Kor. J. Hort. Sci. Technol. 29(1):16-22, 2011

비이온계 계면활성제 혼합물의 처리농도가 상토의 수분 보유 및 고추 플러그묘의 생장에 미치는 영향

최종명[1*] · 문병우[2]

[1]충남대학교 원예학과, [2]배재대학교 원예학과

Impact of Application Rate of Non-ionic Surfactant Mixture on Initial Wetting and Water Movement in Root Media and Growth of Hot Pepper Plug Seedlings

Jong Myung Choi[1*] and Byung Woo Moon[2]

[1]Department of Horticulture, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea
[2]Department of Horticulture, Paichai University, Daejeon 302-735, Korea

Abstract. In developing soil wetting agent using polyoxyethylene nonylphenyl ether (PNE) and polyoxyethylene castor oil (1:1; v/v), the effect of application rates on changes in concentration of PNE, initial wetting of peatmoss + perlite (7:3) medium, and growth of hot pepper (*Capsicum annuum* L. 'Knockwang') plug seedlings were investigated. The elevation of application rates of wetting agent increased the amount of water retained by the root media. The treatment of 2.5 mL·L^{-1} showed similar water retention to + control (AquaGro^{L} 3.0 mL·L^{-1}). Most of the liquid wetting agent (LWA) incorporated during the medium formulation leached out in the first and second irrigation, then it decreased gradually until 10 times in irrigation. In investigation of the influence of LWA on position of water infiltrating into root media, the vertical water movements in treatments of 0.5, 1.0, and 1.5 mL·L^{-1} were much faster than those in 0.0 mL·L^{-1} (-control), but relative speed of water movement decreased by the elevation in application rate of LWA to 2.0 or 2.5 mL·L^{-1}. The evaporative water loss of root media that to contained various rate of LWA and irrigated to reach container capacity was the fastest in -control among the treatments and it delayed as the application rate of LWA was elevated. The plant height of 22.2 cm in 0.5 mL·L^{-1} and stem diameter of 3.26 mm in 1.0 mL·L^{-1} were the highest among the treatments tested. The treatment of 1.0 mL·L^{-1} also had the heaviest fresh and dry weights such among treatments tested as 3.08 g and 0.861 g per plant, respectively. The elevated application rate over than 1.5 mL·L^{-1} resulted in decreased seedling growth. The results mentioned above indicate that optimum application rate of LWA is 1.0 mL·L^{-1}.

***Additional key words*:** concentration, dry weight, evaporative water loss, infiltration, water retention

서 언

국내에 수입되는 피트모스나 코이어 또는 피트모스와 코이어에 기초한 플러그용 상토는 수송비를 절감하기 위해 완전히 건조시키고 잘게 부순 상태로 압축시켜 수송한다. 이들 유기물질의 혼합목적은 상토의 보수성을 향상시키고 상토내 수분 이동을 원활하게 하기 위함이지만 완전히 건조될 경우 소수성으로 변하여 수분을 보유하기가 어렵고, 초기 습윤화 과정이 긴 문제점을 갖는다(Choi and Min, 2000; Choi et al., 2000).

토양수를 충분히 보유하지 못한 상태의 상토를 플러그 트레이에 충전하고 종자를 파종하거나 유묘를 이식하면 발아 과정의 종자 또는 정식 후의 식물 뿌리가 수분을 흡수할 수 없어 초기 생육이 느리거나 생장이 균일하지 못하고, 심지어 고사하는 경우도 발생한다(Powel, 1982). 상토 구성 원료로써 유기물질의 소수성은 재배중에도 작물 생육에 영향을 미친다. 상토를 이용하여 작물을 재배할 때에는 반드시 관수를 하여야 하고, 직전 관수가 이루어진 후 식물 흡수 또는

***Corresponding author:** choi1324@cnu.ac.kr

※ Received 16 April 2010; Accepted 2 July 2010. This study was financially supported by research fund of Chungnam National University in 2009.

증발로 상토의 수분이 감소하여 근권부에 존재하는 CO_2가 배출된 후 다음 관수가 이루어지는 형태로 관수 횟수를 조절한다(Nelson, 2003).

그러나 다음 관수직전 상토가 건조하여 소수성으로 변하면 관수된 물이 상토입자에 흡착되지 못하고 배수공을 통해 대부분 유실되며, 상토에는 식물이 흡수할 수 있는 수분이 충분히 존재하지 못해 식물의 수분부족 현상 발생 및 생장억제의 원인이 된다(Elliot, 1992). 최근 국내의 플러그 육묘장들은 노지토양이 혼합된 상토 대신 유기물질이 혼합된 인공상토를 이용하고 있으며, 정확한 통계자료는 없지만 상토의 구성재료인 유기물의 소수성으로 인한 피해 발생이 증가하고 있는 것으로 업계에서는 추정하고 있다.

