

## ‘후지’ 사과의 우량 측지묘/M.9 EMLA를 이용한 밀식재배원의 조기 생산성 평가

양상진<sup>1</sup> · 박무용<sup>1</sup> · 송양익<sup>1</sup> · 사공동훈<sup>1</sup> · 윤태명<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>국립원예특작과학원 사과시험장, <sup>2</sup>경북대학교 농업생명과학대학 원예학과

### Evaluation of Early Productivity of High Density ‘Fuji’ Apple Orchards by Planting Well-feathered Trees/M.9 EMLA

Sang-Jin Yang<sup>1</sup>, Moo-Yong Park<sup>1</sup>, Yang-Yik Song<sup>1</sup>, Dong-Hoon Sagong<sup>1</sup>, and Tae-Myung Yoon<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Apple Experiment Station, National Institute of Horticulture & Herbal Science, Gunwi 716-812, Korea

<sup>2</sup>Department of Horticulture, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

**Abstract.** Well-feathered (5.2 feathers, stem diameter 13 mm) trees of ‘Fuji’ apple/ M.9 EMLA were planted at 4.0×1.5 m and whip trees (stem diameter 10 mm) of ‘Fuji’/M.26 at 4.0×2.0 m were trained to the slender spindle. The productivity and yield efficiency of two orchard systems were compared for 6 years. The canopy volume of the tree/M.9 EMLA reached 2.07 m<sup>3</sup> in 2nd year and increased slowly to almost the targeted tree volume of 2.9 m<sup>3</sup> in 4th year. Trees/M.26 grew slowly at the begin but from 3rd year the tree volume expanded quickly to reach 5.6 m<sup>3</sup> in 5th year, covering over the allowed space. Yield of M.9 EMLA per 10a increased from 0.3 ton in 2nd year to 4.6 ton in 5th year, and 5.0 ton in 6th year, but yield of M.26 per 10a increased from 0.5 ton in 3rd to 2.9 ton in 6th year. Cumulative yield per 10a up to 6th year was 13.9 ton for M.9 EMLA but only 9.8 ton for M.26. Fruit weight for M.9 EMLA was heavier than that for M.26. In conclusion, the high density planting system with well-feathered trees/M.9 EMLA was better than the conventional wide planting system with whip trees/M.26.

**Additional key words:** canopy volume, fruit quality, *Malus domestica* Borkh., vegetative growth, yield efficiency

## 서 언

우리나라의 사과원은 1970년대 이전까지 실생대목을 이용한 거목소식재배를 하였으나 신품종인 ‘후지’가 보급되면서 세계적인 추세에 따라 MM.106, M.26 대목을 이용한 왜화재배가 빠르게 보급되었다(Yun, 1998). 초기에는 MM.106이 주로 이용되었으나 왜화도가 높고 결실이 빠른 M.26이 대세를 이루게 되었고, ‘후지’의 경우 M.26 이중접목 회초리묘목을 4.0-5.0×2.0-3.5m(571-1,250주/ha)로 재식 하여왔다(Yoon, 2004). 이러한 재식체계는 비록 왜성대목을 이용하였으나 실생대목이 붙은 이중접목 회초리묘목을 심어 절단 중심으로 수관을 형성시켰기 때문에 조기다수확이나 인력 절감이라는 왜화재배의 장점을 충분히 살리지는 못하였다(Oh, 1998). 그렇지만 관행의 교목재배에 비해서는 일찍 수

확이 가능하고 수고도 낮아 나름대로 재배체계가 정착될 수 있었다. 그러나 재배기술의 보편화로 사과재배면적이 빠르게 늘어난데다 배, 감귤, 단감 등 경쟁 과종의 생산량이 증가하고, 더구나 1990년대 중반부터 국내 과실시장이 개방되면서 사과가격의 급락을 가져와 사과농사를 포기하는 농가가 속출하게 되었다(Oh, 1998; Yoon, 2004). 이러한 사과산업의 위기를 타파하고자, 유럽에서 널리 보급되고 있는 M.9 대목을 이용한 밀식재배를 국내에 새롭게 정착시키고자 하는 연구가 1996년부터 대구·경북지역을 중심으로 대학과 사과시험장에서 본격적으로 시작되었다(Yoon, 2004).

