

사계성 '페치카' 딸기의 고랭지 여름철 양액재배 가능성 및 적정 양액농도 검토

이한철* · 강남준 · 노일래 · 정호정 · 권준국 · 강경희 · 이재한 · 이성찬
원예연구소 시설원예시험장

Hydroponic Culture Possibility and Optimal Solution Strength of 'Pechika' Ever-bearing Strawberry on Highland in Summer

Han Cheol Rhee*, Nam Jun Kang, Il Rae Rho, Ho Jung Jung, Joon Kook Kwon,
Kyung Hee Kang, Jae Han Lee and Sung Chan Lee

Protected Horticultural Experiment Station, NHRI, RDA, Busan 618-300, Korea

Abstract. This experiment was conducted to investigate the hydroponic culture possibility and the optimal solution strength of 'Pechika' ever-bearing strawberry in summer highland. Maximum room temperature and minimum root zone temperature of plastic house were 30.8°C and 19°C in highland respectively and 4°C and 3°C lower than in level land. The growth of 'Pechika' was better in highland. There was effective in producing the good yield and fruit quality in highland and the deformed fruits also were decreased. The soluble solid and titratable acidity content increased in highland. Early growth was the most effective in standard solution (EC 0.75 dS·m⁻¹) and had a tendency to be inhibition with increasing nutrient concentration. Standard solution was also the highest to yield about 2,064 kg/10a among treatments, and 2/3S, 4/3S, 5/3S by turns. The browning roots and root activity increased when the solution strength was increased, especially in EC 1.25 dS·m⁻¹. The soluble solids and acidity content of fruits were increased with higher solution strength. Therefore, the summer hydroponic culture of 'Pechika' ever-bearing strawberry was suitable in highland and effective in standard solution (EC 0.75 dS·m⁻¹) in solution control.

Key words : 'Pechika' strawberry, highland, summer hydroponics, solution strength

*Corresponding author

서 언

최근 일본에서는 생식용 외에 케익과 제빵 등 업무 용을 중심으로 딸기의 수요가 계속 증가하는데 반해 단경기인 여름과 가을에 생산량이 매우 적기 때문에 매년 5,000톤가량의 신선딸기를 수입하고 있는 실정이다. 대부분의 수입물량은 6~11월에 편중되어 있다 (Okimura, 2000). 따라서 한국의 딸기 수출량과 수출액을 증대시키기 위해서는 여름 생산이 필수이나 지금까지 우리나라에서는 사계성 딸기에 대한 이해가 부족하여 사계성 품종육성이 전무한 실정이고 재배법도 미비한 실정이다.

최근 고랭지에서는 사계성 딸기의 재배단지가 들어서고 고설벤취식 양액재배가 도입되어 단경기인 여름

철에 신선딸기를 생산하고 수출하고 있다(Lee 등, 2005a). 우리나라의 딸기생산은 대부분 일계성 품종에 의존하여 겨울과 봄에 생산하므로 고온장일 조건인 여름과 가을에 단경기가 형성된다(Lee 등, 2005b). 그러므로 적은 량이지만 고랭지에서 여름철에 딸기가 생산되는 것은 단경기 수요를 고려하면 매우 바람직한 일이다(Ra 등, 1995).

일본에서는 여름에 필요한 딸기의 대부분을 수입에 의존하고 있으며, 여름 생산을 위해 '80년대부터 본격적으로 사계성 품종을 육성하였고 현재 일본 사계성 품종으로는 '페치카'(Lee 등, 2005a) 등 10여 품종이 등록되어 있다. 앞으로 대일 수출을 위해서는 사계성 품종의 육성 뿐만 아니라 재배기술 개발도 필요하리라 생각된다. 고온장일에 고품질의 딸기생산은 일계성품종

보다는 사계성 품종이 적합하다는 연구가 이미 90년대 초에 보고되어 있다(Ra 등, 1995). 무기양분의 흡수 정도는 재배장소, 재배시기, 재배방식 등 재배조건에 따라 다르고(Wang과 Tachibana, 1996), 고랭지에서 여름철에 재배하는 사계성 딸기의 양분흡수 양상은 일계성 딸기와 다르다는 것이 이미 보고되어 있다(Hohjo와 Ito, 1990). 양액농도에 따른 생육 및 수량반응(Chi 등, 2004)과 양분의 결핍증 및 흡수특성 등이 일계성 품종에는 연구가 되어 있으나(Jeong 등, 2000; Jeong 등, 2001) 사계성에서는 미미한 실정이다(Lee, 2006).

