequency and blowing process.

| Treatment | Plant height (cm) | Stem diameter (mm) | No. of lateral shoot (ea) | No. of leaves (ea) | Leaf area (cm ²) | Top | | Root | | Average length of internode (cm) |
|------------|-------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|------------------------------|------------------|----------------|------------------|----------------|----------------------------------|
| | | | | | | Fresh weight (g) | Dry weight (g) | Fresh weight (g) | Dry weight (g) | |
| Hand spray | 38.4 | 4.7 | 3.0 | 5.0 | 131.6 | 10.2 | 0.44 | 3.36 | 0.26 | 7.68 |
| OS2+NW | 38.7 | 4.9 | 2.4 | 5.0 | 143.0 | 10.6 | 0.46 | 3.42 | 0.30 | 7.74 |
| OS2+LW | 35.1 | 4.5 | 2.6 | 4.8 | 125.2 | 10.6 | 0.42 | 4.28 | 0.44 | 7.31 |
| OS2+HW | 33.5 | 5.4 | 3.0 | 5.2 | 122.4 | 12.7 | 0.66 | 6.44 | 0.86 | 6.44 |
| OS3+NW | 39.1 | 5.4 | 2.6 | 4.8 | 143.6 | 11.6 | 0.52 | 3.96 | 0.28 | 8.15 |
| OS3+LW | 32.9 | 5.7 | 2.6 | 5.0 | 116.0 | 11.2 | 0.44 | 3.62 | 0.34 | 6.58 |
| OS3+HW | 30.6 | 4.9 | 2.0 | 4.8 | 104.0 | 8.9 | 0.42 | 3.02 | 0.12 | 6.38 |

관수회수 및 송풍처리가 과채류의 묘 성장에 미치는 영향

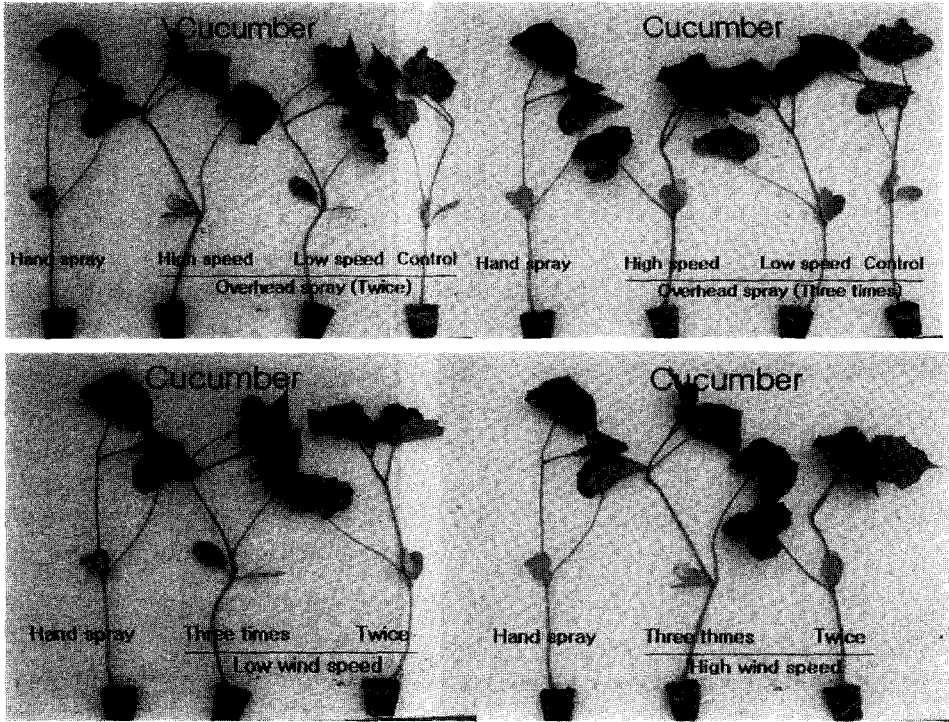


Fig. 3. Growth characteristic of *Cucumber* as to watering type, frequency and blowing process.