우리나라의 M.9 측지묘를 이용한 밀식 사과재배는 이태리 남티롤지역을 모델로 하고 있는데(Yoon 등, 2005), 남티롤을 비롯한 유럽에서는 ‘후지’/M.9의 경우 우량한 측지묘를 재식거리 3.0-3.2×1.0-1.1m, 2,800-3,300주/ha 밀도로 심도록 권장하고 있다(Costa 등, 1997; Eccher와 Granelli, 2006; Meyer, 1997; Wertheim, 2005).

\*Corresponding author: tmyoon@knu.ac.kr

※ Received 14 August 2009; Accepted 26 January 2010.

그러나, 우리나라는 M.9 자근대목묘를 이용한 고밀식 재배경험이 없는데다 여름철 고온 다습한 기후적인 환경, 대과생산을 위해 수세를 강하게 유지하는 경향 등으로 보아 외국의 재식체계를 그대로 현장에 적용하기에는 문제가 있다고 생각된다. 따라서 본 연구는 우리나라에서 M.9대목을 이용한 고밀식 사과재배의 타당성을 확인하기 위하여 ‘후지’/M.26 회초리묘를 이용한 관행재배와 ‘후지’/M.9 EMLA 측지묘를 이용한 고밀식 재배체계를 비교, 검토하였다.

## 재료 및 방법

1996년부터 2001년까지 경북 군위군 소보면 소재 농진청 국립원예특작과학원 사과시험장 시험포장에서 본 시험을 실시하였다. 1995년 말에 포장을 정비하여 4.0m간격으로 암거배수 시설을 한 다음, 10a 당 완숙 퇴비 3톤, 소석회 100kg을 사용하고 경운, 쇠토한 뒤 1996년 3월 15일에 각 포장에 M.9 EMLA와 M.26 자근대목에 접한 ‘후지’ 묘목을 재식하였다. ‘후지’/M.9 EMLA의 경우 유럽에서 추천하는 측지수 5개, 줄기직경 약 13mm의 우량한 측지묘를 재식거리 4.0×1.5m(166주/10a)로 심었고(Costa 등, 1997; Eccher와 Granelli, 2006; Meyer, 1997; Wertheim, 2005), ‘후지’/M.26의 경우 관행적으로 추천되었던 줄기직경 약 10mm의 회초리 묘목을 4.0×2.0m(125주/10a)으로 심었다(Yoon, 2004).

직경 20mm의 쇠파이프를 높이 2.5m의 개별 지주를 세우고 점적관수로 토양수분을 관리하였다. 시비는 1년간 부숙 시킨 퇴비(우분)를 매년 이른 봄에 주당 3kg씩 주었으며, 화학비료는 사용하지 않았다. 세장방추형을 목표로 대목과 묘목소질에 따라 상이한 방법으로 수형을 만들어 나갔다.

‘후지’/M.9 EMLA 측지묘는 재식 후 측지를 세력에 따라 수평 또는 수평 이하로 유인하고 선단은 수평으로 유인하였다가 상단면 신초가 5-10cm 도달 시에 원줄기를 다시 곧게 세웠다. 그러나 선단지의 길이가 최상단 측지에서 50cm 이하인 경우 약 1/3에서 절단하여 주간 연장지의 생장을 유도하였다. 2년 차부터는 주간 연장지를 절단하지 않고 유인과 아상처리를 통해 측지 발생을 유도하였다. 신초발생 초기에 이쑤시개를 끼워 분지 각을 넓히고 세력에 따라 유인의 정도를 달리하였다. 주간연장지를 약한 결실지로 대체시키는 방법으로 수고를 2.5-3.0m로 제한하였고 세력이 강하거나 과밀한 측지는 숙음전정으로 제거하였다.

‘후지’/M.26 회초리묘는 재식 후 지면 70-80cm 높이에서 절단하여 최상단 측지는 곧게 세워 주간연장지로 하고 그 아래의 측지는 일찍부터 이쑤시개로 분지각을 넓힌 다음, 다시 수평 이하로 유인하여 세력을 조절하였다. 2년 차에

주간연장지를 40-50cm 높이에서 다시 절단하였고 주간연장지와 측지는 1년 차와 같은 방법으로 처리하였다. 3년 차에는 주간연장지를 자르지 않고 유인과 아상으로 측지발생을 유도하였다. 수고는 3.0-3.5m에서 제한하면서 측지의 기부 직경이 주간 직경의 2/3를 넘어서는 강한 측지와 서로 겹치는 측지는 적절히 솎아주는 방법으로 전정하였다.

