

딸기 입상암면+펄라이트 수경재배 시 양액농도가 성장과 수량에 미치는 영향

서종분* · 이진우 · 최경주
전라남도농업기술원 원예연구과

Effect of Nutrient Solution Strength on the Growth and Fruit Yield in Hydroponically Grown Strawberry Plants Using Granulated Rockwool and Perlite

Jong-Bun Seo*, Jin-Woo Lee, Kyong-Ju Choi

Horticultural Research Division, Jeollanam-do ARES, Naju 520-715, Korea

서론

우리나라의 딸기 재배면적은 7,503ha로 이중 시설재배가 7,172ha로 전체 면적의 95%이상을 차지하고 있는 실정이다. 딸기는 재배기간이 길고 노동력이 많은 작물로 저온에서도 생육이 좋아 다른 과채류에 비해 재배기간 동안 난방비가 거의 들지 않고, 수확과 선별에 드는 노동력을 제외하면 경영비가 비교적 적게 든다. 따라서 유통가격이 상승하는 고부가 시대에는 매력 있는 작물로 손꼽힌다. 따라서 토양재배시 이러한 노동력 장기간과 악성노동으로 인해 고용노동력 확보가 어렵고 또한 딸기의 품질 향상을 기대하기 어렵다. 이러한 문제점의 해결 방안 중의 하나로 고설식 수경재배법이 1980년대부터 일본에서 시작되어(Udagawa 등, 1988; Tskagoshi 등, 1994) 우리나라에서는 1990년 초부터 연구(Chi, 1998)가 시작되면서 현재 약 9.3ha가 재배되고 있다. 하지만 양액재배에 관한 실용화 연구는 아직도 미진한 상태이므로 보다 더 적극적인 연구가 절실히 요구되고 있는 실정이다. 따라서 본 실험은 고설식 수경재배에서 생육단계별로 적정 양액농도를 공급함으로써 딸기의 품질 및 수량 감소 방지를 위한 기초 연구로 딸기 수경재배시 적정양액농도를 구명하기 위해 수행하였다.

재료 및 방법

시험품종은 장희(아끼히메)를 이용하였으며, 2003년 9월 2일에 고설식 수경재배 베드(성형 과채류 스티로폼 베드, 가화택회사)에 믹스라이트(입상암면+펄라이트, 서울암면회

사)배지를 이용하여 정식하였다. 재식거리는 주간 15cm(10,000주/10a)로 2열로 정식하였다.

양액조성은 야마자키액으로 양액농도(EC, mS/cm)는 정식기부터 수확개시까지 0.6과 0.8농도로, 수확개시 이후부터는 0.8, 1.1, 1.4 농도로 처리하였다. 급액요령은 양액공급기를 이용하여 정식후 활착기 7일까지는 양액을 공급하지 않았으며, 정식기부터 수확개시까지 2~4회/1일(07, 10, 13, 16시), 50ml/주/1회 기준으로, 수확개시 이후부터는 3~6/1일(06, 08, 10, 12, 14, 16시), 50ml/주/1회를 기준으로 1일 기상조건에 따라 조정하면서 공급하였다. 순환식으로 공급하면서 양액탱크 전체 용량(400ℓ)에서 1/3로 줄어들었을때 양액전체를 교환하였다. pH는 양액혼합 탱크에서 공급하기전 6.0내외로 맞추어 순환시에는 별도 조정하지 않았다. 생육조사는 농사시험연구조사기준(농촌진흥청, 1995)에 준하여 조사하였다. 수확개시전과 수확시때 성엽을 기준으로 엽수, 엽장, 엽폭, 엽병장, 분지수 등을 조사하고, 엽색도 측정은 휴대용 엽록소 측정기(SPAD 502, Minolta, Japan)로, 1주에서 완전히 전개된 신엽을 측정하였다.