이용한 관수회수와 송풍량의 차이에 따른 오이의 생육을 비교한 것을 Fig. 3에 나타내었다. Table 1과 Fig. 3에서 알 수 있듯이 초장은 고속송풍에 의한 억제효과가 나타났으며, 줄기 지름은 특별한 차이를 나타내지는 않았다.

엽면적과 줄기 한마디의 평균 길이에 있어서 송풍에 따른 억제효과가 나타났으나 관수회수에 따른 차이는 크지 않았다. 전체적으로 파종 후 30일째 되었을 때 초장이 35~40 cm 정도로 자랐으며, 관수회수에 따른 초장의 차이는 나타나지 않았다. 송풍처리에 의해 초장의 억제가 나타났으나 각각의 표준편차가 커 처리구간의 유의성은 나타나지 않았다. 다만 3회 관수처리구에서 무풍처리구와 저속 및 고속송풍처리구간에 유의성이 나타났다. 오이는 관수회수 보다 송풍량을 조절해야 할 것으로 판단된다.

Fig. 3은 오이의 줄기 지름을 나타낸 것으로 인력에 의한 두상관수에 비해 자동관수장치를 이용한 처리구에 있어 유의차는 나타나지 않아 오이의 줄기 성장에 미치는 관수회수와 송풍처리의 영향은 나타나지 않았다. 엽면적은 초장의 반응과 유사한 반응을 나타냈다.

전체적으로 엽면적은 100~160 cm² 정도였으며, 송풍속도에 의해 억제되는 현상을 나타냈다.

2. 토마토의 생육반응

Table 2는 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 토마토의 생육특성을 나타낸 것이다. 토마토의 경우에도 오이와 마찬가지로 초장이 정상적인 날씨에 비해 웃자라는 경향을 나타냈다. 그러나 송풍에 의한 초장의 억제 및 줄기의 지름이 증가하였다. 특히 송풍처리에 따른 줄기 한마디의 평균 길이의 웃자람 억제가 뚜렷이 나타났다. 그러나 엽면적은 뚜렷한 경향이 나타나지 않았다.

Fig. 4는 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 토마토의 초장 반응을 나타낸 것으로 대조구(Hand spray)에 비해 2회 관수처리구와 3회 관수처리구의 차이는 나타나지 않았으나 송풍처리에 따라 송풍속도가 강할수록 초장이 억제되는 효과를 나타냈다. 줄기의 지름은 처리구간 큰 차이를 나타내지 않았다. 대조구에 비해 관수회수에 따른 처리구간 유의차를 나타내지 않았으나 3회 관수처리구의 경우 송풍속도가 강할수록 줄

Table 2. Growth characteristic of *Tomato* as to watering type, frequency and blowing process.

| Treatment | Plant height (cm) | Stem diameter (mm) | No. of lateral shoot (ea) | No. of leaves (ea) | Leaf area (cm ²) | Top | | Root | | Average length of internode (cm) |
|------------|-------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|------------------------------|------------------|----------------|------------------|----------------|----------------------------------|
| | | | | | | Fresh weight (g) | Dry weight (g) | Fresh weight (g) | Dry weight (g) | |
| Hand spray | 33.70 | 3.16 | 4.40 | 19.00 | 47.80 | 4.24 | 0.28 | 2.40 | 0.22 | 1.77 |
| OS2+NW | 33.40 | 3.23 | 5.20 | 22.60 | 66.20 | 5.18 | 0.32 | 2.96 | 0.36 | 1.48 |
| OS2+LW2 | 29.60 | 3.15 | 5.40 | 21.20 | 60.60 | 5.30 | 0.30 | 2.20 | 0.10 | 1.40 |
| OS2+HW2 | 27.20 | 3.23 | 5.40 | 22.40 | 63.00 | 6.66 | 0.38 | 3.56 | 0.38 | 1.21 |
| OS3+NW | 32.70 | 3.15 | 5.00 | 21.40 | 51.60 | 4.80 | 0.26 | 2.06 | 0.24 | 1.53 |
| OS3+LW3 | 30.50 | 3.36 | 5.20 | 22.40 | 59.00 | 5.10 | 0.28 | 2.44 | 0.20 | 1.36 |
| OS3+HW3 | 28.30 | 3.52 | 4.80 | 25.40 | 61.00 | 5.00 | 0.30 | 2.38 | 0.16 | 1.11 |

