

과 제 구 분	경상기본 : LS 0207	수행시기	전반기	연구기간	2000~2002
연구과제명	배왜성대목이용 저수고 초밀식 재배기술 개발			과제책임자	이경중
세부과제명	배 중간 왜성대목 길이가 수체에 미치는 영향				
색 인 용 어	배, 중간대목, 왜성대목, 초밀식재배				
연구원별 임무					
구 분	소 속	성 명	전화번호	담 당 임 무	
세부과제책임자	경기도원 원예연구과	이경중	031)229-5801	시험연구수행 및 총괄	
공동연구자	〃	박건환	031)229-5802	생육조사	
	〃	이진구	031)229-5803	과실특성조사	

ABSTRACT

on tree growth of scion cultivar for dwarfing culture at Gyeonggi Province ARES from 2000 to 2002. The dwarfing stocks of KG1 and KG2 which length were 20 and 30cm, were grafted on Dolbae at April, 1999, and then, Hwanggeunbae was grafted on KG1/Dolbae, KG2/Dolbae and Dolbae(control) at April, 2000.

The success rates of grafting were over 88.9% and the stem diameters of interstock was thicker in interstock 20cm than in interstock 30cm. The length of extended main trunk of the Hwanggeunbae grafted on KG1 and KG2, 30cm were 18.3%, 23% respectively smaller than that of control. In the KG1 20cm, leaf shape index and specific leaf area were small, and leaf length, leaf width, leaf shape index, dry leaf weight and specific leaf area were small compared the control but did not have significance. In the KG2, 20cm and 30cm, leaf length, leaf width, leaf shape index, leaf area, and specific leaf area were smaller but dry leaf weight was heavier than that of control. In the KG1 20cm, the N, P, K of leaf composition were higher but the Ca, Mg were lower and in the KG1 30cm the N was higher but others mineral composition were lower than those of control. The P, K, Ca in KG2, were lower and The K in the KG2 30cm, was higher than that of control.

The weight of fruit in the KG1 30cm heavier than that in control. The sugar content in the KG1 20cm was higher than that in control. In the KG2, the weights of fruit were lighter and the sugar content was higher than those of control regardless of the length of interstock. The acidity, fruit hardness were lower and fruit shape index was higher than those of control regardless of the kind and length of interstock.

Key words : Pear, dwarf stock, imterstock, dwarf culture high density Planting

1. 연구목표

왜성대목은 일반대목에 비하여 나무가 작아지거나 조기결실 등의 특성을 나타내는 대목을 의미한다. 우리나라에서 왜성대목을 이용한 재배는 1961년 사과 M 및 MM계 대목을 도입하여 선발한 결과 M26과 MM106대목이 우리나라 기후와 토양에 맞아 보급이 시작되었으며 1997년 사과 재배면적의 72%를 차지할 정도로 일반화되었으나 그 이외의 과종은 왜성대목을 거의 이용하지 않고 있다. 그러나 외국에서는 사과 이외에 배, 복숭아, 감, 양앵두, 자두 등에서도 왜성대목을 이용한 재배가 이루어지고 있으며 이에 대한 육종 및 재배 연구도 활발하다.

최근의 농촌노동력 감소와 노령화에 따라 노동력이 적게 드는 저수고수형의 필요성이 증대되고 있으며 과수 1농가당 면적이 0.7 ha에 불과한 우리나라 실정에서는 토지생산성을 높이고 조기에 손익분기점을 달성하기 위하여 밀식재배가 필요하다.

배 과수원의 조기다수 및 생력화를 위하여 1984년부터 보급된 Y자 수형으로 재식한 면적이 2000년 현재 7,266.4 ha에 이르고 있으나 밀식재배에 따른 밀식장해 등의 문제점이 발생하여 이를 해결 하고자 간벌 및 주지수구성체계 시험 등 여러 연구가 이루어지고 있고 또 Y자 지주 설치에 1ha당 1,565만원의 시설비가 소요되어 과원조성비가 많이 드는 문제점이 있다.

따라서 본 연구에서는 왜성대목을 이용

한 주간형 초밀식재배기술을 개발 하기 위하여, 중국에서 수집한 배 왜성대목을 황금배의 중간대목으로 사용하여 중간대목 길이가 접수품종의 수체생장과 과실품질 등에 미치는 영향을 조사하였다.