결과 및 고찰

딸기 정식부터 수확개시까지 양액농도에 따른 생육은 전반적으로 EC 0.6 mS/cm 보다는 엽의 크기, 엽록소함량이 EC 0.8 mS/cm에서 생육이 좋았다(Table 1). 특히 엽의 엽색도(SCDSV, specific color difference sensor value)는 양액농도가 높아질수록 그 함량이 높았다. Choi 등(1996)은 오이의 담액 수경에서 양액이 높아질수록 엽색이 짙어진다고 하였으며, Chi 등(1991)도 토마토 묘에서 EC 0.7~4.0 mS/cm 범위 내에서는 양액농도가 높을수록 영양생장이 좋았으나, 그 이상의 농도가 되면 생육이 현저히 억제된다고 하였다. 양액농도 변화에 따른 엽면적과 관부직경, 생체중, 건물중에 있어서도 EC 0.6 mS/cm 보다는 EC 0.8 mS/cm 에서 생육이 좋았다(Table 1).

Tsukagoshi 등(1994)은 딸기의 '여봉' 양액재배시 EC 0.9와 1.7 mS/cm 에서는 지상부 생육에는 큰 차이는 없었다고 하였으나, 본 실험의 경우 양액농도간에 생육의 차이를 보여 상반된 결과를 보였는데, 이는 '아끼히메' 특성재배 품종 특성으로 생각된다.

제1화방의 출퇴기와 개화기도 EC 0.6 mS/cm 보다는 EC 0.8 mS/cm에서 2~3일 정도 빨랐다.

Table 1. Growth characteristics of hydroponically grown strawberry as affected by

different nutrient solution strength from planting to beginning of harvesting.

Nutrient solution strength (EC mS/cm)	No. of leaf (ea/plant)	Leaf		Leaf stalk length (cm)	Leaf area (cm ² /plant)	Leaf color SCDSV ^y	Crown size (mm)	Primary Flower cluster		Fresh weight (g/plant)	Dry weight (g/plant)
		Length (cm)	Width (cm)					Budding period	Blooming period		
0.6	7.2	7.8	6.2 b ^z	18.5	68.7 b	44.5	13.6	Oct. 30	Nov. 15	37.2	7.5
0.8	7.2	8.3	7.1 a	15.5	116.7 a	47.1	14.0	Oct. 28	Nov. 12	40.0	8.2

^zDuncan's multiple range test at 5% level.

^ySCDSV means specific color difference sensor value.

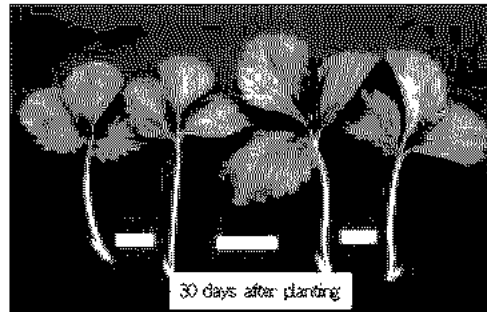


Fig. 1. Comparison of leaf size growth strawberry as affected by several nutrient solutions strength at 30 days after planting.

딸기 수확기부터 양액농도에 따른 생육을 보면 초기 생육이 수확기까지 생육이 미치는 것으로 판단되었다(Table 2). 수확기에 있어서도 EC 0.6 mS/cm 보다는 EC 0.8 mS/cm 에서 엽생육은 영향을 미쳤다. 수확기부터 양액농도를 높이면 생육이 진전 되었으나, 고농도 EC 1.4 mS/cm 에서는 유의성은 없었으나, 오히려 저농도인 EC 0.8 mS/cm와 EC 1.1 mS/cm에 비해 주당 엽수가 감소되었다. Chi 등(1998)은 양액농도가 높아 질 수록 딸기의 생장에 있어서 EC 2.8 mS/cm 이상이 되면 뿌리생장에 이상이 생겨 수분과 Ca 흡수를 제한하여 오히려 생장이 떨어진다고 하였다. 그리고 제2화방에서도 제1화방에서와 같이 개화기가 처리 농도간에 1~2일간의 차이는 있었지만, 유의성은 인정되지 않았다.