한 분자 내에 친수기(hydrophilic)와 친유기(lipophilic, hydrophobic)를 동시에 갖는 계면활성제를 토양에 처리하면 계면활성제의 친유성 부분이 토양수의 표면에 모이고 친수성 부분은 물과 결합한 상태로 변한다. 결과적으로 물의 응집력, 표면장력 및 점착력이 물리적으로 깨지거나 감소하여 쉽게 물과 상토의 접촉면적이 증가한다. 물과 상토의 접촉면적이 증가하면 토양수의 분산 및 상토내의 수분이동이 용이해져 식물이 흡수할 수 있는 수분량이 증가한다(Elliott, 1992; Powel, 1982).

미국의 경우 오래 전 부터 상토의 소수성을 극복하기 위한 많은 연구가 수행되어 왔다(Blom and Piott, 1992; Bowman et al., 1990; Elliot, 1992; Fonteno and Bilderback, 1993; Prince and Cunningham, 1990). 국내에서도 Choi and Min (2000), Choi and Song(2003), Choi et al.(2000)의 연구결과가 발표된 후 대부분의 상토회사에서 토양습윤제에 대한 관심이 증가하고 상토를 판매하기 직전 토양습윤제를 혼합하고 있다. 그러나 국내에서 생산되는 토양습윤제의 종류가 다양하지 못하므로 대부분 수입한 습윤제를 처리하고 있는 실정이며, 토양습윤제의 종류를 다양화하기 위하여 개발 필요성이 급격히 증가하고 또 관련 연구결과가 시급하다고 할 수 있다.

따라서 비이온계 계면활성제인 polyoxyethylene nonylphenyl ether와 polyoxyethylene castor oil을 혼합하여 토양습윤제를 개발하는 과정에서 조제된 습윤제가 상토의 초기습윤화 및 토양수의 이동, 그리고 고추플러그 묘의 생장에 미치는 영향을 구명하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

토양습윤제의 개발 및 잔류성 분석

토양습윤제를 개발하기 위하여 Polyoxyethylene Nonylphenyl Ether(PNE)와 polyoxyethylene Castor Oil(PCO)의 두 종류 비이온계 계면활성제를 선발하고 이들을 용량 기준으로 50:50으로 혼합하여 토양습윤제를 조제하였다.

조제된 토양습윤제의 토양중 잔류 특성을 분석하기 위하여 건조시킨 상태로 피트모스(Canadian Sphagnum peatmoss)와 펄라이트 대립을 7:3(v/v)으로 혼합한 상토를 조제하였다. 한편 내경이 5.08cm 이고 높이가 15.24cm인 acryl column을 만들고 아랫부분을 방충망으로 막았으며 컬럼을 stand 및 clamp로 고정한 후 본 실험에 사용하였다. 조제된 상토를 이 플라스틱 컬럼에 높이가 12cm가 되도록 충전한 후 실험하였는데 이때 충전밀도는 0.084g·cm^{-3}였고, 충전시 혼합상토의 수분함량은 약 15%였다. 본 실험은 5반복으로 수행하였고, 대조구로 AquaGro^{L}(Aquatrols Corporation of America, Pennsauken, NJ)를 3.0mL 용해시킨 처리를 두어 실험하였다.

조제된 토양습윤제를 물에 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 및 2.5mL·L^{-1}의 비율로 용해시킨 후 200mL의 용액을 일반 관수 방법과 동일하게 관수하였다. 첫번째 관수는 각 처리를 위해 만든 용액을 첨가하고 이후는 매번 증류수만 첨가하였는데 물을 첨가할 때는 상토가 흐트러지지 않도록 조심스럽게 천천히 첨가하였다. 관수 후 5분을 기다려 컬럼 밑으로 용탈된 물을 모아 물의 양을 측정하고 약 50mL를 따로 모아 분석용 시료로 사용하였다.

용액내의 토양습윤제 농도는 흡광분석기를 이용하여 233 nm에서 흡광치를 측정한 후 표준용액과 비교하여 농도를 산출하였으며(CIPAC, 1970), 용탈된 총수분량과 분석된 농도를 곱하여 총 용탈량을 계산하였다. 이후 5분을 기다렸다가 다시 증류수 200mL를 첨가하고 5분간 배수된 양을 포집하고 다시 관수하는 것을 반복하였으며, 총 25회를 용탈시켜 용탈된 토양습윤제의 양을 분석하였다.