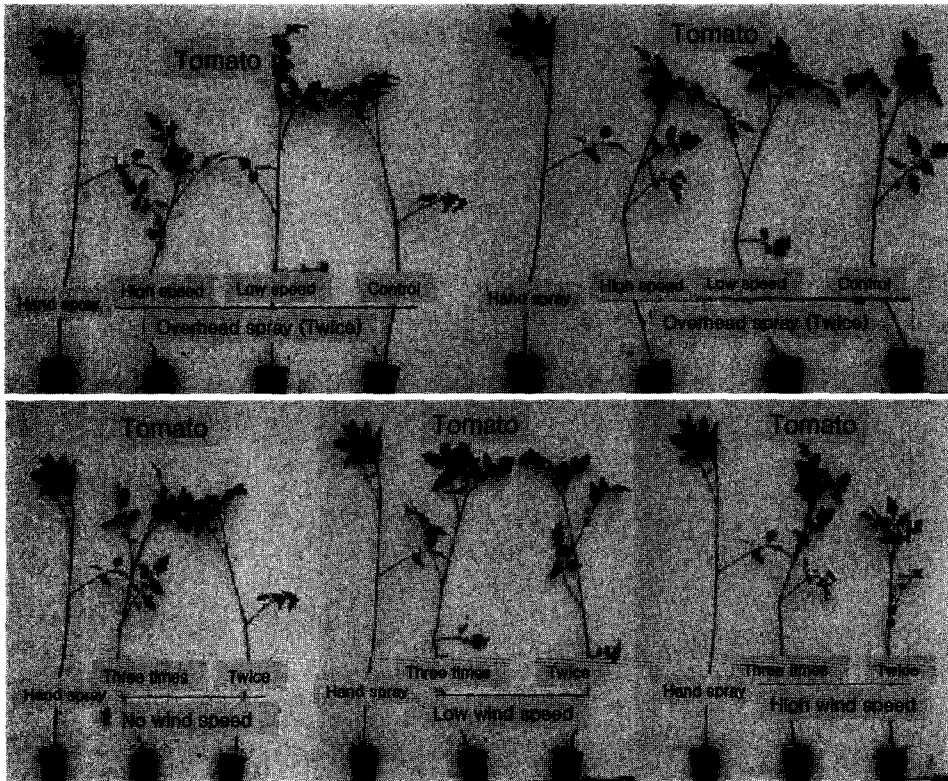


Fig. 4. Growth characteristic of *Tomato* as to watering type, frequency and blowing process.

기의 지름이 두꺼워지는 경향을 나타내었다.

엽면적은 대조구에 비해 2회 관수처리구의 엽면적이 높게 나타났으며, 송풍속도에 따른 차이가 나타나지 않았다. 3회 관수처리구의 경우 송풍속도가 강할수록 엽면적이 넓어지는 경향을 나타내 다른 작물과 다른 결과를 나타냈다.

3. 고추의 생육반응

Table 3은 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 고추의 생육특성을 나타낸 것이다. 전체적으로 대조구에 비해 자동관수 처리구와 송풍처리구가 초장, 줄기의 지름, 엽면적 등이 낮게 나타났으며, 대부분의 생장량이 낮게 나타났다.