따라서 본 연구에서는 수출 유망작목인 사철딸기 ‘페치카’ 품종을 이용하여 고설벤취식 양액재배로 고랭지(해발 약 800m)의 여름 생산(6월~9월)의 가능성과 그때의 적합한 양액관리 농도를 검토코자 수행하였다.

재료 및 방법

실험 1 : 고랭지와 평지의 생육 비교

본 시험은 2003년에 경남 함천군 가야면 치인리의 해발 800m고지(고랭지)와 부산 시설원예시험장(평지) 포장에서 동시에 수행되었다. 시험작물은 사계성 딸기인 ‘페치카’ 품종이고 정식은 5월 7일, 수확은 7월 5일부터 8월 31일까지 하였다. 재배방법은 고설벤취 시스템의 비순환식 방법(Fig. 1)으로 하였다. 고설식 베드는 \cap 모양의 반침에 폭 36cm, 길이 100cm의 스티로폼 베드를 사용하였다. 고설식 베드의 높이는 110cm로 하였고 양액재배 배지는 펄라이트와 피트모스 혼합배지로 펄라이트와 피트모스는 각각 1:1(v/v)로 혼합하였으며, 정식 후 백색필름 멀칭을 하였다.

정식은 2조식으로 하였으며 재식거리는 120×20cm 이었으며 아마자키 조성 딸기 전용액으로 정식에서 개화기까지는 EC농도를 0.5dS·m⁻¹, 개화기에서 수확중

료일까지는 0.75dS·m⁻¹로 관리하였다. 관비는 하루 3회, 주 당 약 100ml 정도로 하였다.

실험 2 : 양액농도에 따른 생육

본 시험은 2003년에 경남 함천군 가야면 치인리의 해발 800m고지(고랭지)에서 수행되었으며 시험품종은 ‘페치카’이고 정식은 5월 7일, 수확은 7월 5일부터 8월 31일까지 하였다. 양액조성은 아마자키 조성 딸기전용액(me·L⁻¹로 0.5 NH₄⁺, 5.0 NO₃⁻, 1.5 H₂PO₄⁻, 3.0 K⁺, 2.0 Ca²⁺, 1.0 Mg²⁺)으로 EC농도를 2/3S (0.5dS·m⁻¹), S(0.75dS·m⁻¹), 4/3S(1.0dS·m⁻¹), 5/3S (1.25dS·m⁻¹)로 각각 달리하여 처리하였다. 기타 모든 시설 및 재배법은 시험 1과 동일하다.

실험 1과 2 : 생육조사 및 품질분석

수확후 처리 당 10주씩 3반복으로 식물체의 잎과 뿌리의 생체중을 측정한다. 시료를 80°C 건조기에서 32시간 건조한 후 건물중을 측정하였다. 또한 건조된 식물시료의 잎을 마쇄기로 마쇄하여 무기양분분석에 사용하였다. 잎 시료 1g씩 평량하여 질소는 Kjeldahl법(1030 analyzer, Kjeltac Auto)으로, 그리고 인산은 Vanadate법으로 분해하여 비색계(UV/VIS spectrophotometer, Lambda 18, Perkin Elmer)를 이용하여 측정하였다. 그리고 K, Ca 및 Mg는 tenery solution으로 분해한 후 원자 흡광 분광 광도계(Atomic absorption spectrophotometer 3300, Perkin Elmer)로 분석하였다.

과실 시료 100g에 증류수 100mL를 가하여 마쇄한 후, 진탕하여 과실즙을 여과지(No. 2)로 여과한 다음, 당도와 유기산 함량 측정시료로 사용하였다. 당도는 굴절당도계(Atago, Co., Japan)로 측정하였으며, 유기산 함량은 유기산 측정법에 준하였다. 과실의 경도는 수확한 과실을 처리당 30개씩 선정하여 경도계(KM, Tokyo, Japan)로 한 과실을 4번씩 측정하여 평균값을 취하였다.