상토의 물리적 환경 개선에 미치는 영향

상토의 초기습윤화에 미치는 영향

컬럼, 혼합상토 및 충전 방법은 앞에서 설명한 바와 동일하였다. 이후 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5mL·L^{-1}의 처리와 +Control (AquaGro 3.0mL·L^{-1}) 및 단지 증류수만 관수한 -Control의 7처리를 두어 실험하였고 각각의 처리는 5반복을 두어 실험하였다.

최초 상토를 충전한 컬럼의 무게를 측정하고, 다시 조제된 습윤제를 관수한 후 컬럼의 무게를 측정하여 상토의 수분 보유량을 판단하였다. 다시 5분 간격으로 200mL의 증류수를 관수하고 무게를 측정하여 상토의 초기습윤화에 미치는 토양습윤제의 영향을 판단하였으며, 총 25회 관수하면서 변화된 컬럼의 무게를 측정하였고, 총 변화된 무게중 컬럼의 무게를 뺀 후 상토가 보유한 수분량을 계산하였다.

상토의 건조 속도에 미치는 영향

내경 10cm인 플라스틱 화분에 피트모스와 펄라이트를 7:3(v/v)로 혼합한 상토를 충전하였다. 이 때 상토를 한 개의 플라스틱 폿트에 작물식재와 동일한 밀도를 갖도록 충전 한 후 상토의 무게를 측정하였고, 동일한 무게를 갖도록 상토를 정량하여 각각의 플라스틱 화분에 충전하였으며, 밀도를 동일하게 유지하도록 화분 안 상토의 높이를 일정하게 하였다.

각각의 화분 무게를 기록하고, 모든 화분을 저면관수 방법으로 관수하여 모든 공극이 물로 포화될 수 있도록 하였는데, +Control(AquaGro 3.0mL·L^{-1}), -Control(증류수), 0.5mL, 1.0mL, 1.5mL, 2.0mL 및 2.5mL·L^{-1}의 처리를 두고 5반복으로 실험하였다. 모든 공극을 물로 포화시키기 위하여 적당한 크기의 물통에 조제된 용액을 담고 물의 높이를 동일하게 조절하였으며, 24시간 저면관수 후 무게를 측정하였다.

용액을 보유한 화분은 온실에 위치시키고 24시간 간격으로 중량을 측정하여 상토가 상실한 수분량을 조사하였다.

상토의 수분이동에 미치는 영향

본 연구에서도 피트모스 + 펄라이트를 7:3(v/v)로 혼합한 상토를 조제하였다. 그러나 본 실험에서는 혼합상토 조제 전에 피트모스를 잘게 부수어 1mm 체를 통과하는 것만 혼합상토 조제에 이용하였고, 펄라이트는 대립을 혼합하였다. 조제된 혼합상토는 +Control(AquaGro 3.0mL·L^{-1}), -Control(증류수), 0.5mL, 1.0mL, 1.5mL, 2.0mL 및 2.5mL·L^{-1}의 용액을 분무하고 용액과 상토를 잘 혼합한 후 실내에서 건조시켰다.

풍건되고 20mesh(직경 1mm) 체를 통과한 상토는 내부직경 5.08cm이며, 높이가 13cm이고, 4겹의 가제로 하단부를 막은 아크릴 컬럼 안으로 충전하였다. 이 때 컬럼안의 상토가 균일한 밀도를 갖도록 가비중을 조절하는데, 목표 가비중을 0.083g·cm^{-3}로 설정하고 모든 실험에서 가비중의 편차가 3% 이내에 들도록 조절하였다. 이후 모든 실험은 Letey et al.(1962)의 방법에 준하여 수행하였으며, 단위시간 당 토양수가 상토내에서 수직으로 하강하는 속도와 상토안으로 침투하는 수분량을 측정하였다.

개발된 토양습윤제가 작물생육에 미치는 영향

대상 작물은 고추 '녹광'였다. 본 연구를 위해 피트모스와 펄라이트를 7:3(v/v)으로 혼합한 상토를 조제하였는데, 두 물질을 건조시킨 상태에서 혼합하고, 혼합 과정에서 건조상태의 고토석회를 6g·L^{-1}, 분쇄한 용과린을 0.8g·L^{-1}, $CaSO_4$를 0.9g·L^{-1}, 분쇄한 미량원소복합제 Micromate(Stoller Inc., Houston, Texas)를 0.15g·L^{-1} 혼합하였다. 다시 7처리의 용액을 만든 후(+Control(AquaGro 3.0mL·L^{-1}), -Control(증류수), 0.5mL, 1.0mL, 1.5mL, 2.0mL 및 2.5mL·L^{-1}) 상토가 적절한 수분 함량을 갖도록 처리별로 상토에 분무하였다.

