

과 제 구 분	Code : LS0208	수행시기	전반기	연구기간	1999(1년차 완결)
연구과제명	시설채소 실용화 기술 개발			과제책임자	김 경 희
세부과제명	저단밀식 양액재배 토마토 고품질 재배 기술 확립				
색 인 용 어	양액재배, 토마토, 작형				
연구원별임무					
구 분	소 속	성 명	전 화 번 호	담 당 임 무	
연구책임자	원예연구과	전 신 재	(0361) 258-5741	연구계획및총괄	
공동연구자	"	임 상 현	"	조사및분석	
	"	함 봉 주	"	조사및분석	

ABSTRACT

This experiment was conducted to investigate of the effect of variety and planting season to low truss fruit on the growth and yield of tomato. Other objective is to yield of high quality of tomatoes by root zone stress.

The Momotaro and Kwangsu cultivars was sowing every month. After 35days of seeding, we are planting in hydroponic culture. One experiment was planted in the green house 5. every month 1999. The other experiment, the planting distance of Momotaro and Kwangsu cultivars was 90×15cm. Tomatoes were planted in the greenhouse 5. July 1999. The nutrient solution was supplied EC 2.0, 4.0, 6.0 mS/cm, each spot.

The results were summarized as follows. In the high temperature season the yield of tomatoes were rapidly decreased, but harvesting period was cut down. Especially, Momotaro variety was more sensitively than Kwangsu by temperature. In Fruit weight, Kwangsu is more heavy than Momotaro. Due to the nutrient concentration and time, EC 4.0, 6.0 mS/cm was similar to reduce the yield of tomatoes. Generally strong stress was reduce the yield but increase the quality of tomatoes.

연구배경

시설원에 연작장해의 방지와 고품질 농산물 생산을 위해 도입된 양액재배의 현재 국내 재배 면적은 25.6ha로 그면적이 매년 증가하고 있다. 이러한 양액재배 시설은 시설비가 평균 1억2천만원/10a로 고가로, 많은 장비가 투입되어 있으나, 정상적인 작목 및 작부체계가

확립되어 있지 않은 것이 문제로 지적되고 있다.

토마토 2단밀식 재배는 제2화방의 상위엽 2~3매를 남기고, 적심하여 밀식으로 재배 하는 방법이다. 이러한 토마토 저단밀식 양액재배는 시설의 주년이용이 가능하고, 단기간 집중 출하와 계획생산이 가능하며, 생력화등의 잇점이 있다. 2단적심 밀식 재배에 있어서 수량성을 구성하는 가장 중요한 요소는 단위면적당 얼마나 밀식하느냐 하는 것과 정식후 수확종료시까지 소요되는 기간이 얼마만큼 인가하는 것이 매우 중요하다. 따라서 춘천을 중심으로 하는 영서지역의 저단밀식 재배기술의 보급을 위해 년 중 품종에 따른 재배적 특성을 조사하여 기본자료를 획득하고자 본시험이 수행되었다. 또한, 차별화 상품이라 하여 고당도 토마토 재배가 이루어지고 있다. 고당도 토마토를 생산하기 위해 근권의 염류수준을 높이기 위하여, 관수를 줄이거나, NaCl등을 첨가 하기도 한다. 그러나 일반적으로 당도를 높이기 위해 근권에 스트레스를 가하면, 수량이 저하하는 문제점이 발생한다. 따라서 본 시험은 당도 8°Bx이상의 고품질 토마토의 과실을 생산하면서 수량의 저하를 최소한으로 하는 적정처리농도와 적정처리시기를 구명하고자 실시 되었다.

재료 및 방법

(시험1) 춘천지역 저단밀식 토마토 양액재배시 월별 재배 특성 검정

본시험은 강원도 춘천시에 위치한 강원도 농업기술원 채소시험용 유리온실에서 1999년 1월~2000년 4월까지 수행되었다. 공시품종은 광수, 하우스모모타로 였으며 매월 5일 파종 후 35일 육묘하여, 다음달 10일에 정식 하여 재배하였다. 재배는 고품배지경 양액재배를 이용하였고, 배지재료는 팽화왕겨, 배양액은 야마자끼 토마토액을 EC 2.0mS/cm로 맞추어 사용하였고, 재식거리는 70×15cm였다. 정식후 2화방 상위 3엽을 남기고 적심하였으며, 개 화기에 토마토톤을 이용하여 수정하였고, 그외 기타 재배는 관행에 준하였다. 시험구 배치는 완전임의 배치 3반복으로 하였고, 구당 재식주수는 30주 였다. 과실의 수량조사는 완숙기에 수확하여 상품과와 기형과로 구분하여 조사 하였고, 수확 최성기에 2회에 걸쳐 과실의 당도와 산도를 조사하였다. 기타 조사항목은 농촌진흥청 조사기준에 준하여 실시 하였다.