재식된 M.9 EMLA(4열로 37주/열 재식)와 M.26(4열로 28주/열 재식)의 중간 열(2, 3열)에 있는 나무 중 균일한 세력을 가진 나무 각 10주씩을 조사대상으로 선정하였다. 생육이 정지된 후에 수고, 수폭과 주당 20개의 선단 신초 길이를 조사하였다. 주간단면적(TCA, trunk cross section area)은 점목부 상부 10cm위치에서 산출하였다. 수관용적은  $\frac{1}{3}\pi r^2 h$ ( $r$ =수폭의 반지름,  $h$ =수고-첫 측지 위치)으로 계산하였다(Robinson 등, 1991). 단위면적당 TCA 및 수관용적은 재식 6년차 마지막 TCA 및 수관용적에 10a당 재식주수를 곱한 뒤 단위면적(10a)으로 나누어 산출하였다. 10월 말에 수확하여 주당 수량을 조사하였고 수량효율은 12월에 측정된 TCA당( $\text{cm}^2$ ) 주당 생산량 및 수관용적당( $\text{m}^3$ ) 주당 생산량으로 나타내었다. 누적 생산효율은 재식 6년 차의 마지막 TCA, 수관용적에 대한 6년까지의 누적생산량으로 나타내었다.

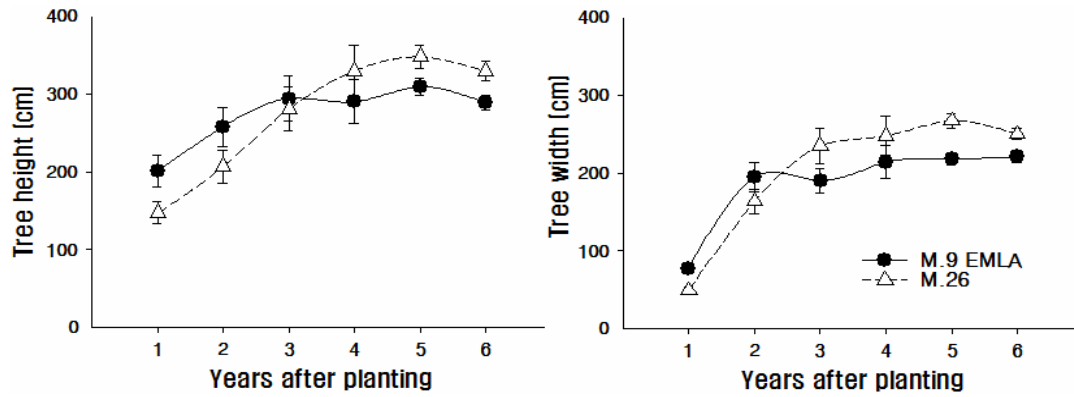
## 결 과

### 수체생장 및 수관점유율

M.9 EMLA 시험구의 경우 재식 3년 차에 수고가 3.0m, 수폭은 재식 2년 차에 2.0m에 달하였으나, M.26 시험구의 경우 수고는 5년 차에야 3.5m에 다다랐고, 수폭은 4년 차에 2.5m에 달하였다(Fig. 1).

TCA는 M.9 EMLA 시험구의 경우 꾸준한 성장양상을 보이며 6년 차에  $31.3\text{cm}^2$ 에 이르렀다. M.26 시험구는 초기 3년간은 줄기비대 속도가 완만하여 M.9 EMLA 시험구에 비해 TCA가 적었으나 그 이후부터는 빠른 성장을 보이면서 6년 차에는  $36.9\text{cm}^2$ 에 달했다. 단위면적(10a)당 6년 차의 TCA에 있어서는 두 시험구간 통계적 유의차는 없었다(Table 1).