이후 밀봉하고 24시간을 기다려 수분평형이 이루어진 상토를 플러그 트레이에 충전하고 고추 종자를 파종하였다. 파종 후 27 ± 1℃로 온도를 조절한 발아실에서 발아시키고 4일 후 온실로 옮겨 재배하였다.

첫 시비는 파종 3주 후 60mg·L^{-1}로 농도를 조절한 15-0-15($N-P_2O_5-K_2O$) 비료를, 첫 시비 1주일 후 80mg·L^{-1}로 농도를 조절한 17-5-24($N-P_2O_5-K_2O$) 비료를, 그리고 이후에는 질소 기준으로 20mg·L^{-1}씩 농도를 높여가며 두 종류 비료를 교대로 1주일에 1회 시비하였다.

플러그 육묘 중간에, 즉 파종 5주 후에 처음 처리한 바와 동일하게 토양습윤제의 농도를 조절하여 상토를 충분히 적시도록 관수하였다. 파종 8주 후에 지상부를 수확하여 작물생육을 조사하였다.

통계분석

통계분석은 CoStat(Monterey, CA)으로 수행하였는데, 식물 생육에 미치는 영향을 분산분석을 통해 Duncan의 다중검정과 회귀분석을 하였다. 회귀분석은 1-2차항 회귀분석을 하여 그 결과를 모두 나타내었다.

결과 및 고찰

토양습윤제가 상토의 초기 습윤화에 미치는 영향

개발된 토양습윤제를 다양한 농도로 물에 용해시켜 상토

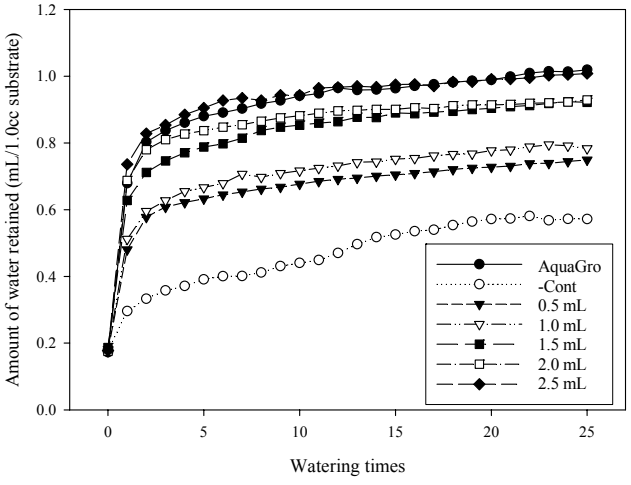

Fig. 1. Effect of mixtures of surfactants on initial wetting of root media where 3.0 mL·L^{-1} of AquaGro, a commercial wetting agent, and various amount of surfactant mixture of polyoxyethylene nonylphenyl ether and polyoxyethylene castor oil (50:50 in volume ratio) had been incorporated into a liter of peatmoss + perlite (7:3, v/v) medium during formulation. Points represent mean of five replications.

에 관주하고, 다시 증류수를 반복하여 관수할 때 상토의 보수성이 뚜렷하게 증가하였다. 증류수만 관수한 토양습윤제 무처리의 경우 관수횟수를 증가 시켜도 0.16-0.45mL/1cc의 물을 보유하였으나, 토양습윤제의 처리량이 증가할수록 보수성이 뚜렷하게 증가하였다(Fig. 1). 2.5mL·L^{-1}의 토양습윤제를 처리한 경우 관주횟수가 5회 이상 될 때 1.0cc 혼합상토당 0.9mL 이상의 수분을 보유하였으며, 2.5mL·L^{-1} 처리는 미국에서 생산되어 국내에서 판매되고 있는 AquaGro 3.0mL·L^{-1} 처리와 초기 습윤화 및 최종 보수량에 미치는 영향이 유사하였다.

개발된 토양습윤제의 토양 잔류성 및 용출량

개발된 토양습윤제를 액체 상태로 상토에 관주하고, 이후 증류수만 관수하면서 상토로부터 용탈되는 습윤제의 양을 분석한 결과, 1 및 2회 관수하였을 때 대부분의 습윤제가 용탈되었고, 10회 관수까지 서서히 농도가 낮아지다가, 10회 이후에는 용출된 농도가 매우 낮았다(Fig. 2).

그러나 10회 이상으로 관수횟수를 높일 경우에는 토양습윤제를 고농도로 관주했던 처리에서 약간 높은 농도로 분석되었으나 처리별 차이는 크지 않았다. 따라서 실제 작물재배에 적용할 경우 관수횟수가 10회 이상으로 증가할 경우 토양습윤제를 저 농도로 용해시켜 다시 처리해야 한다고 판단하였다. 토양습윤제를 최초 관주할 때 고농도로 처리한 경우 습윤제 처리 후 관수 횟수를 25회까지 늘려도 총 누적 용출량이 증가하는 경향이었다(Fig. 3). 243cc 상토에서의 총 누적 용출량은 AquaGro 3.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0및 2.5mL·L^{-1} 처리에서 각각 16.7, 8.9, 12.3, 13.2, 20.6 및 21.8g였다.