(시험 2) 고당도 생산을 위한 적정 처리농도 및 처리시기 구명

본시험은 강원도 농업기술원의 채소시험용 연동하우스에서 1999년 1년간 수행되었다. 공시품종은 광수, 하우스모모타로 였고, 7월 5일 파종하여 8월 10일 정식하는 억제작형에서 시험을 수행하였다. 재배는 고품배지경 양액재배를 사용하였고, 배지재료는 팽화왕겨, 배양액은 야마자끼 토마토액을 처리내용에 맞게 조정하여 배액을 15~30%를 기준으로 급액하며 재배 하였으며, 재식거리는 90×15cm 였다. 처리내용은 급액 고농도 처리시기를 2화방 착과제 처리후 20일, 35일, 50일로 하였고, 처리농도를 EC 2.0, 4.0, 6.0mS/cm의 3수준으로 나누어 시험하였다. 그 외 재배법과 조사법은 시험1과 같다.

결과 및 고찰

(시험1) 춘천지역 저단밀식 토마토 양액재배시 월별 재배 특성 검정

저단 밀식 재배는 1단과 2단까지만 수확하는 것이기 때문에 육묘는 매우 중요하다. 공시된 품종의 월별 묘소질은 표1과 같다. 일반적으로 광수 보다는 모모타로의 생육이 우수하여, 초장, 엽수, 경경, 엽록소의 함량이 높았다. 특히 엽수의 경우에 광수에 비해 모모타로는 0.3매 정도 엽수전개속도가 빠른 것으로 나타났으며, 육묘기가 고온기인 6~8월 파종한 시험구는 초장이 길어지는 경향이었고, 9~10월의 저온기 육묘기에서는 생육 속도가 늦어지는 경향이였다. 이 등에 의하면 육묘기간은 봄이나 가을에는 파종후 45~50일이 알맞으며, 여름에는 10일 정도 앞당긴 35일 정도가 알맞다고 하였는데, 본 시험에서도 계절간의 차이는 같은 경향이였다.

표 1. 파종시기에 따른 품종간 묘소질 특성

파종시기	품종	초장 (cm)	엽수 (매)	경경 (cm)	엽록소
1월	광 수	28.1	6.1	0.42	25.8
	모모따로	33.8	6.6	0.50	29.5
2월	광 수	24.6	6.5	0.49	36.8
	모모따로	30.5	7.1	0.52	37.0
3월	광 수	32.6	7.0	0.52	36.8
	모모따로	37.4	7.3	0.53	37.9
4월	광 수	26.4	6.4	0.44	42.1
	모모따로	29.8	7.0	0.48	41.9
5월	광 수	21.6	5.8	0.40	37.7
	모모따로	24.9	6.2	0.40	36.3
6월	광 수	30.4	6.3	0.48	36.0
	모모따로	31.4	7.4	0.54	38.8
7월	광 수	24.4	6.3	0.43	34.7
	모모따로	26.2	6.4	0.45	31.5
8월	광 수	32.1	6.3	0.47	34.5
	모모따로	33.1	6.5	0.42	33.6
9월	광 수	28.1	6.2	0.43	34.2
	모모따로	32.5	6.4	0.45	33.8
10월	광 수	27.1	6.8	0.43	32.8
	모모따로	29.0	7.0	0.44	33.1
11월	광 수	25.1	5.6	0.37	29.4
	모모따로	22.2	6.7	0.36	32.2

1화방 절수는 품종에 관계없이 육묘기가 고온기인 6월 파종구의 절수가 9매로 높았고, 저온기로 접어들면서 7.3매 내외로 유지되는 경향이였다. 또한 1화방과 2화방 사이의 엽수