Table 2. Growth characteristics of hydroponically grown strawberry as affected by several nutrient solution strength at harvesting.

Nutrient solution strength (EC mS/cm)	No. of leaf (ea/plant)		Plant height (cm)	Leaf		No. of branching (ea/plant)	Leaf color SCDSV ^y	Secondary Flower cluster	
				Length (cm)	Width (cm)			Budding period	Blooming period
0.6	0.8	7.9	34.3	9.7 b ^z	8.2 b	2.4	52.2	Dec. 5	Dec. 14
	1.1	7.7	33.9	9.1 b	7.8 b	2.3	53.2	Dec. 5	Dec. 15
	1.4	7.6	33.2	9.3 b	7.6 b	2.3	56.3	Dec. 5	Dec. 16
0.8	0.8	8.0	35.1	9.9 b	8.7 b	2.4	51.1	Dec. 4	Dec. 16
	1.1	8.3	36.8	10.2 a	9.8 a	2.5	54.9	Dec. 5	Dec. 15
	1.4	7.9	34.5	9.5 b	9.3 b	2.4	58.3	Dec. 6	Dec. 17

^zDuncan's multiple range test at 5% level.

^ySCDSV means specific color difference sensor value.

양액농도를 달리한 딸기의 과실 및 수량 특성은 EC 0.8 mS/cm 농도에서는 다른 농도에 비해 1과중의 무게가 감소되었다(Table 3). 한편 가용성고형물인 당도는 고농도인 EC 1.4 mS/cm 농도에서 다른 농도에 비해 약간 높은 경향이었으나, 양액농도에 따른 당도 향상에는 차이는 보이지 않았다. Chi 등(1998)도 '여봉' 딸기에서 양액농도에 따른 과실의 당도 차이는 확인되지 않았다고 하였다. 따라서 이러한 연구내용은 본 연구내용과 일치하였다. Adams 등(1989)도 토마트 양액재배시 EC 농도가 높으면 과실의 품질은 향상되나, 수량은 저하한다고 하였으며, Willumsen 등(1996)도 EC가 3.7 mS/cm보다 높은 고농도 양액에서 자란 토마트는 과실무게와 크기 및 과실수가 저하하는 대신에 건물율은 증가한다고 하였다. 그리고 Tsukagoshi 등(1994)은 '여봉' 딸기재배시 EC가 1.7 mS/cm의 고농도에서는 수량 및 과실수가 EC 0.9 mS/cm의 저농도구 보다 적었다고 하였다. 그리고 Hohjo와 Ito(1990)는 딸기 양액재배시 양액농도에 따른 수량은 품종간에 차이가 있다고 보고한 바, 본 실험에서도 재배시기별로 품종, 배지종류, 생육시기에 따른 적정 양액농도 구명이 필요하다고 생각된다. 본 실험 결과 정식후 생육 초기까지는 양액농도를 EC 0.8 mS/cm로 공급하다가 수확기부터서는 양액농도를 EC 1.1 mS/cm로 높여 공급하는 게 적정범위를 알게 되었고, 재배상 유리할 것으로 생각되었다.

Table 3. Characteristics of fruit and yield hydroponically grown strawberry as affected by several nutrient solution strength.

Nutrient solution strength (EC, mS/cm)	Flower stalk length (cm)	Marketable (ea/plant)	Fruit Weight (g/ea)	Soluble solids (°Brix)	Marketable yield (kg/10a)	Marketable fruit of ratio (%)	
0.6	0.8	31.2	26.7	14.3 b ^c	9.7	3,818	91
	1.1	29.5	24.6	15.5 a	9.7	3,813	93
	1.4	30.2	23.3	16.6 a	10.1	3,867	92
0.8	0.8	30.9	26.5	14.5 b	9.5	3,842	93
	1.1	32.6	25.1	15.9 a	9.8	3,990	94
	1.4	31.8	25.2	15.5 a	10.7	3,906	93

^aDuncan's multiple range test at 5% level.