토양습윤제의 처리 량이 많음은 생산비가 증가함을 의미하며, 상토의 물리성에 미치는 영향과 작물생육에 미치는 영향을 고려하여 적정처리 양을 판단해야 할 것으로 생각된다.

토양습윤제가 상토내 수분 이동에 미치는 영향

상토에 토양습윤제를 처리한 후 건조시키고, 건조된 상토를 아크릴 컬럼에 충전한 후 관수할 때 상토내 수분이동에 미치는 영향을 나타내었다. 토양습윤제의 처리농도가 높아질수록 침투속도 및 침투된 수분의 하방이동이 빨랐다. 개발된 토양습윤제를 0.5mL·L^{-1}로 용해시켜 처리한 경우 약 1초 동안 11cm의 아크릴 컬럼내의 상토를 통과하여 하강하였으나, 토양습윤제를 처리하지 않은 경우 11cm의 컬럼내 상토를 통해 하강하는데 약 5초가 소요되었다(Fig. 4).

AquaGro를 3.0mL·L^{-1}로 처리한 경우 또는 본 연구에서 개발된 토양습윤제를 2.5mL·L^{-1}로 처리한 경우 오히려 낮은 농도로 처리한 경우보다 수분 이동속도가 느렸다. 이와 같은 현상이 발생되는 원인은 다음과 같이 설명할 수 있다. 토양습윤제를 처리하지 않은 무처리의 경우 물과 상토의 강한 극성으로 인해 물이 상토의 표면에서 접촉 면적이 감소하고(Letey et al., 1962), 결과적으로 상토가 수분을 흡착할 수 있는 가능성이 줄어 수분 이동 속도가 느렸다고 생각한다. 그러나 토양습윤제를 고농도로 처리한 경우 습윤제가 물을 너무 강하게 흡착시키므로써 수분 이동을 느리게 한 원인이 되었다고 판단하였다(Elliot, 1992; Powel, 1982).

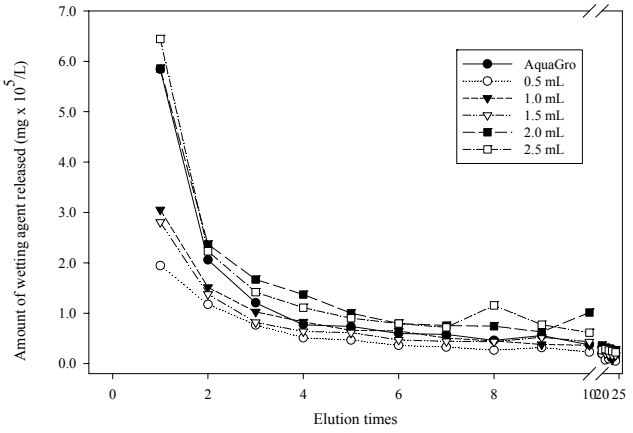

Fig. 2. Effect of application rate of surfactant mixture on changes in concentrations of polyoxyethylene nonylphenyl ether in leachate of root media where 3.0 mL·L^{-1} of AquaGro, a commercial wetting agent, and various amount of mixtures of polyoxyethylene nonylphenyl ether and polyoxyethylene castor oil (50:50 in volume ratio) had been incorporated into a liter of peatmoss + perlite (7:3, v/v) medium during formulation. Points represent mean of five replications.

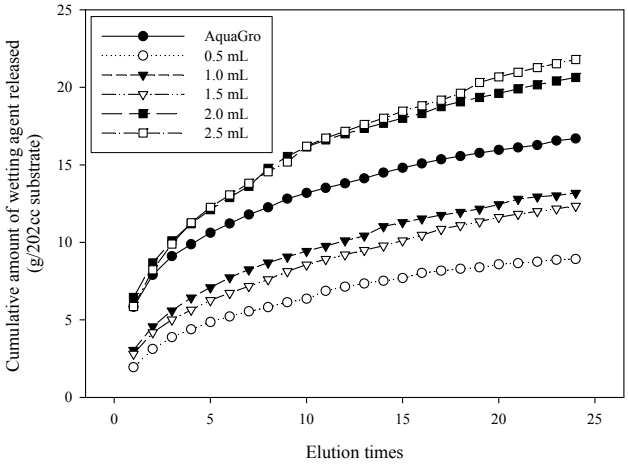

Fig. 3. Effect of application rate of surfactant mixture on changes in cumulative concentrations of polyoxyethylene nonylphenyl ether in leachate of root media where 3.0 mL·L^{-1} of AquaGro, a commercial wetting agent, and various amount of mixtures of polyoxyethylene nonylphenyl ether and polyoxyethylene castor oil (50:50 in volume ratio) had been incorporated into a liter of peatmoss + perlite (7:3, v/v) medium during formulation. Points represent mean of five replications.

