

코이어 배지를 이용한 착색단고추 수경재배 시 적정 급액농도

김호철¹ · 차승훈¹ · 김철수¹ · 이혜진² · 이용범² · 배종함^{1*}

¹원광대학교 원예·애완동물학부, ²서울시립대학교 환경원예학과

Optimum Concentration of Supply Nutrient Solution in Hydroponics of Sweet Pepper using Coir Substrates

Ho Cheol Kim¹, Seung Hoon Cha¹, Chul Soo Kim¹, Hye Jin Lee²,
Yong-Beom Lee², and Jong Hyang Bae^{1*}

¹Division of Horticulture and Pet Animal-Plant Science, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

²Department of Environmental Horticulture, University of Seoul 130-743, Korea

Abstract. This experiment was carried out investigation of optimum concentration of supply nutrient solution in hydroponics of sweet pepper using coir substrates (coconut dust : fiber = 70% : 30%, v/v). During the growing period, it was found out that the electric conductivity (EC) would increase in proportion to the supply nutrient concentration but it was in inverse proportion to the moisture content. The pH of drainage was stable, while EC was high showing EC 7.3 dS·m⁻¹ in EC 4.0 dS·m⁻¹ of supply nutrient concentration. Also, standard deviation and coefficient of variation were high. Plant length was no difference by the supply nutrient concentration. Photosynthesis rate was generally high in supply nutrient concentration EC 4.0 dS·m⁻¹. Fruit weight was heavy in supply nutrient concentration EC 4.0 dS·m⁻¹, fruit shape was close to a regular square in supply nutrient concentration EC 3.5dS·m⁻¹.

Key words : coefficient of variation, coir substrates, supply nutrient solution, supply nutrient concentration

서 언

국내 양액재배의 급격한 증가에 따라 2000년대 이후 파프리카 재배면적 또한 급격한 증가를 보였다. 대부분 작물의 양액재배에는 암면과 펄라이트가 배지로써 많이 이용되고 있다. 그러나 암면 사용 후 폐기 처리 문제(Kim 등, 2000c)나 펄라이트의 지나친 배수 특성(Olympios, 1992)으로 다양한 배지의 개발을 위한 연구가 증가되고 있다(Kim 등, 2000a; Kim 등, 2000b; Lee 등, 1993; Lee 등, 1998). 특히, 코코넛 분말(coconut dust)은 양이온 치환용량(Verdonck 등, 1983)과 수분 흡수에 따른 팽창률이 높아 이용 가치가 높다. 또한 pH가 작물 생육에 적당하고 EC도 낮아 다양한 작물 재배에 활용될 수 있다. 그러나 국내에서는 코코넛을 재료로 하는 배지가 일부 이용되고 있으

나 재배 관리 시스템이 체계화되어 있지 않다. 특히, 작물 종류, 생육단계, 작형 등에 차이를 나타내는 배양액의 이온농도(Clark, 1982; Keltjens, 1981)에 대한 관리 체계는 전혀 갖추어 있지 않아 암면에 비해 품질 및 수량이 떨어지고 이는 코코넛 배지의 활용도를 더욱 낮게 하고 있다.

이에 본 연구는 코이어 배지(코코넛 분말:섬유=70%:30%, v/v)를 이용한 착색단고추 양액재배 시 공급 배양액의 적정 농도를 알아보고자 수행하였다.

재료 및 방법

시험 품종은 노란색 착색단고추 품종인 'Fiesta' (Enza zwaan Co., Netherland)이며, 유리 온실에서 시험을 수행하였다. 코이어 배지는 스리랑카에서 생산된 코코넛의 분말(dust)과 5cm 이하로 절단된 섬유(fiber)를 70:30(%, v/v)으로 혼합 조제하였다. 조제

*Corresponding author: bae@wonkwang.ac.kr
Received July 20, 2008; accepted September 7, 2008

Table 1. Electric conductivity (EC) and water content in the substrate according to the supply nutrient concentration hydroponically grown in sweet pepper from 4 to 20 weeks after planting.