뿌리의 활력은 효소활성 측정법인 α -나프트라민 법에 준하였다. 수확후 각 처리당 3반복으로 10주씩 뿌리를 채취하였다. 뿌리를 세척한 다음, 1cm 길이로 잘라 혼합한 후 2g을 칭량하여 100mL 삼각플라스크에 넣었다. 그리고 40mg·g⁻¹의 α -나프탈렌(C₁₀H₉N)과 1/10M의 인산 완충액을 등량 혼합하여 50mL 정량한 다음, 시료가 담긴 플라스크에 넣고 5~10분 진동하여

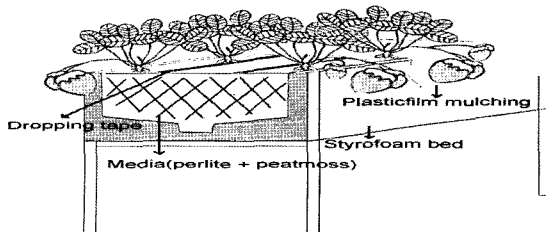


Fig. 1. Bench culture system for hydroponics of ‘Pechika’ strawberry.

흡착시켰다. 이때 2mL를 시험관에 채취하여 반응전의 시료로 이용하였고, 남은 것은 진동기에 걸어 20~30°C에서 6시간 동안 반응시켜 반응 후의 시료로 이용하였다. 채취된 각각의 시료(2mL)에 10mL의 증류수, 1mL의 1% Sulfanilic acid 및 1mL의 1% NaNO₂을 첨가하여 5분간 실온에 방치하여 발색시킨 후 분광 광도계(510nm)로 측정하였다.

계산법은 $N(\mu\text{g}) = (\text{최초 채취한 시험액} \times 25) - (\text{반응후 액} \times 25) / (\text{blank test의 최초액} \times 25) - (\text{blank test의 반응후 액} \times 25)$ 와 같다.

결과 및 고찰

6월 중순의 합천 고랭지와 부산 평지의 하우스내 상온과 근권온도를 Fig. 2에 나타냈다. 하우스내 상온은 평지(부산)에서 최고 기온은 34.8°C였으나 고랭지(합천)에서 4°C 정도 낮은 30.8°C였고, 밤의 최저기온은 고랭지가 15.1°C 정도로 평지보다 약간 낮았다. 근권온도는 평지는 최고 28°C, 최저 20°C 정도였으며 고랭지는 최고 25.5°C, 최저 19°C로 평균 3°C 정도 고랭지가 낮았다.

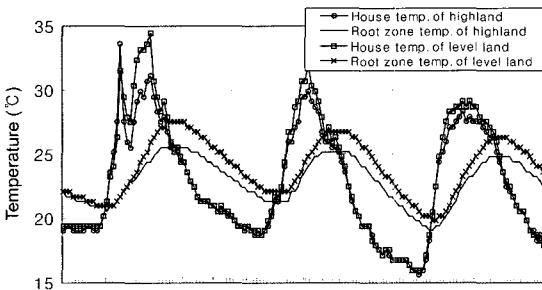


Fig. 2. Mean temperature in plastic house during summer in high land and level land. Temperature was measured from June 13, 2003 to June 15, 2003.

딸기는 약간 냉랭하고 온화한 기후를 좋아하는데 온도가 25°C를 넘으면 생육이 떨어지고 30°C이상의 고온에서는 생육이 정지되며 35~40°C이상이면 고온장해를 받게 된다(RDA, 2001)는 보고를 미루어볼 때 딸기의 생육에 고랭지가 더 적합함을 나타낸다. 그러나 합천 고랭지도 딸기의 생육최적 온도보다 약간 높았음을 알 수 있다.