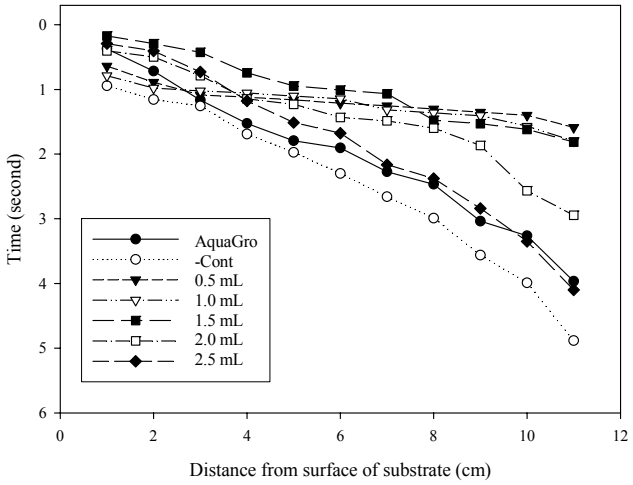

Fig. 4. Effect of application rate of surfactant mixture on position of wetting front of water infiltrating into root media where 3.0 mL·L^{-1} of AquaGro, a commercial wetting agent, and various amount of mixtures of polyoxyethylene nonylphenyl ether and polyoxyethylene castor oil (50:50 in volume ratio) had been incorporated into a liter of peatmoss + perlite (7:3, v/v) medium during formulation. Points represent mean of five replications.

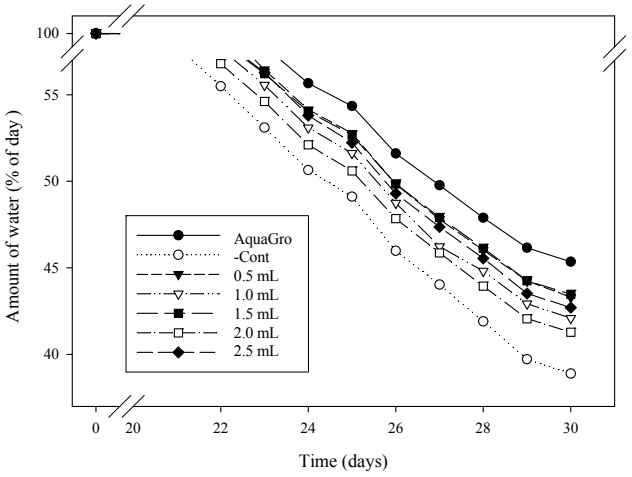

Fig. 5. Effect of application rate of surfactant mixture on evaporative water loss of root media where 3.0 mL·L^{-1} of AquaGro, a commercial wetting agent, and various amounts of mixture of polyoxyethylene nonylphenyl ether and polyoxyethylene castor oil (50:50 in volume ratio) had been incorporated into a liter of peatmoss + perlite (7:3, v/v) medium during formulation. Points represent mean of five replications.

토양습윤제가 상토의 건조속도에 미치는 영향

다양한 비율로 토양습윤제를 포함한 상토를 직경 10cm의 플라스틱 화분에 충전하고 저면관수 방법으로 충분한 양을 관수하였으며, 온실 내에 위치시키고 시간이 경과함에 따라 증발에 의한 상토의 수분함량 변화를 측정한 결과를 Fig. 5에 나타내었다.

무 처리에서 상토의 건조속도가 가장 빨랐으나 조사한 30일간 각 처리간 차이는 크지 않았다(Fig. 5A). 그러나 그림을 좀 더 확대시켜서 판단한 결과 무 처리에서 상토의 건조속도가 가장 빨랐으며, +대조구인 AquaGro 처리구에서 가장 느리게 수분을 상실하는 것으로 조사되었다(Fig. 5B). 본 연구에서 개발된 토양습윤제를 처리한 구들에서는 습윤제의 처리량이 증가 할수록 증발에 의한 상토의 건조속도가 느렸으며, 이는 토양습윤제의 처리량 증가로 상토의 표면에 수분이 강하게 흡착되어 수분의 이동을 느리게 한 원인이 되었다고 판단하였다(Elliot, 1992; Powel, 1982). 즉, 상토의 표토에서 수분이 증발하여 수분함량이 적어지면 상토내부에서 표토 쪽으로 수분이 이동하는데, 습윤제의 농도가 높을 경우 수분이 상토에 강하게 흡착되어 표토에서의 증발 및 상토내부에서 표토 쪽으로의 수분 이동이 더디게 일어났기 때문에 발생한 결과라고 판단하였다.