2. 재료 및 방법

시험에 사용된 시험수는 1998년 3월 돌배종자를 묘포장에 파종하여 생육시킨 돌배대목에 1999년 4월 왜성대목 KG1, KG2를 절접으로 접목하여 생육시킨 후 2000년 3월 본포에 0.5×1m로 정식하여 4월 상순 왜성대목의 길이를 20cm, 30cm로 각각 절단하여 황금배를 접목하였다. 시험수는 중간대목인 왜성대목 종류별, 중간대목 길이별로 6주씩 시험하였으며 대조구는 돌배대목에 황금배를 접목하였다. 시험구배치는 난괴법 3반복으로 하였다.

생육조사는 농촌진흥청 농사시험조사기준에 의하여 조사하였으며 엽특성은 8월 상순에 시험처리별로 20엽씩 채취하여 엽장, 엽폭을 측정하였으며 엽면적은 엽면적계(Li-1800, 미국)로 측정하였고 절간장은 신초장을 마디수로 나누어 환산하였다. 간경은 접목부에서 20cm 떨어진 부위를 측정하였다. 엽내 무기성분은 엽시료를 채취하여 75 °C에서 2시간 Killing한 후 65 °C에서 48시간 건조시켜 20mesh로 분쇄하였다. 분쇄된 시료 0.5g을 칭량하여 Perchloric Acid로 180~200 °C에서 분해하여 이 분해여과액을 질소는 Indolphenol

-blue법으로, 인산은 Vanadate법으로, 칼리,마그네슘, 칼슘은 원자흡광분광광도계(Perkin-Elmer 2389)로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 중간대목 길이가 수체생장

중간대목 KG1의 길이에 따른 수체 생육에 미친 영향은 표 1과 같다. 집목 활착율은 88.9% 이상으로 높았으며 중간대목 간경은 중간대목 길이 20cm에서 약간 굵은 경향을 보였고 집수 간경은 중간대목 처리가 돌배보다 얇은 경향을 보였다. 신초장은 대조구 92cm보다 중간대목 길이 30cm처리에서 14cm 짧았고 중간대목 길이 20cm

처리에서 21cm 짧아 중간대목 사용에 의하여 신초장이 짧아지는 경향을 보였다. 주간연장지 길이는 대조구 142cm 보다 중간대목 길이 20cm처리에서 11cm, 30cm처리에서 26cm 짧아 각각 7.7%, 18.3% 왜화효과가 나타나 중간대목 길이가 길수록 왜화효과가 크게 작용함을 알 수 있었다. Grubb(1939)은 중간대목 길이가 긴 것은 짧은 것에 비하여 왜화성이 크다고 하였는데 본 시험 결과와 같은 경향이였다. 수고는 처리간 차이가 없었는데 이는 대조구는 중간대목을 사용하지 않고 중간대목 처리에서는 중간대목 길이만큼 수고가 20~30cm 높아졌기 때문으로 생각된다.

중간대목 KG2의 길이에 따른 수체생장에

표 1. 중간대목 KG1의 길이에 따른 황금배 수체 생육(2002)

중간대목 길이	집 목 활착율 (%)	중간대목 간 경 (mm)	집수 간경 (mm)	절간장 (cm)	신초장 (cm)	주간연장지 길이 (cm)	수고 (cm)
20cm	94.4	33.2	30.5 ab	5.1	71 a	131 ab	320 a
30cm	94.4	30.7	28.3 b	5.1	78 a	116 b	294 a
대조구	88.9	-	35.3 a	5.5	92 a	141 a	338 a

↓ DMRT at 5%level

표 2. 중간대목 KG2의 길이에 따른 황금배 수체 생육(2002)

중간대목 길이	집 목 활착율 (%)	중간대목 간 경 (mm)	집수 간경 (mm)	절간장 (cm)	신초장 (cm)	주간연장지 길이 (cm)	수고 (cm)
20cm	88.9	35.0	28.7 b	5.4	66 a	117 ab	269 a
30cm	100.0	34.6	28.9 b	5.3	66 a	106 b	288 a
대조구	88.9	-	37.4 a	5.5	84 a	139 a	341 a

