

착색단고추의 수경재배에 적합한 대체 배지 개발

배종향^{1*} · 이용범² · 김호철¹ · 차승훈¹ · 이혜진²

¹원광대학교 원예·애완동식물학부, ²서울시립대학교 환경원예학과

Development of Suitable Alternative Substrates in Hydroponics of Sweet Pepper

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

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. To develop suitable alternative substrates in hydroponics of sweet pepper, changes of water contents of substrates and electric conductivity (EC) of drainage nutrient solution, growth and fruit characteristics according to the kind of coir substrates were investigated compared with rockwool. In all coir substrates compared with rockwool during growing period, water contents were higher, EC of drainage nutrient solution except for fiber 50% were lower, and the coefficient of variation were a little, especially were so in fiber 30% of coir substrates. Plant growth in fiber 30% substrate was better than others but there was no significant difference. Photosynthesis rate and chlorophyll content were best in fiber 50% substrate. Fruit weight was no significant difference, but L/D ratio and shape of the fruits were good in fiber 50% substrate and rockwool as which were close to regular square. Therefore, it was estimated that mixed coir substrates with fiber 30~50% are enough in possibility as alternative substrate.

Key words : coconut dust, coconut fiber, coefficient of variation, coir substrates

서 언

국내 양액재배는 1990년대 후반부터 펄라이트와 암면 배지를 이용한 재배 면적이 급속히 증가하였고, 적용 작물도 다양해지고 있다. 그러나 암면은 다년 재배 시 배지의 물리화학적 성질이 열악하여 재사용이 불가능하고 폐기에 따른 환경문제가 발생하고 있다(Kim 등, 2000c). 그리고 펄라이트 단용배지는 관수방법에 따라 배지 내 수분변화가 심하고 완충능력도 낮은 단점을 갖고 있다(Kim 등, 2000a; Olympios, 1992). 이러한 배지의 문제를 보완하고자 왕겨, 훈탄, 톱밥, 바크 등의 단용 유기 배지나 혼용 배지에 대한 연구가 많이 진행되고 있다(Adams, 1990; Kim 등, 2000a; Kim 등, 2000b; Lee 등, 1993; Lee 등, 1998). 유기배지는 친환경적이고 근권 환경에서 안정적인 것으로 알려

져 있으나, 일부 배지에서는 근권 EC와 pH가 불안정하고(Kim 등, 2000a; Smith, 1992; Yun, 1996) 보수력이 떨어지는 등(Kang 등, 2004; Kim 등, 2000b) 종류에 따라 다양한 특성을 나타낸다(Verdonck 등, 1983). 유럽에서는 코코넛 분말(dust)과 섬유(fiber)를 이용한 양액 재배용 배지 개발 연구가 이루어져 분말은 포트용(Pryce, 1990), 섬유는 컨테이너용(Batra, 1985)에 적합하다고 보고하였다. 코이어(coir) 배지는 수분 보유력 및 침투율, 그리고 다공율에서 우수하여(Savithri 등, 1993; Savithri와 Khan, 1993) 작물 생육에 도움을 준다(Bragg 등, 1993; Kang 등, 2004). 그러나 코코넛 분말을 단용하거나 과다 혼용하면 과실 수량은 증가할 수도 있으나, 질소 고정 및 침화, C/N율의 증가, 양이온 치환 능력의 저하 등이 발생하여 완충물이나 양이온의 보완이 필요하다(Arenas 등, 2002; Handreck, 1993). 코코넛 섬유도 적정 혼합 사용 시 초장, 과실수, 주당 수확량, 과실크

*Corresponding author: bae@wonkwang.ac.kr
Received May 6, 2008; accepted May 20, 2008

기 등을 증가시키나(Kim 등, 2000a; Teo와 Tan, 1993) 과다 혼합 사용 시 질산염 용출을 증가시킨다(Hernández-Apaolaza와 Guerrero, 2007). 이러한 많은 연구에서 코코넛을 원료로 한 배지의 우수성과 암면의 대체 배지로써 가능성을 밝혔으나(Bragg 등, 1993; Savithri와 Hameed, 1994; Vavrina 등, 1996), 국내에서는 이에 대한 연구가 거의 이루어지지 않았다. 또한 원료 생산이 되지 않아 수입에 따라 가격이 불안정하고, 일부 배지가 수입되어 이용되고는 있으나 이에 따른 재배 관리 체계가 확립되지 않아 많은 문제점을 나타내고 있다.