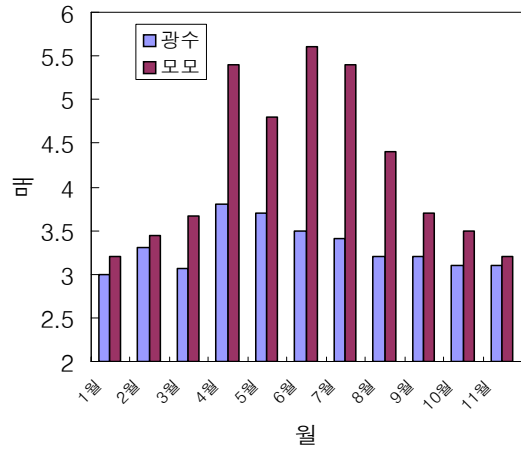
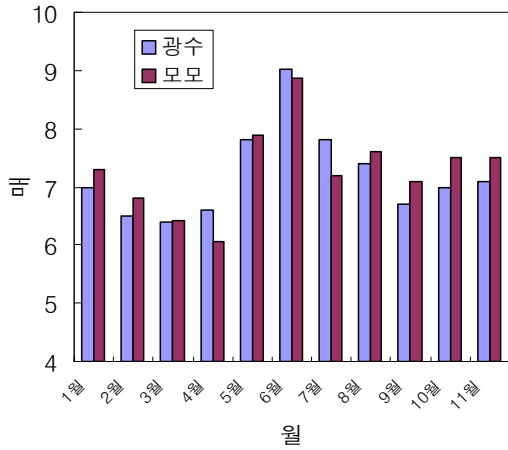


그림 1.

1-방 절수

그림 2.

1-2 방 엽수

에서는 품종간의 유의성이 있어, 광수의 경우에는 최고 3.7매 였으나, 모모타로는 5.7매로 광수 보다는 온도에 민감하게 반응하는 것으로 조사되었다. 제 1화방이 봄재배에서는 7엽의 상부에, 여름재배에서는 9엽의 상부에 형성된다는 이 등의 보고와 일치하는 것이었다. 따라서 저단밀식 재배를 시도함에 있어서, 고온기에는 모모타로 계통의 토마토보다는 광수 등의 품종이 좀 더 안정적인 것으로 판단되었다.

저단밀식재배에 있어서 가장 중요한 수량증대 요인은 연간 몇작기를 재배할 수 있는지를 하는 것이다. 정식 후 최종 수확시까지의 소요일수는 고온기인 5~8월까지는 80일 정도 였으나, 그 외 시기에는 90~100일 정도 였다(그림 3).

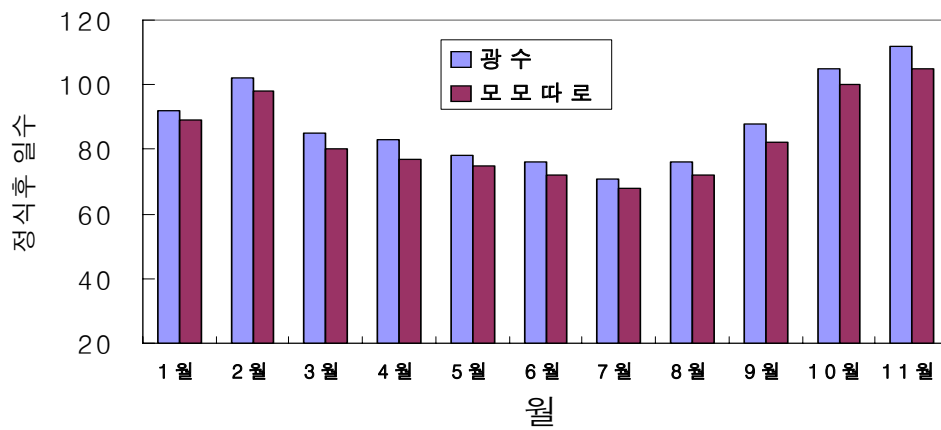


그림 3. 월별 품종간 정식후 수확 종료시 까지의 일수

작기가 끝나는데 까지의 소요일수는 모모따로가 광수에 비해 평균 4~7일 빠른 것으로 나타났는데 이는 품종의 특성에 기인한 것으로 생각되었다. 이러한 결과는 이 등의 결과와 일치하는 것으로, 품종의 선택에 있어서 수확기가 빠른 것은 여름에 일조량이 많고 온도가 높아 과실의 착색이 빠른 것으로 생각되었다.