관수회수 및 송풍처리가 과채류의 묘 생장에 미치는 영향

Table 3. Growth characteristic of Red pepper as to watering type, frequency and blowing process.

| Treatment | Plant height (cm) | Stem diameter (mm) | No. of lateral shoot (ea) | No. of leaves (ea) | Leaf area (cm ²) | Top | | Root | | Average length of internode (cm) |
|------------|-------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|------------------------------|------------------|----------------|------------------|----------------|----------------------------------|
| | | | | | | Fresh weight (g) | Dry weight (g) | Fresh weight (g) | Dry weight (g) | |
| Hand spray | 15.2 | 2.45 | 7.0 | 9.4 | 40.8 | 1.84 | 0.14 | 1.56 | 0.14 | 1.62 |
| OS2+NW | 13.1 | 2.29 | 7.2 | 9.8 | 35.4 | 1.68 | 0.10 | 1.26 | 0.10 | 1.34 |
| OS2+LW2 | 12.4 | 2.10 | 6.4 | 8.6 | 27.0 | 1.46 | 0.10 | 1.28 | 0.18 | 1.44 |
| OS2+HW2 | 11.2 | 2.21 | 6.0 | 8.6 | 28.6 | 1.60 | 0.12 | 1.42 | 0.12 | 1.30 |
| OS3+NW | 13.1 | 2.34 | 8.0 | 10.2 | 37.2 | 1.84 | 0.14 | 1.12 | 0.10 | 1.28 |
| OS3+LW3 | 12.8 | 2.17 | 6.2 | 8.8 | 29.6 | 1.66 | 0.12 | 1.38 | 0.14 | 1.45 |
| OS3+HW3 | 12.5 | 2.12 | 7.6 | 9.8 | 31.6 | 1.66 | 0.14 | 1.32 | 0.08 | 1.28 |

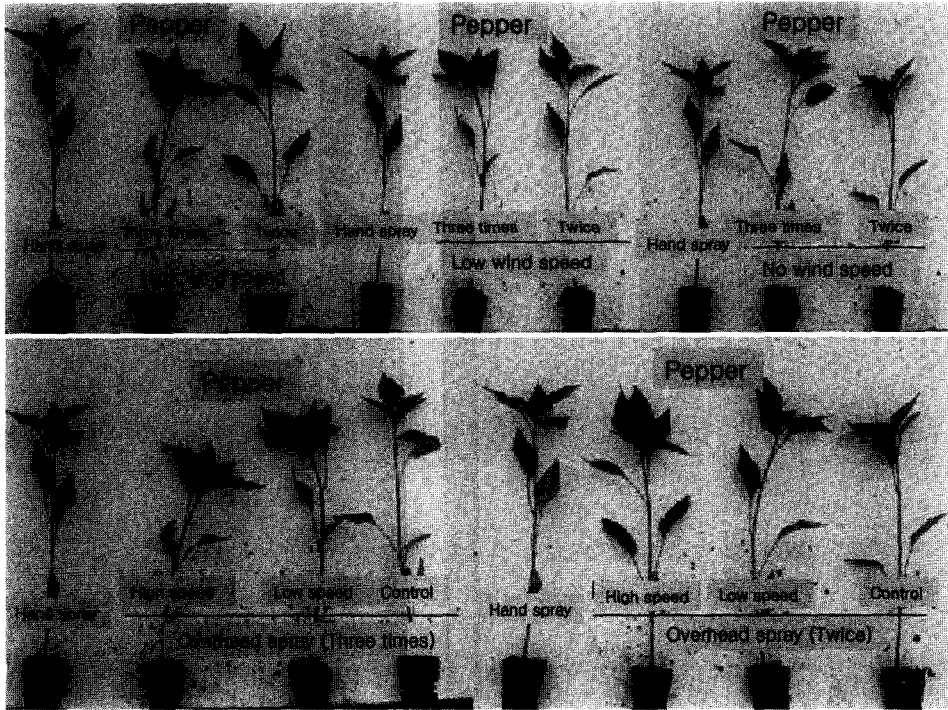


Fig. 5. Growth characteristic of Red pepper as to watering type, frequency and blowing process.

Fig. 5는 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 고추의 초장 반응을 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 대조구의 초장이 가장 크게 나타났으며, 2회 및 3회 관수처리구의 경우 대조구에 비해 낮은 초장을 나타냈다. 3회 관수처리구는 전반적으로 송풍에 따른 처리구간 차이가 나타나지 않았으나 2회 관수처리구에서는 송풍에 따른 초장의 억제가 약간 나타났다. 줄기 지름은 초장에서와 마찬가지로 대조구의 지름이 가장 두꺼운 것으로 나타났으며, 2회 및 3회 관수처리구에서는 대조구에 비

해 약간 지름이 작았다. 송풍에 따른 반응에 있어서는 다른 식물의 경우 송풍에 의해 초장이 억제되고 지름이 두꺼워졌다. 고추 초장의 억제는 약간 나타났으며 지름이 두꺼워지지 않고 더 가늘어지는 경향을 나타냈다.