이에 본 연구는 암면 대체 배지로써 코이어 배지의 가능성을 알아보고자 코코넛 분말과 섬유의 혼합 비율에 따른 배지의 물리화학적, 생육 및 과실 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

전북 익산시 '익산모던영농조합' 파프리카 유리 온실에서 노란색 착색 단고추 품종인 'Fiesta'(Enza zwaan Co., Netherland)를 대상으로 분쇄된 코코넛 분말과 5cm 이하로 절단된 섬유를 이용하여 비중을 고려하여 100:0, 90:10, 70:30 및 50:50 (v/v)로 4처리, 암면(Rockwool, UR-mat, 한국UR암면, Korea)과 프로핏(Profit, 대영, Korea)을 대조구로 하여 처리하였다. 코이어 배지 조제 시 산도 교정을 위해 코코넛 분말 1L 당 질산석회 5g을 혼합하였고, 혼합 조제된 배지를 수경재배용 자루(120×28cm)에 12L씩 넣어 90cm 길이로 열 접착하여 밀봉하였다.

육묘는 암면플러그 판(Grodan, Denmark)에 파종한 후 온도 25°C, 습도 80%인 암실에서 발아시킨 후 본엽 2매 정도가 전개되었을 때 암면 블록(Du 4.6, Grodan, Denmark)으로 옮겨 주간 25°C, 야간 20°C 정도로 하였다. 정식은 본엽 7~8장이 전개되고 첫 화방이 형성된 후 EC 3.0dS·m⁻¹, pH5.5의 배양액으로 3일 동안 포수시킨 자루위에 3주씩 올리고 3반복 처리하였다.

배양액 조성은 NH₄-N 0.8, NO₃-N 18.5, Ca 10.3, Mg 3.9, K 7.7, PO₄ 4.4, SO₄ 3.1me·L⁻¹로, 급액은 EC 2.8~3.0dS·m⁻¹, pH5.6~5.8로 공급하였다. 1회 공급량은 120mL, 일일 공급횟수는 고온기(8~9월)

12±2회, 저온기(10월~11월 중순) 6±3회, 동절기(11월 하순 이후) 5±2회로 하였으며 비가 오거나 흐린 날은 다소 공급횟수를 줄였다. 배지 내 수분함량과 배액의 EC의 변화는 그로단 수분측정기(WCM-Control, Grodan, Denmark)와 pH meter기로 2주 간격으로 조사하여 평균, 표준편차, 그리고 변이계수로 나타내었다. 초장은 일반 판매용 줄자(5m, cm 단위), 엽의 엽록소량은 휴대용 엽록소 측정기(SPDA-502, Minolta camera Co., LTD, Japan)를 이용하여 2주 간격으로 조사하였다. 그리고 광합성율은 정식 후 13주째 광합성측정기(Li-6400, Li-cor, USA)로 측정하였다. 과실특성은 과중, 과고와 과경에 의한 과형지수(L/D율)와 육안 상 과형, 과피두께, 골 수, 과육 내 수분함량 등을 조사하였다. 육안 상 과형은 삼각형(1점), 사다리꼴형(2점), 직사각형(3점), 정사각형(4점)으로 구분하였다.