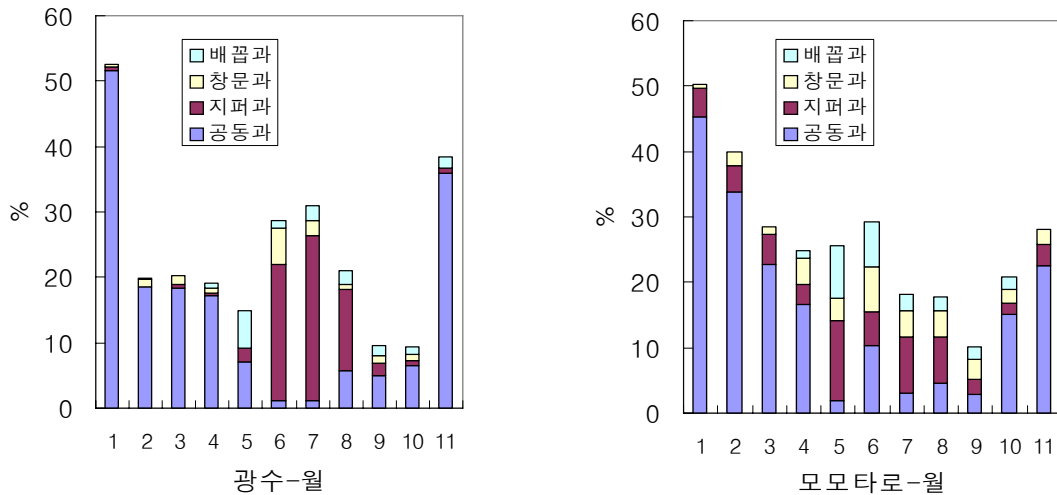


그림 4. 월별 품종간 기형과율

월별 과실의 특성은 1~3월 파종구까지는 재배기간이 저온으로 공동과의 발생률이 매우 높았다. 그리고 고온기로 접어들면서 지퍼과와 창문과의 비율이 높아 졌으며, 배꼽씩음과는 거의 발생하지 않았다. 이러한 결과는 하계 고온기에 정식하는 묘의 경우 고가온에 의하여 제1~2화방의 착과가 불량해지면서 도장묘, 낙과, 배꼽씩음과 등의 발생이 많아진다는 서 등의 보고와 같다.

품종간에는 광수가 모모따로에 비해 평균 10% 정도 수량이 증수 되는 경향이였다. 초장은 7~9월 고온기는 120cm 내외로 높아, 재식거리가 약간 좁은 것으로 생각되었다. 이등은 저단밀식식 토마토 재배의 모모따로는 봄재배에서 16.1cm, 여름재배에서 21.2cm, 서광은 봄재배에서 16.7cm, 여름재배에서 20.1cm의 재식거리에서 각각 최대치를 보인다고 하였다. 본 시험에서 재식거리를 처리로 두지는 않았지만, 여름재배시에 재식거리를 봄재배에 비해 넓혀 주어야 할 것으로 생각되었다.

월별 품종별 수량성은 2월 파종구의 광수 품종이 6.397 Kg/10a로 가장 수량이 많았고, 고온기인 6월 파종구가 1.811 Kg/10a로 수량이 저조 하였다. 이러한 결과는 추후 고온기 토마토 재배에 관련된 품종 및 적정 재배기술의 확립이 필요하다고 생각된다.

이등, 민등의 보고에 의하면 봄재배가 여름재배보다 품종에 관계없이 당의 함량이 높고,

산이 함량이 낮았다고 하고, 품종간에는 모모따로가 서광에 비해 당과 산이 낮아, 여름재배에서 과실내 산의 함량을 낮추는 연구가 필요하다고 하였다. 그러나, 본 시험에서는 고온기에 산의 함량이 높아지는 경향은 있었으나, 년중 특성을 찾기는 어려웠는데, 이는 재배적 특성에 따라 당과 산의 함량이 달라진 때문으로 생각되었다.