Table 1은 재배지역간 딸기의 생육을 나타낸 것으로서 딸기의 엽수, 엽장 등 초기생육에서 고랭지가 평지보다 좋았으나 런너수는 적었다. 뿌리의 생체중과 건물중은 고랭지가 각각 12.2g, 2.1g으로 평지보다 2.0g, 0.5g 무거웠다. 뿌리의 건물중이 고랭지가 높은 것은 평지의 뿌리는 갈변현상이 많이 발생하고 일부분이 부패한 결과였다. 특히 뿌리의 갈변현상이 평지재배에서 많이 발생한 것은 근권의 배지온도가 높은 것에 원인이 있는 것으로 추측된다. 고온기에 야온이 25°C이상 이 되면 뿌리의 갈변이 많이 일어난다는 보고(Yazaki, 1981)가 본 실험의 근권의 배지온도가 25°C이상의 기간이 많은 평지재배의 결과(Fig. 2)를 뒷받침 해준다. 일반적으로 딸기의 생육은 주간온도가 23°C, 야간온도가 8°C, 지온이 18°C에서 양호하고 주간온도가 30°C 이상이면 광합성 능력이 저하되고 지온이나 액온이 25°C이상되면 근활력이 저하된다는 보고를 미루어 볼 때 고랭지에서보다 평지에서 생육이 저조한 것은 주간간의 높은 온도가 주요인으로 생각된다.

과실의 크기별 주당 무게는 고랭지에서 평지보다 많았고 수출이 가능한 8g이상의 과중도 고랭지가 높았다. 딸기의 생육적온보다 기온이 높은 여름과 가을보다 겨울철에 과실이 더 크다는 보고(Ra 등, 1996)를 미루어 볼 때 고랭지가 평지보다 중과 및 대과의 비율이 높은 것은 고랭지의 주야온도가 낮았던 것(Fig. 2)에 기인된 것으로 생각된다.

Table 1. Effect of high land and level land on the growth of 'Pechika' strawberry in hydroponics.

Position	No. of leaves (ea)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf-stem length (cm)	No. of runners (ea/plant)	Root fresh wt. (g)	Root dry wt. (g)	Flowering time
High land	5.8	14.0	11.5	12.8	2.1	12.2	2.1	June 21
Level land	5.5	9.8	8.1	9.3	2.8	10.2	1.6	June 21
Significance ^z	*	**	**	**	*	*	*	-

^zNS,*,**Non-significant or significant at $p=0.05, 0.01$, respectively.

Table 2. Effect of high land and level land on the fruit weight and yield of 'Pechika' strawberry in hydroponics. Fruits were harvested from July 5 to August 31, 2003.

Position	Fruit weight per plant (g)			Total	Yield (kg/10a)	Deformed fruit rate (%)
	>15g	8~14g	8g<			
High land	85.0	206.0	66.0	356.0	2,967	18.0
Level land	82.7	99.1	52.7	234.5	1,954	22.0
Significance ^z	NS	*	*	*	*	*

^zNS,*,**Non-significant or significant at $p=0.05, 0.01$, respectively.

Table 3. Effect of high land and level land on the fruit soluble solids and titratable acidity of 'Pechika' strawberry in summer hydroponics.

Position	Soluble solids (%)	Titratable acidity (%)	Ratio of sugar to acidity	Hardness ($\phi 12.6$ mm)
High land	9.5	0.92	10.3	130
Level land	8.2	0.82	10.0	110
Significance ^z	*	*	-	*

^zNS,*,**Non-significant or significant at $p=0.05, 0.01$, respectively.

그 결과 수량도 고랭지에서 2,967kg/10a으로 평지보가 52% 증가하였으며 이는 또한 기형과율이 낮은 것에도 다소의 영향이 있었다(Table 2).

과실의 품질에 있어서 고랭지가 평지에서보다 고형물 함량은 9.5%로 1.3% 많으며 과실의 경도가 고랭지가 평지보다 높아 저장 및 수송에 유리할 것으로 판단되었다. 또한 유기산 함량은 고랭지가 0.92%로 평지보다 많았으며 구성비율은 Citric acid가 90%, Malic acid 1%이고 Oxalic acid 등이 다소 들어 있었다(Table 3).