결과 및 고찰

생육 기간 동안 2주 간격으로 배지의 종류에 따른 배지 내 수분함량과 배액의 EC를 측정하여 변화정도를 살펴본 결과(Table 1), 배지 내 수분함량은 코이어 배지에서 평균 66.8~70.9% 범위였고 표준편차 5.9~7.5%, 변이계수 8.9~10.5%로 안정적이었다. 특히 섬유가 많이 혼합된 30%와 50% 배지에서 표준편차와 변이계수가 작은 경향이였다. 프로핏 배지에서는 평균 50.5%로 코이어 배지보다 낮았는데 이는 원료를 직접 파쇄하여 사용하는 제조과정에서 분말과 섬유의 혼합 비율의 차이가 있기 때문으로 생각된다(Verdonck 등, 1983). 암면배지에서는 평균 27.7%로 아주 낮았고 변이계수가 높게 나타나 생육 기간 중 배지 내 수분의 변화가 심한 것으로 나타났다. 이러한 코이어 배지와 암면배지의 차이는 코코넛 분말의 높은 수분 보유력(Savithri 등, 1993; Savithri와 Khan, 1993)과 암면의 높고 빠른 흡수력에 비해 낮은 수분 보유력을 갖고 있기 때문으로 생각된다. 배액의 EC는 섬유 50% 배지에서 평균 7.1dS·m⁻¹로, 암면배지에서 평균 6.6dS·m⁻¹로 다른 배지에 비해 높았고, 두 배지에서 변이계수도 아주 컸다. 이는 코이어 배지의 섬유의 혼합과다(Hernández-Apaolaza와 Guerrero, 2007)와 암면의 낮은 수분 보유력 때문으로 생각된다.

생육 기간 동안 배지 종류에 따른 초장 변화를 살

Table 1. Variation per two weeks on water contents of substrates and electric conductivity (EC) of drainage nutrient solution in the substrates according to the different substrates hydroponically grown in sweet pepper from 3 to 21 weeks after planting.

Mixed ratio (%)		Water contents of substrates (%)			EC of drainage nutrient solution ($\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$)		
Dust	Fiber	Mean	SD ^z	CV ^y (%)	Mean	SD	CV (%)
100	0	67.7	7.07	10.4	5.9	0.89	15.2
90	10	70.9	7.46	10.5	6.0	0.71	11.8
70	30	70.3	6.29	8.9	5.9	0.81	13.6
50	50	66.8	5.94	8.9	7.1	1.83	25.9
Profit		50.5	5.90	11.7	6.0	1.02	17.0
Rockwool		27.7	3.34	12.1	6.6	1.60	24.1

^zStandard deviation.

^yCoefficient of variation.

피본 결과(Fig. 1), 생육 초기에는 섬유 0% 배지가 가장 저조하였으며, 프로핏과 암면배지는 섬유 0% 배지보다는 다소 좋았다. 그러나 생육 중반으로 가면서 섬유 50% 배지의 생육이 다른 배지에 비해 다소 저조하였는데 이는 배액의 EC가 높았던 것(Table 2)으로 보아 작물의 양분흡수율이 낮았기 때문으로 생각된다. 프로핏 배지에서는 중반으로 가면서 좋아지는 경향이 있었다. 이러한 경향은 시험 종료 시까지 계속되어 섬유 10%와 30% 배지에서 가장 좋았고 프로핏 배지에서도 이와 비슷한 수준이었다. 그러나 섬유 0% 배지에서는 암면배지보다 더 저조한 수준을 나타내었는데 이는 섬유질 없이 분말만 단용하여 질소고정이 심하고 C/N율도 높아졌기 때문으로 생각된다(Arenas 등, 2002).