표 2. 최종생육특성 및 과실의 특성

파종 시기	품종	초장 (cm)	경중 (g)	평균과중 (g)	수량성 (kg/10a)	당도	산도
1월	광 수	102	159	204	4316	6.17	4.29
	모모따로	92	180	160	5017	6.67	4.31
2월	광 수	114	196	164	6397	5.67	4.20
	모모따로	107	197	163	5773	6.17	4.39
3월	광 수	104	169	158	5672	5.68	4.41
	모모따로	103	174	131	4688	6.05	4.64
4월	광 수	118	155	186	4443	6.17	4.20
	모모따로	121	186	160	4300	6.41	4.28
5월	광 수	107	139	252	3467	5.29	4.36
	모모따로	109	145	190	2542	6.27	4.49
6월	광 수	117	107	223	1811	5.97	4.26
	모모따로	115	111	184	1468	6.19	4.35
7월	광 수	121	121	220	2860	5.29	4.34
	모모따로	119	118	186	2594	5.41	4.36
8월	광 수	128	138	195	3458	6.21	4.43
	모모따로	122	128	172	3223	6.46	4.51
9월	광 수	122	148	188	4421	6.24	4.42
	모모따로	116	134	166	3711	6.42	4.52
10월	광 수	109	137	196	4202	6.88	4.31
	모모따로	112	129	158	3661	6.87	4.38
11월	광 수	118	131	184	3887	6.52	4.34
	모모따로	110	120	164	3625	6.66	4.44

(시험 2) 고당도 생산을 위한 적정 처리농도 및 처리시기 구명

본 시험에 사용된 토마토묘의 요소질은 표3과 같다. 광수품종에 비해 모모따로품종의 생육이 초장, 엽수, 경경, 엽록소의 함량등 모두에서 생육이 우수하였다.

표 3. 품종간 요소질 특성

품종	초장 (cm)	엽수 (매)	경경 (cm)	엽록소 (mg/cm ²)
광 수	30.4	6.3	0.48	36.0
모모따로	31.4	7.4	0.54	38.8

처리에 따른 평균 과중은 전기간 급액 EC농도 2.0 처리구가 광수 216g, 모모타로가 180g으로 광수의 평균 과중이 높았고, 2화방개화후 20일후부터 급액농도를 6.0으로 처리한 구가 광수 120g, 모모타로 75g으로 가장 낮았다.(표4) 일반적으로 과실의 당도를 높이기 위하여 건조, 혹은 NaCl등을 첨가하여 스트레스를 주는 경우 평균과중이 낮아진다고 한다. 이러한 평균 과중의 경우는 품종간에는 모모타로가 민감하게 반응하는 경향이였으며, 처리농도에 따른 차이보다는 처리시기 및 기간에 따른 차이가 더욱 큰 것으로 생각되었다. 상품과의 수량성은 2화방개화후 20일후부터 급액농도를 EC 6.0mS/cm으로 처리한 구가 상품수량이 420kg/10a로 사실상 정상수확은 불가능하였다. 따라서 수량에 큰 차이를 주지 않는 범위는 2화방 착과제 처리 후 50일 후에 급액농도를 EC 4.0mS/cm수준으로 높여 주었을 때 평균과중은 낮아지는 경향이나, 상품과의 수량성은 대차없었다.

표 4. 염류 처리 농도 수준에 따른 시기별 수량 특성

처리농도	처리시기 ^{Y)}	품종	평균과중 (g)	당 도 (°Bx)	수량성 (kg/10a)	상품과율 (%)
2.0	20일	광 수	216	6.0	7421	87.8
		모모따로	180	6.2	4958	75.2
4.0	20일	광 수	165	8.4	1497	38.5
		모모따로	95	8.5	1081	32.8
	35일	광 수	198	8.4	6521	48.2
		모모따로	112	8.6	4216	37.2
	50일	광 수	212	6.1	7200	76.5
		모모따로	165	6.2	5110	65.3
6.0	20일	광 수	120	8.3	1125	21.2
		모모따로	75	8.4	420	11.6
	35일	광 수	151	8.3	5612	28.4
		모모따로	110	8.4	4238	23.1
	50일	광 수	215	5.8	7324	80.1
		모모따로	172	5.6	4863	68.2

Y: 2화방 착과제 처리 후

과실의 생육기에 과도한 스트레스는 정등의 보고에 의하면 Ca의 흡수를 억제하여 배꼽썩음과의 발생을 야기한다는 보고가 있다. 본 시험에서도 스트레스의 정도가 강할수록 최고 57%까지 배꼽썩음과가 발생하였다. 품종간에 배꼽썩음과 발생에 대한 유의성은 인정되지 않았으며, 2화방 착과제 처리후 50일후에 고농도 급액을 한 처리구에서는 배꼽썩음과의 발생률이 관행과 비슷한 수준으로 나타나, 배꼽썩음과는 과가 어릴 때 많이 발생하고, 이후 발생하지 않는다는 Sato 등의 보고와 일치하는 경향이었다. 또한 급액 농도간에는 EC 4.0보다 6.0 처리구가 배꼽썩음과의 발생률이 높아 고품질 생산을 위한 적당한 고농도는 급액 EC 4.0으로도 충분한 것으로 생각되었다.