↓ DMRT at 5%level

미친 영향은 표 2와 같이 접목활착율은 88.9% 이상으로 높았으며 중간대목간경은 중간대목 길이 20cm에서 약간 굵은 경향을 보였고 접수간경은 중간대목 처리가 돌베보다 얇은 경향을 보였다. 신초장은 중간대목 길이 20cm처리, 30cm처리 모두 대조구 84cm 보다 18cm 짧아지는 경향을 보였다. 주간연장지 길이는 대조구 139cm 보다 중간대목 길이 20cm처리에서 22cm, 30cm처리에서 32cm 짧아 각각 15.8%, 23.0% 왜화효과가 나타나 중간대목 길이가 길수록 왜화효과가 크게 작용함을 알 수 있었다. 수고는 처리간 차이가 없었는데 이는 KG1과 마찬가지로 대조구는 중간대목을 사용하지 않아 중간대목 처리구에서 수고가 20~30cm 높아졌기 때문으로 생각된다.

나. 중간대목 길이에 따른 엽생장

중간대목 KG1 길이에 따른 엽생장은 표 3과 같다. 중간대목 KG1 길이 20cm처리에서는 엽형지수, 엽중대엽면적만 대조구보다 작아지는 경향을 보였고 엽장, 엽폭 등은 대조구와 비슷한 경향을 보였다. 엽형지수와 엽중대엽면적이 대조구보다 작아진 것은 왜성대목의 중간대목사용으로 엽충실도가 좋아졌기 때문이라고 사료된다. 平田(1985)은 엽형지수가 작을수록 잎의 형태는 둥근 모양을 띠게되고 둥근 잎은 탄수화물이 질소보다 많은 건전한 나무라고 하였으며 엽중대엽면적은 작을수록 엽 두께가 두꺼운 것을 나타내며 두꺼운 엽일수록 햇빛을 많이 받은 양엽으로 알려져 있다.

중간대목 KG2 길이에 따른 황금배의 엽

표 3. 중간대목 KG1의 길이에 따른 엽 생장

중간대목 길이	엽장 (cm)				엽폭 (cm)				엽형지수 (엽장/엽폭)			
	'00	'01	'02	평균	'00	'01	'02	평균	'00	'01	'02	평균
20cm	13.1	12.5	12.4	12.7	8.3	7.4	7.9	7.9	1.58	1.69	1.58	1.62
30cm	12.1	12.3	12.9	12.4	7.3	7.4	8.1	7.6	1.66	1.66	1.59	1.64
대조구	12.9	12.8	12.8	12.8	7.7	7.5	8.3	7.8	1.68	1.71	1.55	1.65

중간대목 길이	엽면적 (cm ² /매)				엽건물중 (g/매)				엽중대엽면적 (cm ² /g)			
	'00	'01	'02	평균	'00	'01	'02	평균	'00	'01	'02	평균
20cm	75.0	64.2	67.7	69.0	0.81	0.62	0.65	0.69	93.0	103.5	104.6	100.4
30cm	62.1	62.3	71.0	65.1	0.67	0.62	0.66	0.65	92.8	100.5	107.1	100.1
대조구	69.0	65.4	73.3	69.2	0.77	0.63	0.67	0.69	89.8	103.8	110.3	101.3

표 4. 중간대목 KG2의 길이가 엽 생장에 미친 영향

중간대목 길이	엽장 (cm)				엽폭 (cm)				엽형지수 (엽장/엽폭)			
	'00	'01	'02	평균	'00	'01	'02	평균	'00	'01	'02	평균
20cm	11.1	12.2	13.4	12.2	7.2	7.1	8.3	7.5	1.54	1.72	1.62	1.63
30cm	13.3	11.8	12.5	12.5	8.2	7.1	8.0	7.8	1.62	1.66	1.57	1.62
대조구	12.9	12.2	13.3	12.8	7.7	7.2	8.4	7.8	1.68	1.69	1.59	1.65

중간대목 길이	엽면적 (cm ² /매)				엽건물중 (g/매)				엽중대엽면적 (cm ² /g)			
	'00	'01	'02	평균	'00	'01	'02	평균	'00	'01	'02	평균
20cm	64.7	58.0	75.7	61.4	0.73	0.60	0.73	0.69	88.9	96.7	107.3	97.6
30cm	78.1	56.3	69.1	62.7	0.92	0.54	0.66	0.71	85.4	104.3	111.3	100.3
대조구	69.0	60.6	74.8	64.8	0.77	0.60	0.68	0.68	89.8	101.0	110.7	100.5

생장은 표 4와 같다. 중간대목 KG2 길이 20cm처리에서 엽장, 엽폭, 엽형지수, 엽면적, 엽중대엽면적이 대조구보다 작아지는 경향이였다. 엽형지수와 엽중대엽면적이 대조구보다 작아진 것은 왜성대목의 중간대목사용으로 엽충실도가 좋아졌기 때문이라고 사료된다.