고랭지나 평지 모두 8월 중순이후의 생육후기로 갈수록 가용성고형물함량은 낮아지고 유기산 함량은 증가하였으나 고랭지가 평지보다 가용성 고형물함량과 유기산함량이 더 높게 유지되었다(Fig. 3). 일반적으로 고온기에 유기산 함량이 높아 신맛이 강하고 저온기에

는 가용성고형물 함량이 높다는 보고(Jang 등, 1999; Lee와 Chi, 1989; Suh 등, 1996)와 수확초기 1, 2화방에서 과실이 수확후기 4, 5화방보다 가용성고형물 함량이 높다는 보고(Yoon과 Yoo, 1992)는 위의 결과를 뒷받침하는 것으로 생각된다.

사계성 '페치카' 품종의 양액농도(2/3S, 0.5dS·m⁻¹; S, 0.75dS·m⁻¹; 4/3S, 1.0dS·m⁻¹; 5/3S, 1.25dS·m⁻¹) 처리별 정식 45일후 생육은 Table 5와 같다.

딸기는 다른 과채류에 비해 양액농도에 민감한 작물로서 표준양액 농도가 0.75dS·m⁻¹(야마자키액 기준)로서 매우 낮다. 특히 증산 및 증발량이 많은 여름철에는 양액농도를 더욱 낮게 관리해야 한다(Yamazaki, 1981). 양액농도에 따른 딸기의 생육에서 엽수는 7.4매 내외로 처리 간에 유의차가 없었으며 엽장, 엽폭, 엽병

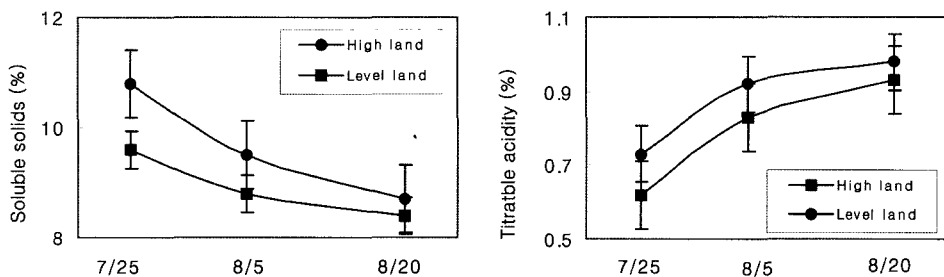


Fig. 3. Changes in the soluble solids and titratable acidity of fruits of 'Pechika' strawberry over time as affected by high land and level land in summer hydroponics.

Table 4. Effect of high land and level land on various fruit acids of 'Pechika' strawberry in hydroponics.

Position	Citric acid	Malic acid	Oxalic acid	Lactic acid	Succinic acid	Formic acid	Tartaric acid
	------(mg·g ⁻¹ FW)-----						
High land	12.4	1.32	0.11	0.001	0.01	0.009	0.002
Level land	10.4	1.21	0.11	0.001	0.01	0.008	0.002

Table 5. Effect of solution strength on the growth of 'Pechika' strawberry in hydroponics.

Solution strength	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem length (cm)	Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	Flowering time
2/3 S ²	7.1a ^y	9.8a	8.1a	9.3a	24.8a	2.8a	June 21
S	7.6a	10.0a	8.4a	10.8a	25.1a	2.7a	June 21
4/3 S	7.4a	11.3a	8.4a	10.8a	23.6b	2.2b	June 21
5/3 S	7.4a	10.1a	8.2a	10.5a	23.2b	2.0b	June 21

²Represents standard as EC(dS·m⁻¹) is 0.75.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at p=0.05.

Table 6. Effect of solution strength on browning root, root activity and diseased plant of 'Pechika' strawberry in hydroponics. Survey data : August 1, 2003.

Solution strength	Browning root level (Serve-5, Light-1)	Root activity (μg·g ⁻¹ ·h ⁻¹)	Diseased plant ratio (%)
2/3 S	2	34.5 a ^y	10.1
S ²	2	33.6 a	11.2
4/3 S	3	32.1 b	18.2
5/3 S	5	31.8 b	21.5

²Represents standard as EC(dS·m⁻¹) is 0.75.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at p=0.05.