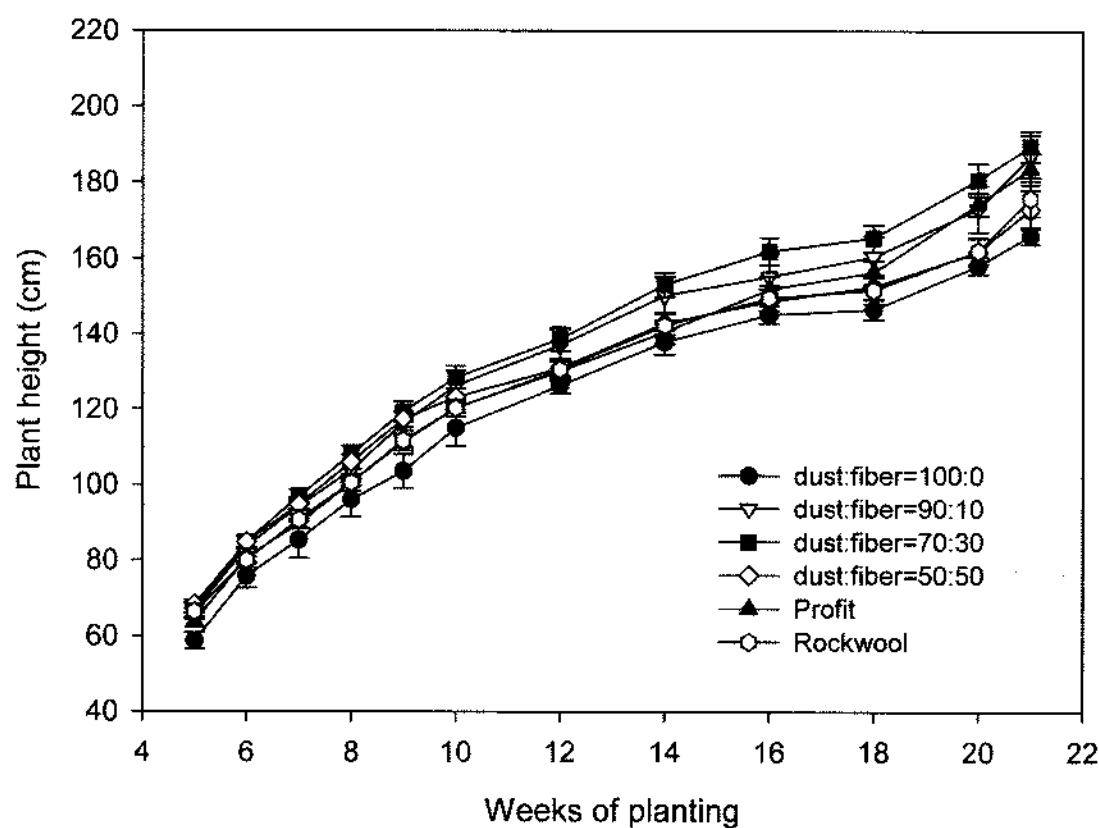


Fig. 1. Changes of plant height according to the different substrates hydroponically grown in sweet pepper from 3 to 21 weeks after planting. Vertical bars represent standard errors.

배지의 종류에 따른 엽록소 함량을 측정된 결과(Fig. 2), 정식 후 5주째 조사에서 모든 배지에서 51.5~55.9SPAD/6mm² 범위로 큰 차이를 보이지 않았지만 암면 배지에서 다소 높은 경향이 있었다. 이후 생육 전반 동안 이러한 경향은 계속되어 정식 21주 후 암면과 섬유 50% 배지에서 높은 경향이었고 다음으로 섬유 0%와 30%, 섬유 10%, 그리고 프로핏 배지 순이었다.

광합성률(Fig. 3)은 섬유 50% 배지에서 다른 배지와 큰 차이로 높았고, 다음으로 암면, 프로핏과 섬유 0%, 섬유 30%, 그리고 섬유 10% 배지 순이었다. 그러나 배지 내의 수분함량과 광합성률의 정의 관계성(Shibuta 등, 1997; Table 1)을 고려하면 이러한 결과는 수분함량보다는 잎의 기공수나 엽록소 함량(Fig. 4)