다. 중간대목 길이에 따른 엽내 무기성분 함량

중간대목 KG1의 길이에 따른 황금배의 엽내 무기성분은 표 5와 같다. 중간대목 길이 20cm에서 질소성분은 높은 경향을 보였으며 칼슘, 마그네슘성분은 낮은 경향을 보였으며 중간대목 길이 30cm에서 칼리성분은 낮은 경향을 보였으며 칼슘성분

은 대조구에서 높은 경향을 보였다.

중간대목 KG2의 길이에 따른 황금배의 엽내 무기성분은 표 6과 같다. 중간대목 길이 20cm에서 인산, 칼슘성분은 낮은 경향을 보였으며 중간대목 길이 30cm에서 칼리성분은 높은 경향을 보였고 대조구에서 인산, 칼슘성분은 높은 경향을 질소, 마그네슘성분은 처리간에 차이가 없는 경향을 보였다.

사과에 있어서 Eaton과 Robinson(1977), Schneider 등(1978)은 동일한 왜성대목일지라도 접수 품종에 따라 무기성분 흡수량에 차이가 있다고 하였으며 Abdalla 등(1982)은 왜화성이 강한 대목에서 칼리성분이 적고 칼슘, 마그네슘, 망간성분이 많다고 하였다.

또한 Poling과 Oberly(1979)는 왜화성이

표 5. 중간대목 KG1 길이에 따른 엽내 무기성분 함량

중 대 길	간 목 이	T-N (%)				P ₂ O ₅ (%)				K ₂ O (%)				CaO (%)				MgO (%)			
		'00	'01	'02	평균	'00	'01	'02	평균	'00	'01	'02	평균	'00	'01	'02	평균	'00	'01	'02	평균
20cm		2.23	1.31	1.70	1.75	0.69	0.37	0.42	0.49	2.47	1.73	1.91	2.04	1.86	1.55	3.17	2.19	0.33	0.35	0.56	0.41
30cm		2.00	1.34	1.72	1.69	0.59	0.36	0.45	0.47	2.26	1.56	2.00	1.94	2.15	1.47	3.56	2.39	0.39	0.35	0.62	0.45
대조구		2.06	1.34	1.45	1.62	0.61	0.36	0.47	0.48	2.24	1.76	2.24	2.08	2.15	1.60	3.79	2.51	0.38	0.38	0.61	0.46

표 6. 중간대목 KG2 길이에 따른 엽내 무기성분 함량

중 대 길	간 목 이	T-N (%)				P ₂ O ₅ (%)				K ₂ O (%)				CaO (%)				MgO (%)			
		'00	'01	'02	평균	'00	'01	'02	평균	'00	'01	'02	평균	'00	'01	'02	평균	'00	'01	'02	평균
20cm		1.80	1.34	1.73	1.62	0.54	0.33	0.35	0.41	2.17	1.53	2.28	1.99	1.98	1.28	3.27	2.18	0.38	0.35	0.57	0.43
30cm		2.20	1.25	1.37	1.61	0.66	0.33	0.40	0.46	2.56	1.55	2.15	2.09	2.12	1.77	3.93	2.61	0.34	0.35	0.59	0.43
대조구		2.06	1.20	1.55	1.60	0.61	0.34	0.46	0.47	2.24	1.59	2.11	1.98	2.15	2.09	4.13	2.79	0.38	0.33	0.54	0.42

높은 대목이 질소, 칼리, 철 등의 함량이 낮음을 인정하였다. Jones(1971, 1976a, 1976b)는 중간대목 부위의 위와 아랫부분을 절단하여 흘러나오는 수액을 조사한 결과 아랫부분의 수액량이 많은 사실과 전질소 함량이 아랫부분에서 높았음을 인정하였으며 질소, 인산, 칼리 함량이 왜화성이 강할수록 그 함량차이가 심함을 밝히고 있다. 본 시험에서도 중간대목 KG1에서는 중간대목 길이가 길수록 왜화도가 커 중간대목 KG1 길이 30cm 처리에서 질소, 인산, 칼리 함량이 적고 마그네슘 함량이 높은 경향으로 앞의 보고들과 일치하였다.