장도 양액처리간 차이가 인정되지 않았으나 생체중과 건물중은 4/3S와 5/3S에 비해 2/3S와 S가 높았다.

5/3S의 높은 양액농도에서 생육이 저조한 것은 뿌리의 갈변이 심하며 그 결과 근활력이 낮아진 것에 원인이 있으며 또한 병 발생이 많았다(Table 6).

양액 농도에 따른 개화시기는 처리간 차이가 없었고 소과비율(<8g)도 처리간 차이가 없었다. 하지만 15g 이상의 상품과가 표준액(S)에서 많은 경향을 나타내었다.

총수량은 표준액과 2/3S액에서 높은 경향을 나타내었다. 5/3S배액은 착과수가 적고 기형과 발생이 많아 수량이 줄어드는 경향을 나타내었다. 앞에서 언급했듯이 고온기의 높은 양액농도는 뿌리의 갈변을 증가시키

고 근활력을 낮게하여 양분흡수가 억제되어 생육이 저조하고 수량이 적은 것으로 생각된다. Yamazaki(1981)도 딸기의 고온기 재배의 높은 양액농도에서 칼슘과 붕소의 흡수가 억제되고 이상화가 많이 발생되어 기형과가 많다고 보고하여 본 실험과 일치하였다.

Table 8은 양액농도에 따른 과실의 가용성 고형물 및 유기산 함량을 나타낸 것으로 모든 처리에서 가용성 고형물 함량이 8.2~9.1%, 유기산 함량이 0.82~0.89% 범위였다. 양액농도가 높을수록 가용성 고형물이 증가되나 과실의 경도는 유의차는 없지만 낮아지는 경향을 보였다. 이상의 결과에서 사계성 딸기의 '페치카' 품종은 여름철단경기 생산에 고랭지재배가 평지재배보다 유리하고 고설벤틀취 양액재배시 양액농도를 야마자키조성 딸기전용배양액의 표준액으로 관리하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다.

적 요

수출 유망작목인 사철딸기의 페치카 품종을 이용하여 고랭지(해발 약 800m)의 여름 생산(6월-9월)의 가능성과 고설벤틀취 양액재배의 적합한 양액관리 농도를 검토한 결과가 아래와 같다. 고랭지(함천)에서는 평지(부산)보다 하우스내 상온이 4°C 정도 낮았고 야간 온도가 1°C 정도 낮았다. 근권온도는 고랭지(최고 25.5°C, 최저 19°C)가 평지보다 평균 3°C 정도 낮았

Table 7. Effect of solution strength on the fruit weight and yield of 'Pechika' strawberry in summer hydroponics. Fruits were harvested from July 5 to August 31, 2003.

Solution strength	Harvest time	Fruit weight per plant(g)				Yield (kg/10a)	Deformed fruits (%)
		>15g	8-15g	8g<	Total		
2/3 S	July 25	82.7b ^z	99.1a	52.7a	235a	1,954a	15.2d
S ^z	July 25	91.4a	95.5a	60.7a	278a	2,064a	16.2c
4/3 S	July 25	72.5c	81.0b	59.0a	213c	1,771b	18.0b
5/3 S	July 25	69.0c	82.4b	50.0a	202c	1,679b	22.0a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

Table 8. Effect of solution strength on the soluble solids and titratable acidity of 'Pechika' strawberry in hydroponics.

Solution strength	Soluble solids (%)	Titratable acidity (%)	Ratio of sugar to acidity	Hardness ($\phi 12.6$ mm)
2/3 S ^z	8.2c ^y	0.82a	10.3	118a
S	8.4bc	0.85a	10.4	116a
4/3 S	8.5b	0.87a	10.2	118a
5/3 S	9.1a	0.89a	10.3	120a

^zRepresents standard as EC($dS \cdot m^{-1}$) is 0.75.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