개발된 토양습윤제가 고추의 생육에 미치는 영향

피트모스 + 펄라이트(7:3, v/v) 혼합상토에서 고추를 플러그 육묘하면서 파종 전과 파종 5주 후 토양습윤제로 관주처리 하였을때 파종 8주 후의 생육에 미치는 영향을 Table 1에 나타내었다. 초장만을 고려할 때 1.0mL·L^{-1}의 처리에서 생육이 우수하였으며, 0.5mL·L^{-1}와 1.5mL·L^{-1} 처리에서도 비교적 생육이 우수하였지만, 무처리구나 2.0mL·L^{-1} 이상의 고농도 처리구에서는 생육이 저조하였다.

파종 8주 후의 초장은 0.5mL·L^{-1} 처리에서 22.2cm로 가장 컸으며, 줄기직경은 1.0mL·L^{-1} 처리에서 3.46mm로 가장 굵었고, 1.5 및 0.5mL·L^{-1} 처리에서 각각 3.32 및 3.28mm로 조사되었다. 파종 8주 후의 생체중은 1.0mL·L^{-1} 처리에서 식물체당 3.08g으로 가장 무거웠고, 0.5mL·L^{-1} 처리에서 3.03g으로 조사되었으며, AquaGro를 처리한 경우의 2.53g보다 식물체당 생체중이 월등히 무거웠다. 건물중도 0.5, 1.0 1.5 및 2.0mL·L^{-1} 처리에서 각각 0.806, 0.861, 0.787 및 0.780g으로 측정되어 +대조구로 삼은 AquaGro 3.0mL·L^{-1} 처리의 0.668g보다 무거워 생육이 우수하였다.

이와 같이 토양습윤제 처리로 생육이 우수하였던 것은 상토 구성 재료인 피트모스의 소수성이 극복되어 상토의 수분보유에 유리한 환경이 조성되고, 상토의 보수성 증가를 통해 식물이 쉽게 토양수를 흡착하였기 때문이라고 생각한다. 그러나 토양습윤제의 처리량이 1.5mL·L^{-1} 이상으로 증가할 경우 모든 생육지표에서 생육이 저조하였다. 이와 같은 원인은 1차적으로 토양습윤제가 토양수를 너무 강하게 흡착시켜 식물이 흡수하기가 쉽지 않았기 때문인 것에서 찾을 수 있다. 또한 정확한 보완연구가 필요한 내용이지만 토양습윤제 자체가 식물에 과잉장해를 유발하여 식물생육이 저조한 원인이 되었을 가능성도 배재할 수 없으며, Choi and Song (2003)도 유사한 내용을 보고한 바 있다.

Table 1. Effect of various application rate of surfactant mixture of polyoxyethylene nonylphenyl ether and polyoxyethylene castor oil (50:50 in volume ratio) to a liter of peatmoss + perlite (7:3, v/v) medium on growth of plug seedlings at 56 days after sowing of hot pepper 'Knockwang'[z].

Trt ($mL \cdot L^{-1}$)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Stem diameter (mm)	Number of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (g/plant)
AquaGro (3.0)	20.2	12.7	3.16	9.8	7.84	2.22	2.53	0.668
0.0	19.3	11.7	3.16	8.3	7.30	2.03	2.31	0.472
0.5	22.2	11.5	3.28	10.5	8.43	2.46	3.03	0.806
1.0	21.3	15.6	3.46	9.6	8.72	2.56	3.08	0.861
1.5	20.7	12.5	3.32	8.7	7.81	2.09	2.73	0.787
2.0	20.5	13.5	3.09	8.7	7.73	2.20	2.70	0.780
2.5	19.6	14.2	3.16	8.9	8.04	2.34	2.64	0.572
$LSD_{0.05}$[y]	1.26	1.16	0.28	0.73	0.40	0.15	0.23	0.106
Linear	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Quadratic	NS	**	NS	NS	**	NS	***	***

[z]Various ratios of surfactant mixtures were incorporated into root media before sowing.
[y]Least significant difference at $P = 0.05$.
NS,**,***Nonsignificant or significant at $P = 0.01$ and 0.001, respectively.