라. 중간대목 길이에 따른 과실특성

중간대목 KG1의 길이에 따른 황금배의 과실특성은 표 7과 같다. 중간대목 길이 20cm에서 대조구보다 과중은 작아지는 경향을, 당도는 높아지는 경향을, 산함량은 낮아지는 경향을 보였고 과형지수는 커지고, 경도는 낮아지는 경향을 보였다.

중간대목 KG2의 길이에 따른 황금배의 과실특성은 표 8과 같다. 중간대목 길이 20, 30cm에서 대조구보다 과중은 작아지는 경향을, 당도는 높아지는 경향을, 산함량은 낮아지는 경향을 보였고 과형지수는 커지고, 경도는 낮아지는 경향을 보였다.

과실에 미치는 중간대목의 영향에 대하여 Iwasaki 등(1961)은 오렌지 중간대목의

표 7. 중간대목 KG1 길이에 따른 과실특성

중간대목 길이	과중(g)			당도(°Bx)			산함량(%)		
	' 01	' 02	평균	' 01	' 02	평균	' 01	' 02	평균
20cm	454	320	387	12.7	10.5	11.6	0.14	0.12	0.13
30cm	486	377	432	12.2	10.4	11.3	0.10	0.10	0.10
대조구	460	370	415	12.8	10.2	11.5	0.20	0.10	0.15

중간대목 길이	과형지수(과장/과폭)			경도(kg/∅5mm)		
	' 01	' 02	평균	' 01	' 02	평균
20cm	0.96	0.91	0.94	0.80	0.82	0.81
30cm	0.95	0.90	0.93	1.00	0.82	0.91
대조구	0.90	0.90	0.90	1.20	0.80	1.00

표 8. 중간대목 KG2 길이에 따른 과실특성에 미친 영향

중간대목 길이	과중(g)			당도(°Bx)			산함량(%)		
	' 01	' 02	평균	' 01	' 02	평균	' 01	' 02	평균
20cm	377	363	370	11.8	11.9	11.9	0.11	0.10	0.11
30cm	444	304	374	12.6	11.2	11.9	0.15	0.11	0.13
대조구	460	417	439	12.8	10.7	11.8	0.20	0.12	0.16

중간대목 길이	과형지수(과장/과폭)			경도(kg/∅5mm)		
	' 01	' 02	평균	' 01	' 02	평균
20cm	0.92	0.89	0.91	1.10	0.80	0.95
30cm	0.92	0.93	0.93	1.10	0.80	0.95
대조구	0.90	0.89	0.90	1.20	0.80	1.00

효과에 있어서 오렌지품종인 野田을 중간대목으로 사용할 경우 다른 대목에 비하여 과중이 무겁고 당도가 높다고 하였으며 Mielke와 Issa(1976)는 참다래 중간대목이 과실품질에 영향을 미치지 않는다고 하였으나 감귤에서는 중간대목간 과실크기가 다르다고 하였으며 久米(1984) 등은 사과

중간대목 길이 시험에서 당도는 중간대목 길이에 따라 차이가 없다고 하였다.

과중은 중간대목 KG1, KG2 길이 30cm에서 중간대목 KG1, KG2 길이 20cm보다 큰 경향을 보였는데 久米(1984) 등이 사과 중간대목 길이 시험에서 중간대목 길이가 길수록 대과생산비율이 높다고 한 보고와

일치하는 경향을 보였다.

중간대목 KG1, KG2를 사용하면 대조구보다 당도는 향상되며 산함량은 낮아지고 과형은 종축생장이 더 잘되고 경도는 낮아지는 경향을 나타냈다. 중간대목 사용으로 대조구보다 당도가 높고 산함량, 경도가 낮은 경향을 보이는 것은 중간대목의 영향으로 숙기가 촉진되어진 결과로 사료된다. Drake 등은 사과 골드스퍼품종에서 M26 대목은 실생 또는 MM106대목에 비하여 당도가 높아 숙기가 촉진되었다고 하였다.