수관용적에 있어서는 비슷한 경향을 보여 M.9 EMLA 시험구는 재식 2년 차에 이미  $2.07\text{m}^3$ 에 달하였고 4년 차에는 약  $3.0\text{m}^3$ 에 달하여 주어진 공간을 능가하는 완성수형에 가까운 용적을 보였다. M.26 시험구는 2년 차부터 수관이 빠르게 확대되어 재식 5년 차에 수관용적이  $5.62\text{m}^3$ 에 달하였다가 6년 차에 수고와 수폭 제한을 위해 전정을 본격화하면서  $4.62\text{m}^3$ 로 다소 떨어졌다. 10a당 6년 차의 수관용적은 주당 용적의 현격한 차이에도 불구하고 M.9 EMLA 시험구가  $507.9\text{m}^3$ 로, M.26 시험구의  $577.0\text{m}^3$ 와 차이가 없었다(Table



**Fig. 1.** Changes of tree height and width of 'Fuji' apple trees under two orchard systems for 6 years. Well-feathered trees/M.9 EMLA and whip trees/M.26 were planted in 4.0×1.5 m and in 4.0×2.0 m, respectively. Vertical bars indicate standard errors.

**Table 1.** Yearly trunk cross-sectional area (TCA) and canopy volume of 'Fuji' apple trees under two orchard systems for 6 years. Well-feathered trees/M.9 EMLA and whip trees/M.26 were planted in 4.0×1.5 m and in 4.0×2.0 m, respectively.

Treatment	TCA (cm <sup>2</sup> )						TCA per 10a <sup>z</sup> (m <sup>2</sup> ·10a <sup>-1</sup> )	Canopy volume (m <sup>3</sup> )						Canopy volume per 10a <sup>z</sup> (m <sup>3</sup> ·10a <sup>-1</sup> )
	Years after planting							Years after planting						
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6	
M.9 EMLA	6.35 a <sup>y</sup>	11.8 a	16.0 a	22.0 a	26.9 b	31.3 b	0.52 a	0.24 a	2.07 a	2.32 b	2.89 b	3.25 b	3.06 b	507.9 a
M.26	4.45 a	7.6 b	12.8 b	23.9 a	32.5 a	36.9 a	0.46 a	0.06 b	1.10 b	3.34 a	4.51 a	5.62 a	4.62 a	577.0 a

<sup>z</sup>Means calculated as TCA (m<sup>2</sup>) and canopy volume (m<sup>3</sup>) per tree at 6 years after planting × tree number per 10a

<sup>y</sup>Means within columns followed by the same letter are not significantly different using T-tests, P=0.05.

**Table 2.** Yearly shoot growth of 'Fuji' apple trees under two orchard systems for 6 years. Well-feathered trees/M.9 EMLA and whip trees/M.26 were planted in 4.0×1.5 m and in 4.0×2.0 m, respectively.

Treatment	Shoot growth of years after planting					
	1	2	3	4	5	6
M.9 EMLA	44.0 a <sup>z</sup>	50.2 b	31.5 a	25.5 a	17.4 b	22.1 a
M.26	54.0 a	70.5 a	33.0 a	25.9 a	25.0 a	20.9 a

<sup>z</sup>Means within columns followed by the same letter are not significantly different using T-tests, P=0.05.

**Table 3.** Crop load and crop density of 'Fuji' apple trees under two systems for 6 years. Well-feathered trees/M.9 EMLA and whip trees/M.26 were planted in 4.0×1.5 m and in 4.0×2.0 m.

Treatment	Crop load (no. fruit per tree)					Crop density (no. fruit/cm <sup>2</sup> TCA)			
	Years after planting					Years after planting			
	2	3	4	5	6	3	4	5	6
M.9 EMLA	6.5	21.8 a <sup>z</sup>	56.2 a	84.3 a	97.8 a	1.34 a	2.56 a	3.15 a	3.14 a
M.26	-	13.1 b	46.0 b	63.6 b	81.3 b	1.01 a	1.92 b	1.95 b	2.20 b

<sup>z</sup>Means within columns followed by the same letter are not significantly different using T-tests, P=0.05.

1). 재식 초기에는 두 시험구 모두 왕성한 신초 성장을 보였으나 수령이 경과할수록 신초 길이가 짧아져 재식 6년 차에는 21-22cm내외였다(Table 2).