다. 초기생육(엽수, 엽장, 엽폭, 생체중 등)은 고랭지에서 평지보다 좋았으며 기형과 발생율도 낮았다. 주당과중은 고랭지에서 평지에 비해 많았으며 특히 수출규격품 과실(8~15g)중도 높았다. 총수량은 고랭지에서 2,967kg/10a로 평지에 비해 52% 증수하였으며 과실의 가용성 고형물과 유기산 함량이 높았고 Citric acid가 95% 이상이었다. 양액농도 관리에서는 S(EC 0.75dS·m⁻¹)에서 생체중 생육이 가장 좋았으며 양액농도가 증가할수록 억제되는 경향이였다. 특히 5/3S(EC 1.25dS·m⁻¹)에서는 뿌리의 갈변이 심하고 근활력이 낮았다. 총수량은 S(EC 0.75dS·m⁻¹)에서 2,064kg/10a로 가장 많았으며 양액농도와 수량간의 추세선은 $y = -808x + 967x + 1703$ (R²=0.7994, 꼭지점=3/5S)였다. 이상의 결과에서 페치카의 여름재배에 알맞은 양액농도(EC)는 3/5S이고, 1.0dS·m⁻¹ 이상에서는 과실의 당도는 높아지나 기형과의 발생이 많으므로 낮은 농도로 관리하는 것이 유리한 것으로 판단되었다.

주제어 : 고랭지, 고온기 양액재배, 사계성 딸기 '페치카', 양액농도

인 용 문 헌

- 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 plant. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39:166-169.
- 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.
- Jeong, C.S., Y.R. Yeung, I.S. Kim, S.S. Kim, and D.H. Cho. 1996. Effect of CO₂ enrichment on the net photosynthesis, yield content of sugar and organic acid in strawberry fruits. J. Kor. Soc. Hore. Sci. 37:736-740.
- Jeong, S.K. Choi, K.H. Cha, H.J. Chung, and K.S. Seo. 2000. Deficiency symptom, growth characteristics, and nutrient uptake of 'Nyoho' strawberry as affected by controlled phosphorus concentrations in fertilizer solution. J. Kor. Soc.. Hort. Sci. 41:345-349.
- Jeong, S.K. J.M. Choi, K.H. Cha, H.J. Chung, J.S. Choi, and K.S. Seo. 2001. Deficiency symptom, growth characteristics, and nutrient uptake of 'Nyoho' strawberry as affected by controlled calcium concentrations in fertilizer solution. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 42:284-288.
- Lee, J.N., E.H. Lee, W.B. Kim, M.R. Lee, S.J. Hong, and Y.R. Yeung. 2005b. Changes in productivity and

- fruit quality of ever-bearing strawberries during summer culture in highland. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 23:159-163.
7. Lee, J.N., J.G. Lee, E.H. Lee, S.Y. Ryu, Y.R. Yeung, and H.Y. Park. 2005a. Growth response on ever-bearing strawberry for off-season production in highlands. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 23:153-158.
 8. Lee, T.S. and Y.S. Chi. 1989. Studies on the change in chemical composition of strawberry during maturing. J. Kor. Agr. Agr. Chem. Soc. 32:232-239.
 9. Okimura, M. 2000. Habit of flower bud formation and breeding of everbearing and intermediate types strawberries in japan. Proceeding of Japanese strawberry seminar. 9:15-23.
 10. Ra, S.W., W.S. Kim, C.S. Moon, K.H. Han, I.S. Woo, T.H. Rho, and Y.K. Hong. 1995. Economic analysis of ever-bearing strawberry cultivation for summer season production. RDA. J. Agri. Sci. 37:665-668.
 11. Ra, S.W., W.S. Kim, C.S. Moon, I.S. Woo, S.H. Oh, and T.H. Rho. 1996a. Yield and quality of 'Samahberi' ever-bearing strawberry for off-season production by cultivated area. RDA. J. Agri. Sci. 38:439-442.
 12. Rural Development Administration(RDA). 2001. Standard farming textbook (strawberry cultivation).
 13. Wang, Y.H. and S. Tachibana. 1996. Growth and mineral nutrition of cucumber seedlings as affected by elevated air and root-zone temperatures. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 64:845-852.
 14. Yamazaki, K. 1981. The whole book of hydroponic culture. Hakuyusha.
 15. Yoon, H.K. and K.C. Yoo. 1992. Photosynthetic character at various growing stages in strawberry. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 33:16-20.