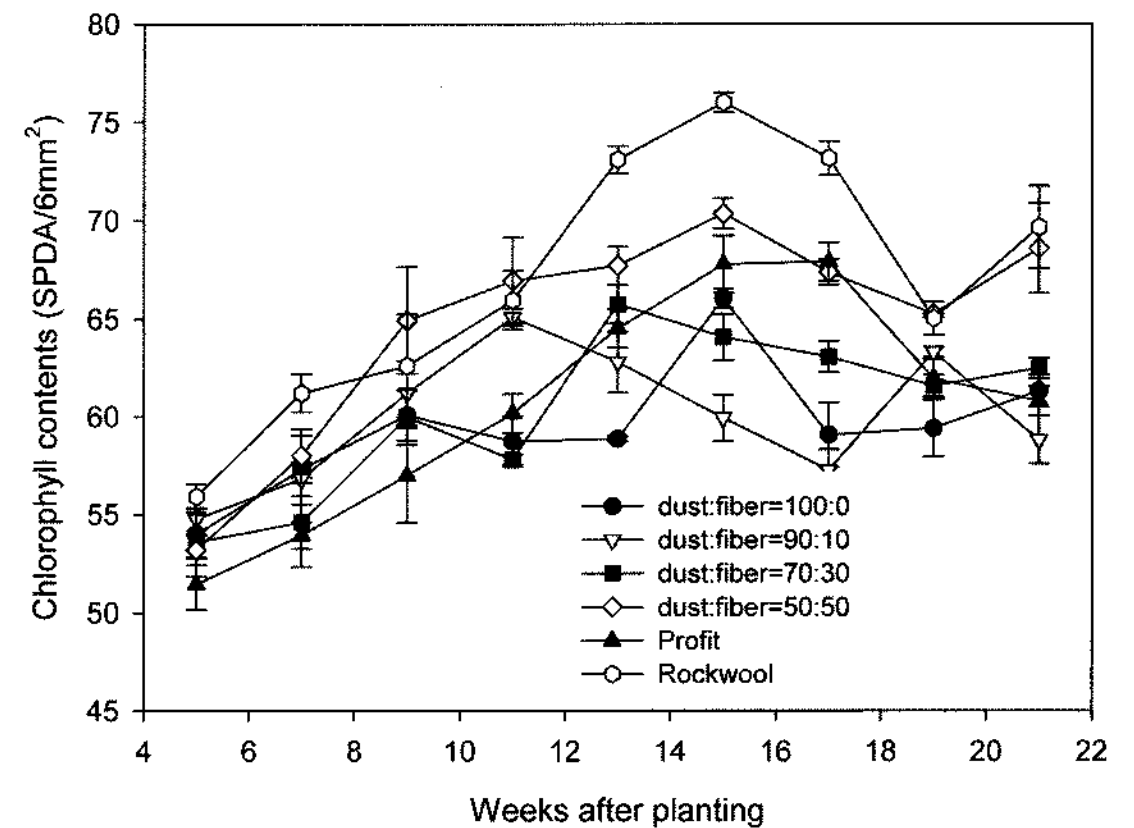


Fig. 2. Changes of chlorophyll contents according to the different substrates hydroponically grown in sweet pepper from 3 to 21 weeks after planting. Vertical bars represent standard errors.