Electric conductivity ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$)	EC ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$)			Water content (%)		
	Mean	SD ²	CV ³ (%)	Mean	SD ²	CV ³ (%)
Control (3.0)	4.4	0.84	19.2	68.7	6.36	9.3
2.5	3.2	0.56	17.3	57.2	5.02	8.8
3.5	4.3	1.15	27.0	64.1	1.96	3.1
4.0	5.8	1.62	27.8	70.2	6.28	9.0

²Standard deviation.

³Coefficient of variation.

시 유기질의 산도 교정을 위해 분말 1L 당 석고(질산 석회) 5g을 혼합하였다. 슬라브(slab)는 수경재배용 자루($120\times 28\text{cm}$)에 조제 배지를 자루당 12L씩 넣은 후 90cm 길이로 열 접착하여 만들었다. 배양액은 원수 분석 결과를 고려하여 $\text{NH}_4\text{-N}$ 0.8, $\text{NO}_3\text{-N}$ 18.5, Ca 10.3, Mg 3.9, K 7.7, PO_4 4.4, SO_4 $3.1\text{me}\cdot\text{L}^{-1}$ 로 조제하였고, 배양액 농도는 암면 재배 농가의 관행 농도($3.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$)를 대조구로 2.5, 3.5 및 $4.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 의 4처리로 하였으며, 공급량은 120~130mL/회로 하였다. 생육 기간 동안 슬라브 내의 EC 및 수분함량, 배수액의 pH 및 EC를 1주일마다 조사하여 변이정도를 살펴 보았다. 생육 특성으로 초장 변화와 엽의 광합성률을 조사하였고, 과실특성으로는 과중, 과형, 당도, 과육두께, 골 수, 경도 등을 조사하였다. 과형은 육안으로 판정하여 삼각형(1점), 사다리꼴형(2점), 직사각형(3점), 정사각형(4점) 등으로 구분하였으며, 골 깊이도 과정부 부위의 골을 얇음(1점), 보통(2점), 아주 깊음(3점) 등으로 구분하였다.

결과 및 고찰

생육 기간 동안 배양액의 급액 농도에 따른 슬라브 내의 EC와 수분함량의 변이정도를 조사한 결과(Table 1), EC에서는 control($3.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$)의 평균 EC $4.4\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 와 비교하여 급액 농도 $EC\ 2.5\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, $3.5\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 및 $4.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 에서는 각각 평균 EC $3.2\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, $4.3\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 및 $5.8\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 을 나타내어 급액 농도가 높을수록 슬라브 내의 EC도 높은 경향이였다. 또한 변이계수도 평균 EC와 같은 경향을 나타내어 급액의 EC 농도가 높을수록 생육 기간 중 배지 내의 EC 변화가 심한 것으로 나타났다. 생육 초기에는 급액 EC 농도가 높을수록 배지의 EC 농도도 높아지는 경