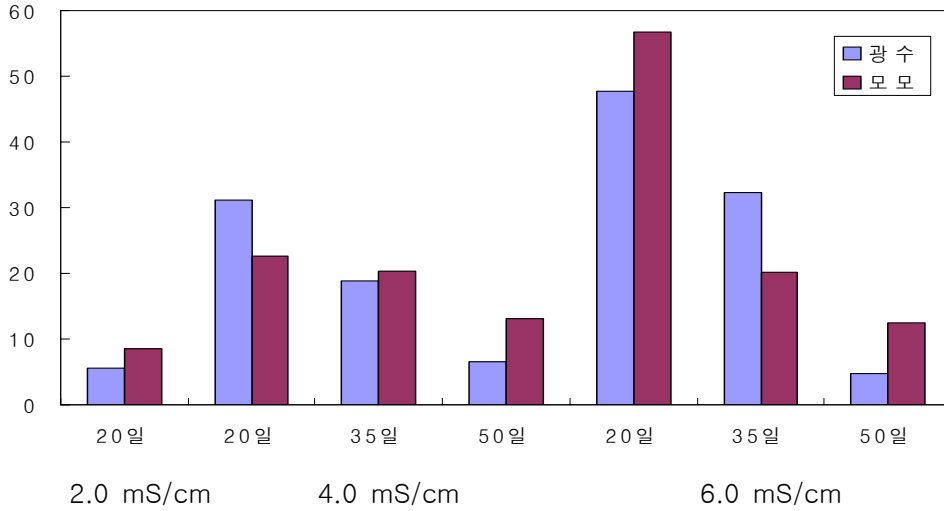


그림 5. 염류 처리 농도 수준에 따른 시기별 배꼽썩음과의 발생율

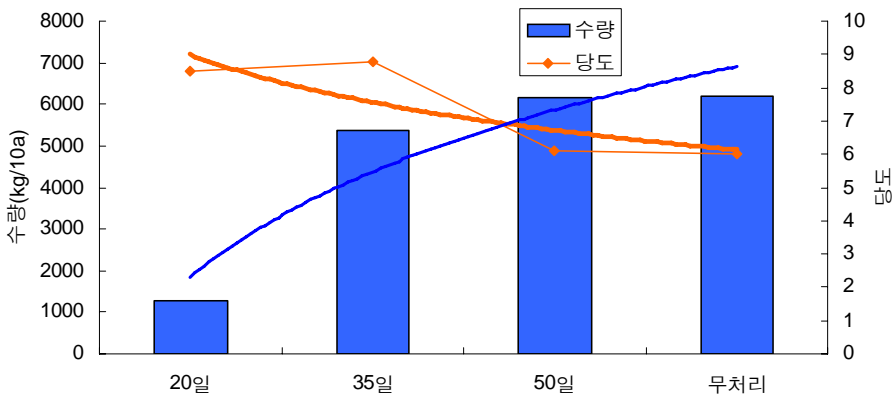


그림 6. 염류 처리 농도 수준에 따른 시기별 당도의 변화

과실의 당도는 그림 4에서 보는 바와 같이 처리시기가 20일, 35일 처리구에서는 모두 8°Bx의 당도를 나타냈다. 그러나 50일후 처리구에서는 관행과 비교하여, 과실의 당도가 높아 지지는 않는 경향이었고, 품종간에도 유의적 차이를 나타내지는 않았으며, 20일, 35일 처리구간에도 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 고품질 생산을 위해 고농도 급액시 급액농도는 4.0mS/cm으로도 충분하고, 처리시기는 50일이후의 처리에서는 효과가 없는 것으로 생각되었다.

따라서 수량은 최대한으로 확보하면서 당도를 높일 수 있는 고농도의 처리시기는 그림 6에서 보는 바와같이 2화방 착과제 처리후 47일인 것으로 추정되었다.