4. 적 요

배 왜성대목을 중간대목으로 이용한 배나무 왜화재배 기술개발을 위하여, 중간대목의 길이가 접수 품종의 수채 생장과 과실특성에 미치는 영향을 조사코자 돌베에 왜성대목인 KG1, KG2를 중간대목으로 하여 황금배를 2000년 3월 이중접목 하였으며 중간대목 길이는 20cm, 30cm로 시험처리하여 수행한 결과는 다음과 같다.

가. 접목활착율은 모든 처리가 88.9% 이상으로 높았으며 중간대목 간경은 중간대목길이 20cm에서, 주간연장지 길이는 중간대목 KG1 길이 30cm 처리에서 대조구보다 18.3% 왜화된 116cm로 짧았으며 KG2는 20, 30cm 모두 왜화효과는 23.0%이었다.

나. 중간대목 KG1 길이 20cm에서 엽형지수, 엽중대엽면적이 대조구보다 작은

경향을 보였고 중간대목 KG1 길이 30cm에서 엽장, 엽폭, 엽형지수, 엽면적, 엽건물중, 엽중대엽면적이 대조구보다 작은 경향이였다.

다. 중간대목 KG1 길이 20cm에서 질소, 인산, 칼리성분은 대조구보다 높은 경향을 보였으며 칼슘, 마그네슘성분은 낮은 경향을 보였다.

라. 과중은 KG1길이 30cm에서 큰 경향을 보였고, 당도는 중간대목 KG1 길이 20cm에서 높은 경향을 보였다.

5. 인용문헌

- Abdalla, O. A., H. Khatamian, and N. W. Miles. 1982. Effect of rootstocks and on composition of 'Delicious' apple leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:730-733.
- Drake, S. R., E. L. Fenton, K. F. John, and S. S. Higgins. 1988. Maturity, storage quality, carbohydrate, and mineral content of 'Goldspur' apples as influenced by rootstock. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113:949~952.
- Eaton, G. W. and M. A. Robinson. 1977. Interstock effects upon leaf and fruit mineral content. Can. J. Plant. Sci. 57:227-234.
- Grubb, M. H. 1939. The influence of the interstock in double worked apple trees. J. Pom. Hort. Sci. 17:1-19.

- 平田尙美. 果樹全書. 梨編. 農文協. 53-62.
- Iwasaki, t., M. Nishimura, T. Shichijo, and N. Okudai. 1961. Double working of Satsuma orange. II. Effects of interstocks on tree growth, fruit quality and yield. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 30:63-72.
- 조광식. 2000. 과수육종학회지 4:38-67.
- Jones, O. P. 1971. Effects of rootstock and interstocks on the xylem sap composition in apple trees : Effects on nitrogen, phosphorus, and potassium content. *Ann. Bot.* 35:825-836.
- Jones, O. P. 1976a. Effect of dwarfing interstock on the xylem sap composition in apple trees : Effects on nitrogen, potassium, P, Ca, and Mg content. *Ann. Bot.* 40:1231-1235.
- Jones, O. P. and J. S. Pate. 1976b. Effect of M9 dwarfing interstocks on the amino compounds of apple xylem sap. *Ann. Bot.* 40:1237.
- 김정호, 김용석 등 31인. 1999. 최신배재배. 오성출판사. pp.138-142.
- 김정호, 김종천 등 19인. 1995. 삼정 과수 원예총론 . 향문사. pp.236-250.
- 久米晴穂, 工藤哲男, 能谷征文. 1984. りんごのわい化栽培に關する 研究. 1. 中間臺木の長さかゝ樹體と收量および果實品質におよぼす影響. 秋田縣 果試研報. 16:1~17.
- Mielke, E. A. and S. Issa. 1976. Influence of interstocks on grapefruit quality. *Citrograph.* 62:73
- 농림부. 1997. '97과수실태조사. pp.10-25, 90-103.
- 농촌진흥청. 1999. 배Y자수형 설계도.
- Poling, E. B. and G. H. Oberly. 1979. Effect of rootstock on mineral composition of apple leaves. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104:799-801.
- Schneider, G. W., C. E. Chaplin, and D. C. Martin. 1978. Effects of apple rootstock, tree spacing and cultivar on fruit and tree size, yield and foliar mineral composition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103:230-232.