엽면적은 초장 및 줄기의 지름과 유사한 반응을 나타냈다. 대조구의 엽면적이 가장 넓었으며, 송풍에 의한 엽면적의 억제가 유의하게 나타났으나 송풍속도에 따른 차이는 나타나지 않았다. 고추는 송풍보다 관수회수를 조절해야 할 것으로 판단된다.

적 요

본 연구에서는 주행경로의 설정 및 제어가 용이한 고정 경로 방식을 이용한 주행 시스템을 개발하여 온실의 형태, 고랑의 위치 등에 무관하게 자동관수 및 송풍장치에 따른 생육상태를 실험할 수 있는 다목적 자동작업시스템을 개발하였다. 이 시스템의 성능들을 알아보기 위해 과채류에 대하여 실험한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

오이는 초장, 줄기 지름, 엽면적 및 줄기 한마디의 평균 길이에 있어서 고속송풍에 따른 억제효과가 나타났으나, 관수회수에 따른 차이는 크지 않았다. 토마토는 송풍처리에 따라 송풍속도가 강할수록 초장이 억제되는 효과를 나타냈다. 줄기의 지름은 처리구간 큰 차이를 나타내지 않았다. 3회 관수처리구의 경우 송풍속도가 강할수록 줄기의 지름이 두꺼워지는 경향을 나타내었다. 엽면적은 대조구(Hand spray)에 비해 2회 관수처리구의 엽면적이 높게 나타났으며, 송풍속도에 따른 차이가 나타나지 않았다. 고추는 전체적으로 대조구에 비해 자동관수 처리구와 송풍처리구가 초장, 줄기의 지름, 엽면적 등이 낮게 나타났다.

주제어 : 다목적 작업장치, 자동 살수, 송풍

인 용 문 헌

1. Jung, D.H. and J.E Son. 2000. Analysis of irrigation characteristic in the subirrigation based potted plant production system. Proceeding of Bio-Environment control 9(2):42-46.
2. Lee, B.Y. and W. Moon. 1998. Protected Horticulture. Korea National Open Univ. Press. Seoul. 132-168.
3. Lee, D.W., B.R. Min, D.W. Kim, W. Kim, K.W. Seo, M.S. Kang, S.I. Yoon, and N.K. Yoon. 2002. Development of Many Purposes Operation a Device for Greenhouse. Proceeding of Bio-Environment control 11(2): 274-278.
4. Lee, J.S., G.S. Kim, J.O. Kim, J.P. Kim, J.J. Bae, S.J. Jeong, and A.K. Kim. 1999. Watering Methods and the Selection of Concentration of Best Nutrition on Prug Nursery of Native Elsholzia splendens. Proceeding of Bio-Environment control 8(1):62-66.
5. Lee, K. B., S.K. Kim, and J.D. So. 1995. Effect of irrigation period on quality of oriental melon. Kor. RDA. J. Agri. Sci. 37(1):250-245.
6. Min, B.R., W. Kim, D.W. Kim, K.W. Seo, C.W. Lee, and D.W. Lee. 2003. Development of the Control System for Automatic Operation in the Greenhouse. Proceedings of the KSAM 8(1): 387-392.
7. Nam, S.W. 2000. Gross and Unit Irrigation Water Requirement for Greenhouse Desing. Proceeding of Bio-Environment control 9(1):108-112.
8. Park, D.K., J.K. Kwon, J.H. Lee, Y.C. Um, H.T. Kim, and Y.H. Choi. 2000. Effect of Soil Water Content on the Yield and Quality of Plastic Greenhouse Oriental Melon during Low Temperature Season. Journal of Bio-Environment Control 9(3):151-155.