요약 및 결론

고설식 수경재배에서 생육단계별로 적정 양액농도를 공급하므로써 딸기의 품질 및 수량 감소 방지를 위한 기초 연구로 딸기 수경재배시 적정양액농도를 구명하기 위해 수행하였다. 양액농도(EC, mS/cm)는 정식기부터 수확개시까지는 0.6과 0.8농도로, 수확기부터는 0.8, 1.1, 1.4 농도로 처리하였다. 정식부터 수확직전까지 양액농도에 따른 생육은 EC 0.8 mS/cm이 EC 0.6 mS/cm 보다 좋았다. 열수, 열장, 열폭소, 관부직경, 생체중, 건물중에 있어서도 EC 0.8 mS/cm에서 0.6 mS/cm 보다 생육이 좋았다. 열병장은 EC 0.6 mS/cm에서 EC 0.8 mS/cm 보다 컸으나 유의성은 없었다. 열면적은 열폭이 큰 EC 0.8 mS/cm 에서 EC 0.6 mS/cm 보다 컸다. 제1화방 출퇴기와 개화기에 있어서 EC 0.8 mS/cm에서 EC 0.6 mS/cm 보다 2~3일정도 빨랐다. 수확기의 생육은 생육 초기 EC 0.8 mS/cm로 공급한 후 EC 1.1 mS/cm로 공급하는 게 다른 양액농도에 비해 좋았다. 수량은 생육 초기 EC 0.8 mS/cm 공급한 후 EC 1.1 mS/cm(3,990kg/10a)로 공급하는 게 다른 양액농도에 비해 높게 나타났다.

인용문헌

- Adams, P. and L. C. Ho. 1989. Effects of constant and fluctuating salinity on the yield, quality and calcium of tomatoes. *J. Hort. Sci.* 64:725-732.
- Chi, S. H., Y. Shinohara, and Y. Suzuki. 1991. Effect of concentration of nutrient solution and aeration on growth and dry matter partitioning in hydroponically grown young tomato plants. *J. Jpn. Soc. Environ. Control in Biol.* 29:27-33.
- Chi, S.H., K.B. Ann, S.W. Park, and J.I. Chang. 1998. Effect of ionic strength of nutrient solution on the growth and fruit yield in hydroponically grown strawberry plants. *J.Kor. Soc. Hort. Sci.* 39:166-169.
- Choi, K. J., G. C. Chung., S. G. Yang, H. J. Kim, and G. C. Park. 1996. Effect of ionic strength of nutrient solution on the mineral concentrations of xylem sap and photosynthesis in cucumber. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37:627-632.
- Hohjo, M. and T. Ito. 1990. Nutritional absorption, growth and yield of strawberry plant grown in nutrient film technique. *Tech. Bull. Fac. Hort. Chiba Univ.* 43:129-134.
- Tsukagoshi, S., T. Ito, and Y. Shinohara. 1994. The effect of nutrient concentration and $\text{NH}_4\text{-N}$ ratios to the total nitrogen on the growth, yield and physiological characteristics of strawberry plants. *J. Jpn. Soc. Environ. Control Biol.* 32:61-66.
- Udagawa Y., C. Dogi, and H. Aoki. 1988. Studies on the practical use of nutrient film technique in Japan.(3) Concentration of nutrient solution and quality of strawberry seedlings. *Bull. Chiba Agr. Exp. Stn.* 29:37-47.
- Rural Development Administration(RDA). 1995. Manual for agricultural investigation. Suwon, Korea.
- Willumsen J., K. Karen, and K. Kaack. 1996. Yield and blossom end rot of tomato as affected by salinity and cation activity ratios in the root zone. *J. Hort. Sci.* 71:81-98.