향으로 EC $2.8\sim 4.9\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 급액 농도 간 차이를 나타내었다. 그러나 정식 후 12주째에는 급액 농도 $EC\ 3.5\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 에서 $EC\ 4.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 급액 농도 $EC\ 3.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 보다 낮아졌다. 이러한 경향은 생육 중후반 까지 계속되었지만 후반기에 다시 상승하여 초기와 같은 경향을 나타내었다. 그러나 급액 농도 $EC\ 4.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 에서는 8주후에 급격히 상승한 후 12주에 다시 감소하다가 $EC\ 4.4\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 까지 낮아지는 변화를 나타내었다. 수분함량에서는 급액 농도 $EC\ 4.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 에서 평균 70.2%로 가장 높았고 $EC\ 2.5\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 에서는 평균 57.2%로 가장 낮았다. 다른 두 처리에서는 각각 64.1%와 68.7%를 나타내었는데 특히, 급액농도 $EC\ 3.5\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 에서는 표준편차 1.96%와 변이계수 3.1%로 아주 낮아 생육 기간 동안 변화가 가장 적었다. 이는 EC 농도가 작물의 근근부 환경에서 뿌리의 발달과 양분 흡수와의 관계에서 적정 농도에서는 작물의 뿌리발달이 좋아 충분히 수분을 흡수하여 슬라브 내에 수분 함량이 낮아진 것으로 판단된다. EC는 생육 기간 동안 전반적으로 급액 농도 $EC\ 3.0, 2.5, 3.5, 4.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 에서 각각 평균 4.4, 3.2, 4.3, $5.8\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 을 나타내어 $EC\ 3.5\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 이상의 배양액 공급은 다소 급격한 변화로 적합하지 않은 것으로 생각된다. 수분함량은 생육 초기에는 급액 농도 $EC\ 3.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 에서 65.3%로 가장 높았고 $EC\ 2.5\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 에서 가장 낮았다. 이러한 경향은 생육 후반까지 계속되어 정식 20주 후에는 급액 농도 $EC\ 3.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 에서 78.3%로 가장 높았고, 다음으로 $EC\ 4.0, 3.5, 2.5\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 순이었다. 특히, $2.5\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 공급배양액의 배지에서는 다소 낮은 57.2%를 나타내었으며, 전반적으로 볼 때 급액 농도에 따른 배지의 수분함량의 변화는 급액 EC 농도 $3.5\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 에서 생육 기간 동안 안정적인 변화를 보였다(Fig. 1).

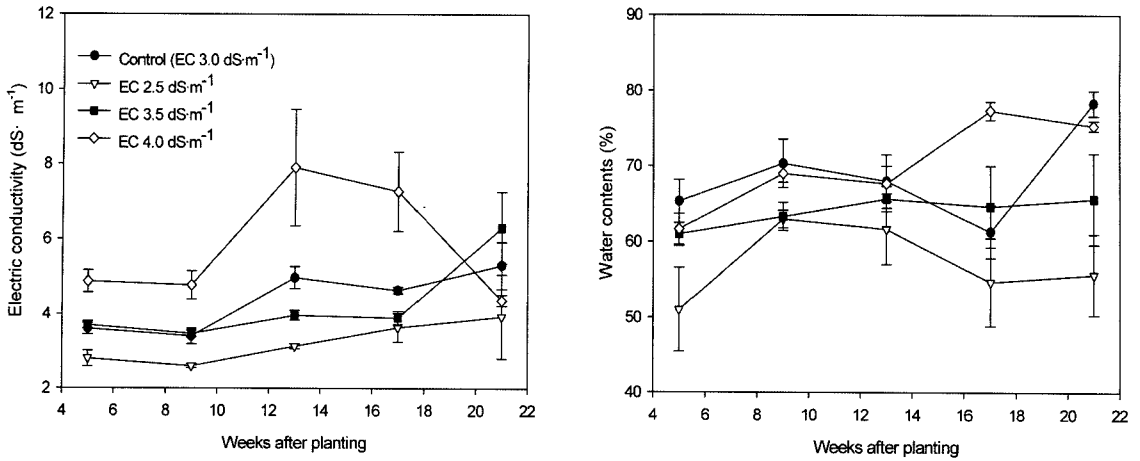


Fig. 1. Changes of electric conductivity and water content in the substrate according to the supply nutrient concentration hydroponically grown in sweet pepper from 4 to 20 weeks after planting. Vertical bars represent standard errors.

Table 2. pH and electric conductivity (EC) of drainage nutrient solution according to the supply nutrient concentration hydroponically grown in sweet pepper from 4 to 20 weeks after planting.

Electric conductivity (dS·m ⁻¹)	pH			EC (dS·m ⁻¹)		
	Mean	SD ²	CV ³ (%)	Mean	SD ²	CV ³ (%)
Control (3.0)	6.3	0.23	3.6	4.6	0.96	20.8
2.5	6.4	0.25	4.0	3.5	0.34	9.7
3.5	6.0	0.37	6.1	4.6	0.43	9.3
4.0	6.1	0.21	3.4	7.3	1.93	26.6

²Standard deviation.

³Coefficient of variation.