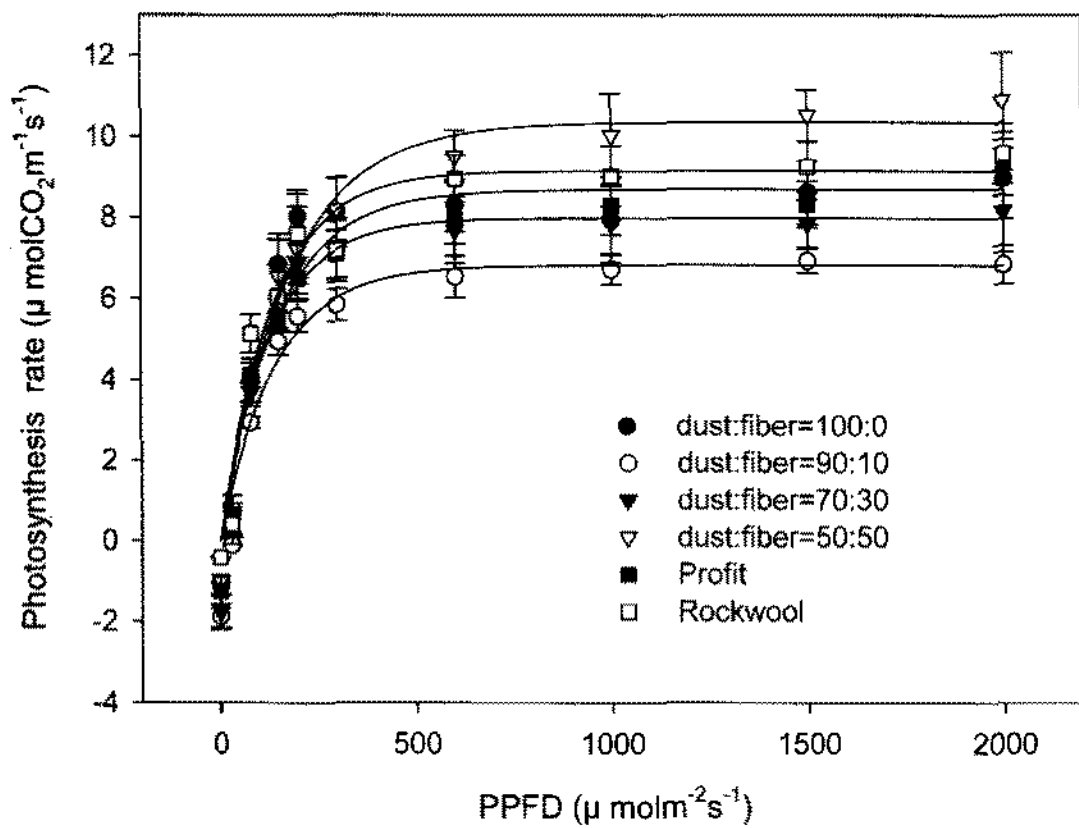


Fig. 3. Photosynthesis rate according to the different substrates hydroponically grown in sweet pepper at 13 weeks after planting. Vertical bars represent standard errors.

의 차이에 영향을 더욱 크게 받은 것으로 생각된다.

배지의 종류에 따른 과실 품질 특성을 조사한 결과 (Table 2), 과중은 배지 종류 간 유의한 차이를 나타내지 않았다. 섬유유의 적정 혼합 사용이 과실 크기가 증가한다는 연구 결과(Kim 등, 2000a; Teo와 Tan, 1993)와는 차이를 나타냈는데, 이는 시험처리 시 동일한 적과 작업의 영향을 더욱 크게 받았기 때문으로 생각된다. 과형지수는 암면과 섬유유 50% 배지에서 각각 1.0과 0.9로 정사각형에 가까웠고 다른 배지에서는 과고가 다소 긴 직사각형에 가까웠다. 그리고 육안 판단에서도 유사한 경향이였다. 당도는 섬유유 30% 배지에서 다소 낮았고 다른 배지 간에는 차이를 나타내지 않았다. 과육두께는 섬유유 50% 배지에서 가장 두터웠고, 프로핏과 섬유유 30%에서 얇았다. 과실 내 수분함량도 과육이 얇은 섬유유 30%에서 다소 낮았다. 따라서 과실 품질에 있어 섬유유 50%와 암면배지에서 우수하였

고, 두 배지 간 큰 차이를 나타내지 않았다. 본 결과나 코코넛 섬유유의 혼합 배지가 수량성 증대에 도움을 준다(Kim 등, 2000a; Teo와 Tan, 1993)는 기존 연구 결과들을 고려하면 코이어 배지를 이용한 수경재배 시 양이온의 보완(Handreck, 1993)을 철저히 한다면 더욱 좋은 상품과를 생산할 수 있을 것으로 생각된다.

적 요

파프리카 수경 재배에 적합한 대체 배지 개발을 위해 코이어 배지의 종류에 따른 배지의 수분함량 및 배액의 EC 변화, 생육 및 과실 특성을 암면과 비교 시험하였다.

생육 기간 동안 암면에 비교하여 모든 코이어 배지에서 배지 내 수분함량은 높았고 섬유유 50% 배지를 제외하고 배액의 EC는 낮았고, 변이계수도 작았다. 특히, 섬유유 30% 배지에서 수분함량과 배액 EC가 안정되었고 급격한 변화가 없었다. 초장 생육은 섬유유 30%에서 다소 높은 편이었으나 큰 차이를 나타내지 않았다. 엽록소 함량과 광합성률은 암면과 섬유유 50% 배지에서 높았다. 과중은 배지 종류 간 유의한 차이를 나타내지 않았고, 과형지수와 육안 상 과형은 섬유유 50% 배지와 암면에서 정사각형에 가까웠다. 따라서 코이어 배지를 이용한 착색단고추의 수경 재배에 있어 섬유유가 30%~50% 혼합된 코이어 배지는 암면의 대체 배지로서 충분한 가능성을 갖고 있는 것으로 생각된다.

주제어 : 변이계수, 코이어 배지, 코코넛 분말, 코코넛 섬유

Table 2. Characteristics of fruit quality according to the different substrates hydroponically grown in sweet pepper.