초 록

Polyoxyethylene nonylphenyl ether와 polyoxyethylene castor oil을 1:1(v/v)로 혼합하여 조제한 액상 토양습윤제(LWA)가 피트모스 + 펄라이트(7:3) 상토내 잔류성, 혼합상토의 초기 습윤화 및 고추(*Capsicum annuum* L. 'Knockwang') 플러그묘의 생육에 미치는 영향을 구명하고자 본 연구를 수행하였다. 토양습윤제의 처리량이 증가할수록 상토의 보수량이 뚜렷하게 증가하였고 본 연구에서 제조한 토양습윤제를 $2.5mL \cdot L^{-1}$의 비율로 처리한 구의 보수량이 AquaGroL을 $3.0mL \cdot L^{-1}$을 처리한 +대조구와 유사하였다. 처리된 토양습윤제는 처리 후 1 및 2번째 관수에서 대부분 용탈되었고, 10회 관수할 때까지 서서히 낮아지다가 10회 관수 이후에는 매우 낮은 농도로 분석되었다. 개발된 토양습윤제를 처리한 상토에서 관수한 수분의 수직방향으로 하강 속도를 측정한 결과 0.5, 1.0, 및 $1.5mL \cdot L^{-1}$의 비율로 처리한 구에서 -대조구보다 월등히 빨랐으나, 토양습윤제의 처리비율이 $2.0mL \cdot L^{-1}$ 이상으로 높아지면 점차 느려지는 경향을 보였다. 습윤제를 처리한 상토를 충분히 관수하고 온실에서 상토의 건조속도를 조사한 결과 무처리구의 건조속도가 가장 빨랐고, 개발된 토양습윤제의 처리비율이 높아질수록 상토의 건조속도가 느렸다. 파종 8주 후에 조사한 고추 플러그 묘의 생육에서 초장은 $0.5mL \cdot L^{-1}$ 처리에서 22.2cm로 가장 컸고, 줄기직경은 $1.0mL \cdot L^{-1}$ 처리에서 3.46mm로 가장 굵었으며, 생체중과 건물중은 $1.0mL \cdot L^{-1}$ 처리구에서 각각 식물체당 3.08g과 0.861g으로 조사되어 다른 시험구에 비해 유의하게 우수하였다. 그러나 $1.5mL \cdot L^{-1}$ 이상으로 토양습윤제의 처리량이 높아지면 점차 생육이 저조하였으며, 적정 처리량은 $1.0mL \cdot L^{-1}$라고 판단하였다.

추가 주요어 : 농도변화, 건물중, 증발량, 침투속도, 수분 보유

인용문헌

Bilderback, T.E., W.C. Fonteno, and D.R. Johnson. 1982. Physical properties of media composed of peanut hulls, pine bark, and peat moss and their effect on azalea growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:522-525.

Blom, T.J. and B.D. Piott. 1992. Preplant moisture content and compaction of peatwool using two irrigation techniques on potted chrysanthemums. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117:220-223.

Bowman, D.C., R.Y. Evans, and J.L. Paul. 1990. Fertilizer salts reduce hydration of polyacrylamide gels and affect physical properties of gel-amended container media. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115:382-386.

Choi, J.M. and K.R. Min. 2000. Effect of carriers on residue of wetting agent containing polyoxyethylene octylphenyl ether, initial wetting and water movement in container media. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 18:839-844.

Choi, J.M., K.R. Min, and J.S. Choi. 2000. Soil residual activity of surfactant mixtures containing polyoxyethylene octylphenyl ether and their effect on initial wetting and water movement in container media. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 18:612-620.

Choi, J.M. and Y.D. Song. 2003. Effect of soil wetting agents on germination, growth, and nutrient uptake of common cockscomb in plug culture. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44:514-517.

Collaborative International Pesticide Analytical Council (CIPAC). 1970. MT 53 method.

Elliott, G.C. 1992. Imbibition of water by rockwool-peat container media amended with hydrophilic gel or wetting agent. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117:757-761.

Fonteno, W.C. and T.E. Bilderback. 1993. Impact of hydrogel on physical properties of coarse-structured horticultural substrates. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118:217-222. Japanese Industrial Standard (JIS). 1975. K 3364.

Letey, J., J. Osborn, and R.E. Pelishek. 1962. Measurment of liquid-solid contact angles in soil and sand. Soil Sci. 93:149-153.

Nelson, P.V. 2003. Greenhouse operation and management. 6th ed. Prentice Hall, Englewood Cliff, N.J.

Powel, C.C. 1982. Use of soil wetting agents for pot plants, Cooperative Extension Service, The Ohio State Univ. Vol. 11 (No. 6).

Prince, T.A. and M.S. Cunningham. 1990. Response of easter lily bulbs to peat moisture content and the use of peat or of polyethylene-lined cases during handling and vernalization. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115:68-72.