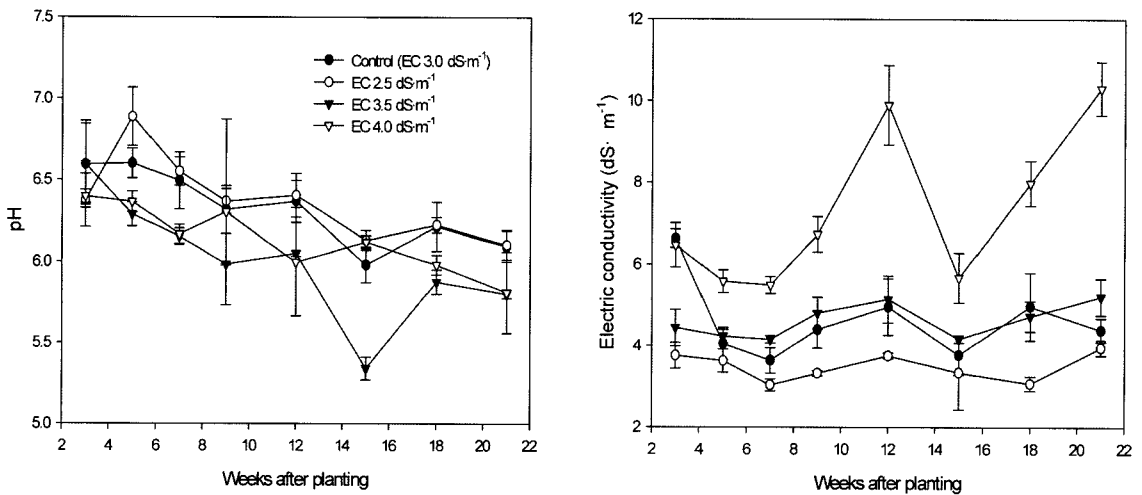


Fig. 2. Changes of pH and electric conductivity (EC) of drainage nutrient solution according to the supply nutrient concentration hydroponically grown in sweet pepper from 4 to 20 weeks after planting. Vertical bars represent standard errors.

생육 기간 동안 배양액의 금액 농도에 따른 배액의 pH와 EC를 조사한 결과(Table 2), 배액의 pH는 EC 2.5dS·m⁻¹와 control(3.0dS·m⁻¹)에서 각각 평균 pH 6.4와 6.3으로 EC 3.5dS·m⁻¹와 4.0dS·m⁻¹의 평균

pH6.0과 6.1보다 다소 높아 급액 EC 농도가 높으면 배액의 pH는 낮아지는 경향을 나타내었는데 이 범위는 작물의 생육적정 범위인 pH5.5~6.5의 범위에 있어 작물의 생육에는 큰 영향이 없는 것으로 나타났다. 배액의 EC는 pH와는 반대의 경향으로 EC 4.0dS·m⁻¹에서 평균 7.3dS·m⁻¹으로 가장 높았으며, 표준편차 (1.93dS·m⁻¹), 변이계수(26.6%)도 변화가 심하였다. EC 2.5dS·m⁻¹에서는 평균 3.5dS·m⁻¹로 가장 낮았다. 나머지 두 배지에서는 모두 4.6dS·m⁻¹를 타내내었지만 EC 3.5dS·m⁻¹에서 표준편차 0.96dS·m⁻¹, 변이계수 20.8%를 나타내어 변화가 약간 심한 것으로 나타났다. 배액의 pH는 재배가 진행되면서 낮아지는 경향을 나타내었다. 또한 생육 전반에 걸쳐 급액 EC 농도 3.0, 2.5, 3.5, 4.0dS·m⁻¹에서 각각 평균 pH6.3, 6.4, 6.0, 6.1을 나타내어 적정 pH 농도를 벗어나지 않아 안정적으로 생각된다. 배액의 EC는 생육 전반에 걸쳐 급액 농도가 높을수록 배액의 EC도 높아지는 경향이 있었다. 특히 급액 농도 EC 4.0dS·m⁻¹의 배액에서는 정식 12주 후에 EC 9.9dS·m⁻¹, 15주 후에 5.7 dS·m⁻¹ 등 크게 불안정한 변화를 나타내었다. 생육 전반에 걸쳐서는 급액 EC 농도 3.0, 2.5, 3.5, 4.0 dS·m⁻¹ 각각 평균 EC 4.6, 3.5, 4.6, 7.3dS·m⁻¹을 나타내어 급액 EC 농도 4.0dS·m⁻¹를 제외한 나머지 급액 농도는 문제가 없는 것으로 나타났다(Fig. 2).