표 5. 염류 처리 농도 수준에 따른 시기별 최종 생육특성

처리 농도	처리 시기	품종	초장 (cm)	경경 (cm)		경중 (g)
				1단	지제부	
2.0	20일	광 수	103	1.02	1.04	158
		모모따로	105	1.06	1.08	165
4.0	20일	광 수	104	1.21	1.06	128
		모모따로	107	1.24	1.05	120
	35일	광 수	111	1.21	1.09	135
		모모따로	104	1.20	1.10	140
	50일	광 수	108	1.07	1.03	159
		모모따로	112	1.02	1.06	165
6.0	20일	광 수	113	1.02	1.06	116
		모모따로	101	0.99	1.07	122
	35일	광 수	105	1.02	1.03	148
		모모따로	109	1.05	1.02	147
	50일	광 수	112	1.02	1.03	160
		모모따로	105	1.04	1.05	172

최종 생육 조사 결과 초장 및 지제부 경경의 경우는 처리간에 대차없었으나, 1단 경경의 경우는 4.0급액 처리구에서 품종에 관계없이 1.2cm 이상으로 나타나 생육이 매우 왕성하여 과번무한 상태였으며, 따라서 줄기의 무게를 측정할결과도 같은 경향이였다.

적 요

(시험1) 춘천지역 저단밀식 토마토 양액재배시 월별 재배 특성 검정

- 가. 월별 품종간 요소질은 모모따로가 전반적으로 생육이 우수한 것으로 나타 났으며 개화시는 모모따로가 광수에 비하여 1일~6일 정도 빠르고, 첫 수확까지의 소요일수도 3~10일 정도 빨랐음.
- 나. 1화방 착과 절위는 고온기로 접어드는 5월, 6월 파종구가 8~10매로 품종에 관계없이 높았으며, 1~2화방 사이의 엽수는 광수의 경우 최고 3.6매 었으나, 모모따로는 5~6매 로 매우 높게 나타났음.
- 다. 상품과 수량성은 광수가 모모따로에 비해 평균 15% 정도 높았고, 공동과는 품종에 관계 없이 저온기에는 매우 높았으나, 점차 줄어드는 경향이었고, 창문 및 지퍼과는 모모따 로에서 매우 높게 나타났음.
- 라. 과실의 당도는 모모따로가 평균 1°Bx 정도 높았고, 평균 과중은 광수가 158~252g 으로 높았음.

(시험2) 고당도 생산을 위한 적정 처리농도 및 처리시기 구명

- 가. 급액 농도에 따른 수량성은 급액 EC 4.0mS/cm와 6.0mS/cm가 서로 비슷하게 수량을 감소시키는 농도로 나타났음.
- 나. 처리시기에 따른 수량성의 변화는 착과제 처리후 20일에 고농도 급액을 한 구에서 1,125Kg/10a로 수량성이 낮게 나타났고, 고농도 급액의 처리시기가 빠를수록 배꼽썩음과의 발생이 최고 57%까지 나타났음.
- 다. 평균 과중은 광수가 모모따로에 비해 모든 처리구에서 높았으며, 처리농도에 의한 차이보다는 처리시기에 의한 차이가 컸음.
- 라. 착과제 처리 35일후에 급액농도 4.0으로 처리한 구가 8°Bx 이상의 당도를 나타냈고, 수량도 관행 대비 85~87%로 나타났음.
- 마. 수량의 감소를 최소한으로 하면서 당도를 높일수 있는 처리시기는 2화방 착과제 처리후 47일 인 것으로 추정되었다.

인용문헌

- 이한철, 최영하, 권기범, 강광윤. 1997. 토마토 저단 밀식 양액재배법 확립 연구, 농시 논문집. 39(2): 27~32.
- 이한철, 최영하, 권기범, 강광윤. 1997. 원예연구소 시험연구 보고서 597~603.
- 민영기, 김학현, 이환구. 1998. 충남 농업기술원 시험연구 보고서 744~748.
- 정현복. 1995. 배꼽썩이과 방제 기술의 보급방향. 온실산업 8 : 28~33.
- Sato Harou, Tomohiro Yangi, Hiroaki. Yoshinori. Veda, and Yasaburo Oda, 1994. Matter partitioning of single truss tomato plants 생물 생산 조절 32(4) :231~237
- 황기성, 박진면, 임명순, 이성재 1997. 토양의 양분함량이 방울토마토의 수량과 당 함량에 미치는 영향. 농업 환경 논문집 39(2) : 25~29

연구결과 활용

- 학술 연구 논문 발표