Mixed ratio (%)		Fruit weight (g)	L/D ratio	Fruit shape ²	Soluble solids (°Brix)	Thickness of flash (mm)	No. of valley of fruit surface	Moisture contents (%)
Dust	Fiber							
100	0	188.3 a ^x	1.2 a	2.9 c	6.7 a	7.29 a	3.3 b	91.5 a
90	10	176.9 a	1.1 a	3.0 c	6.8 a	7.30 a	3.4 ab	92.2 a
70	30	178.9 a	1.2 a	2.8 c	6.4 b	7.03 b	3.5 a	90.7 b
50	50	181.2 a	0.9 b	3.4 b	6.6 a	7.47 a	3.6 a	91.5 a
Profit		187.8 a	1.2 a	3.0 c	6.8 a	6.99 b	3.4 ab	91.4 a
Rockwool		191.6 a	1.0 b	3.7 a	6.8 a	7.25 a	3.6 a	91.4 a

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

^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test at P=0.05.

사 사

이 논문은 농림부 농림기술관리센터의 지원에 의해 수행되었음.

인 용 문 헌

1. Adarms, P. 1990. Hydroponic system for winter vegetables. *Acta Hort.* 278:181-189.
2. Arenas, J.A., C.S. Vavrina, J.A. Cornell, E.A. Hanlon, and G.J. Hochmuth. 2002. Coir as an alternative to peat in media for tomato transplant production. *Hort-Science* 37(2):309-312.
3. Batra, S.K. 1985. Other long vegetable fibers. *Handbook of Fiber Science and Technology* #4.
4. Bragg, N.C., J.A.R. Walker, E. Stentiford, and M. Tanti. 1993. The use of composted refuse and sewage as medium additives for container grown plants. *Acta Hort.* 342:155-168.
5. Hernández-Apaolaza, L. and F. Guerrero. 2007. Comparison between pine bark and coconut husk sorption capacity of metals and nitrate when mixed with sewage sludge. *Bioresource Technology*, Article in Press, Corrected Proof.
6. Handreck, K.A. 1993. Properties of coir dust, and its use in the formulation of soilless potting media. *Commun. Soil and Plant Anal.* 24:349-363.
7. Kang, J.Y., S.N. Park, H.H. Lee, and K.H. Kim. 2004. Determination of water retention characteristics of organic and inorganic substrates for horticulture by European Standard Method. *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 37(2):55-58.
8. Kim, D.H., Y.H. Kim, and H.J. Jong. 2000a. Effects of substrates and the ratios of NO_3^- -N to NH_4^+ -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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. Olympios, C.M. 1992. Soilless media under protected cultivation: rockwool, peat, perlite and other substrates. *Acta Hort.* 323:215-240.
14. Pryce, S. 1990. Alternatives to peat. *Pro. Hortic.* 5:101-106.
15. Savithri, P. and H.H. Khan. 1993. Characteristics of coconut coir peat and its utilization in agriculture. *J. Plant Crop.* 22:1-18.
16. Savithri, P., V. Murugappan, and R. Nagarajan. 1993. Possibility of economizing K fertilization by composted coir peat application. *Fert. News* 38:39-40.
17. Savithri, P. and K.H. Hameed. 1994. Characteristics of coconut coir peat and its utilization in agriculture. *J. Plant Crops* 22:1-18.
18. Shibuta, T., Y. Kitaya, and T. Kozai. 1997. Changes with time in rates of net photosynthesis, evapotranspiration and sensible and latent heat transfers of the plug sheet after watering. *Environ. Control. Biol.* 35(3):227-234.
19. Smith, K.E. 1992. Pine bark as a seedling medium. *Acta Hort.* 319:395-400.
20. Teo and Tan. 1993. Tomato production in cocopeat. *Planter* 69.
21. Vavrina, C.S., K. Armbruster, M. Arenas, and M. Pena. 1996. Coconut coir as an alternative to peat media for vegetable transplant production. *Southwest Florida Research and Education Center Station Report-VEG* 96. 7. p. 1-11.
22. Verdonck, O., R. Penninck, and M. De Boodt. 1983. The physical properties of different horticultural substrates. *Acta Hort.* 150:155-159.
23. Yun, S.Y. 1996. Study on composting of the popped rice hulls. *J. Kor. Soc. Soil Sci. Fert.* 29:124-129 (in Korean).