생육 기간 동안 급액 농도에 따른 초장의 변화를 살펴본 결과는 Fig. 3과 같다. 초장은 생육 전반에 걸쳐 급액 농도가 높을수록 다소 큰 경향을 나타내었으며, 정식 21주 후 급액 EC 농도 3.0, 2.5, 3.5, 4.0dS·m⁻¹에서 각각 평균 165.3, 163.8, 176.9, 180.8cm를 나타내었다. 전반적으로 급액 농도에 따른 초장의 변화는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

생육 기간 동안 급액 농도에 따른 광합성율을 살

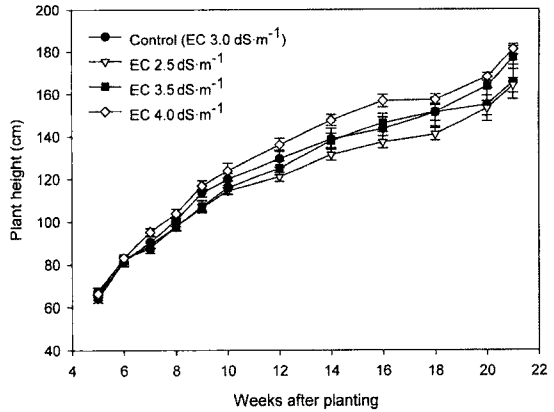


Fig. 3. Changes of plant height according to the supply nutrient concentration hydroponically grown in sweet pepper at 13 weeks after planting. Vertical bars represent standard errors.

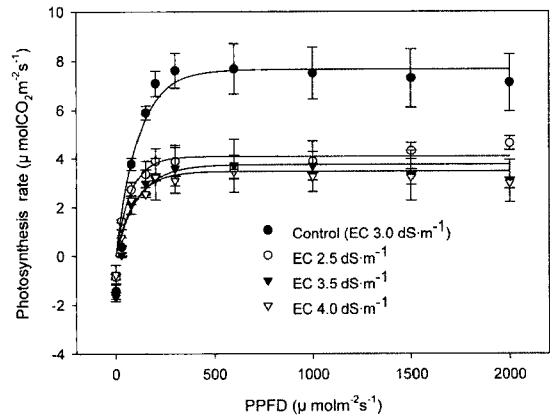


Fig. 4. Photosynthesis rate according to the supply nutrient concentration hydroponically grown in sweet pepper at 13 weeks after planting. Vertical bars represent standard errors.

펴본 결과는 Fig. 4와 같다. 광합성율을 급액 농도 3.0dS·m⁻¹에서 월등히 높은 것을 제외하고 나머지 급액 농도간에는 큰 차이를 나타내지 않았다.

Table 3. Characteristics of fruit quality according to the supply nutrient concentration hydroponically grown in sweet pepper.

Electric conductivity (dS·m ⁻¹)	Fruit weight (g)	Fruit shape ²	Soluble solids (°Brix)	No. of valley of fruit surface	Thickness of flesh (mm)	Fruit hardness (g/Ø1mm)
Control (3.0)	178.9 ab ³	2.8 b	6.4 b	3.5 a	7.03 a	170.5 a
2.5	160.4 b	3.3 a	6.7 a	3.4 a	6.88 b	166.8 b
3.5	182.2 ab	3.4 a	6.7 a	3.3 a	7.22 a	176.9 a
4.0	199.0 a	3.1 a	6.6 a	3.4 a	7.52 a	172.9 a

²Shape of the side of fruit. 1, triangle; 2, echelon; 3, rectangle; 4, regular square.

³Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at P=0.05.

급액 농도에 따른 과실의 품질 특성을 조사한 결과 (Table 3), 과중은 급액의 농도가 높을수록 무거운 경향으로 EC 4.0dS·m⁻¹에서 199.0g을 나타내었고 EC 2.5.0dS·m⁻¹에서는 16.4g으로 농도간 차이가 컸다. 육안상 과형은 EC 3.0dS·m⁻¹에서 다소 뾰족한 형태를 보였고, 당도는 EC 3.0dS·m⁻¹에서 다소 낮았다. 과실의 꿀 수는 차이를 나타내지 않았다. 과육두께는 EC 2.5dS·m⁻¹에서 가장 얇았고 경도는 EC 2.5dS·m⁻¹에서 가장 낮았다.

적 요

코이어 배지(코코넛 분말:섬유=70%:30%, v/v)를 이용한 착색단고추 수경재배에서 공급 배양액의 적정 농도를 구명하고자 EC 2.5, 3.0, 3.5 및 4.0dS·m⁻¹의 농도를 공급하였다.

생육 기간 동안 배양액의 급액 농도에 따른 슬라브 내의 EC는 급액 농도가 높아지면 증가하는 경향을 보였으며, 수분 함량은 반대의 경향을 보였다. 배액의 pH는 안정적이었으며, EC는 급액 농도 EC 4.0dS·m⁻¹에서 EC 7.3dS·m⁻¹로 높았을 뿐만 아니라 표준편차와 변이계수도 높았다. 초장은 급액농도 간 큰 차이를 나타내지 않았다. 광합성율은 급액 농도 EC 4.0dS·m⁻¹에서 전반적으로 높았다. 과중은 급액 농도 EC 4.0dS·m⁻¹에서 가장 무거웠으며, 과형은 급액 농도 EC 3.5dS·m⁻¹에서 정사각형에 가까웠다.

주제어 : 공급 배양액, 공급 배양액 농도, 변이계수, 코이어 배지

사 사

본 연구는 농림부 농림기술관리센터의 지원에 의해

수행된 것임.

인 용 문 헌

1. Clark, R.B. 1982. effects of various factors on nutrient composition of plants. Handbook of nutrient and food. CRC Press, Florida.
2. Keltjens, W.G. 1981. Absorption and transport of nutrient cation and anions in maize roots. plant and Soil 63:39-46.
3. Kim, D.H., Y.H. Kim, and H.J. Jong. 2000a. Effects of substrates and the ratios of NO₃⁻-N to NH₄⁺-N in nutrient solution on growth and yield of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in bag-culture. J. Bio-Environ. Control 9(2):85-93.
4. Kim, K.H., S.H. Lim, Y.I. Namgung, and K.C. Yoo. 2000b. Evaluation on the physical and chemical properties of expanded rice hulls as hydroponic culture medium. J. Bio-Environ. Control 9(2):73-78.
5. Kim, O.I., J.Y. Cho, and B.R. Jeong. 2000c. Medium composition including particles of used rockwool and wood affects growth of plug seedlings of petunia 'Romeo'. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 18(1):33-38.
6. Lee, Y.B., K.W. Park, M.Y. Roh, E.S. Chae, S.H. Park, and S.H. Kim. 1993. Effects of ecologically sound substrates on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in the bag culture. J. Bio. Fac. Environ. 2(1):37-45.
7. Lee, B.S., S.G. Park, and S.J. Chung. 1998. Effects of substrates and irrigation methods on the plant growth and fruit yield of hydroponically grown cucumber plants. J. Bio. Fac. Environ. 7(2):151-158.
8. Olympios, C.M. 1992. Soilless media under protected cultivation: rockwool, peat, perlite and other substrates. Acta Hort. 323:215-240.
9. Verdonck, O., R. Penninck, and M. De Boodt. 1983. The physical properties of different horticultural substrates. Acta Hort. 150:155-159.