### 수량 및 수량효율

M.9 EMLA 시험구는 재식 2년 차부터, M.26 시험구는 재식 3년 차부터 수확이 가능하였다(Table 3). 재식 연수가 증가할수록 착과량이 증가하였는데 재식 6년 차에 이르기

까지 M.9 EMLA 시험구가 M.26 시험구에 비해 주당 착과량이 현저히 많았다. TCA당 착과수에 있어서 M.9 EMLA 시험구는 4년 차에는 2.6과/cm<sup>2</sup>에서 5-6년 차에는 3.1과/cm<sup>2</sup>로 안정적이었으나 M.26 시험구는 3년 차에 1.0과/cm<sup>2</sup>에서 4-5년 차에 1.9과/cm<sup>2</sup>로 높아지고 6년 차에는 2.2과/cm<sup>2</sup> 수준에 머물렀다(Table 3).

평균 과중은 재식 4년 차까지 시험구간에 따른 차이가 없었으나 재식 5년 차부터는 M.9 EMLA 시험구가 M.26 시험

**Table 4.** Fruit weight and yield per tree of 'Fuji' apple trees under two orchard systems for 6 years. Well-feathered trees/M.9 EMLA and whip trees/M.26 were planted in 4.0×1.5 m and in 4.0×2.0 m, respectively.

Treatment	Fruit weight (g)					Yield (kg/tree)				
	Years after planting					Years after planting				
	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
M.9 EMLA	300	299 a <sup>z</sup>	309 a	325 a	310 a	2.0	6.5 a	17.4 a	27.4 a	30.3 a
M.26	-	309 a	304 a	283 b	283 b	-	3.9 b	14.0 b	18.0 b	23.0 b

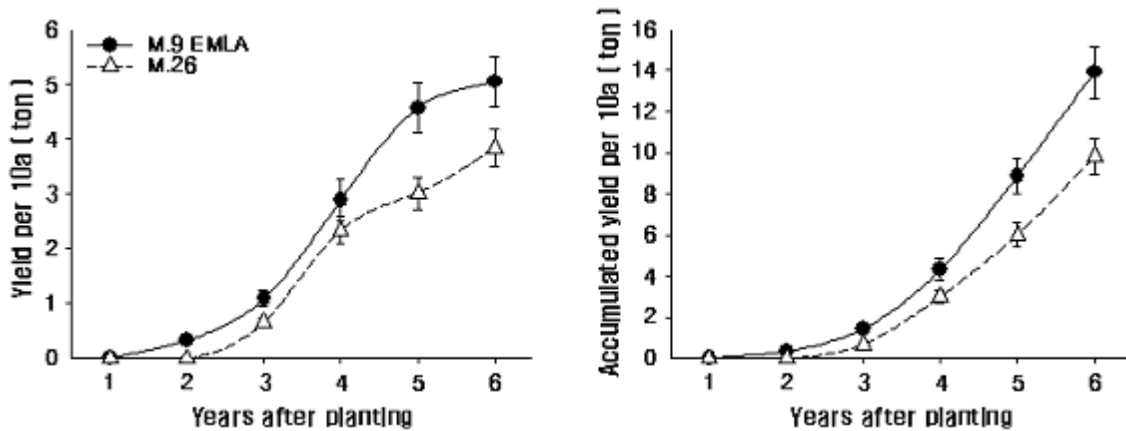
<sup>z</sup>Means within columns followed by the same letter are not significantly different using T-tests,  $P=0.05$ .

**Table 5.** Yield efficiency on the basis of TCA and canopy volume of 'Fuji' apple trees under two orchard systems for 6 years. Well-feathered trees/M.9 EMLA and whip trees/M.26 were planted in 4.0×1.5 m and in 4.0×2.0 m, respectively.

Treatment	TCA (kg fruit·cm <sup>-2</sup> TCA)						Canopy volume (kg fruit·m <sup>-3</sup> )					
	Years after planting					Accumulated yield efficiency <sup>z</sup>	Years after planting					Accumulated yield efficiency <sup>z</sup>
	2	3	4	5	6		2	3	4	5	6	
M.9 EMLA	0.17	0.40 a <sup>y</sup>	0.79 a	1.02 a	0.97 a	2.67 a	0.99	2.77 a	6.12 a	8.90 a	10.3 a	28.5 a
M.26	-	0.30 a	0.58 b	0.55 b	0.62 b	1.59 b	-	1.15 b	3.15 b	3.26 b	5.10 b	13.1 b

<sup>z</sup>Means calculated as 6-year accumulated yield per TCA or canopy volume per tree at 6 years after planting.

<sup>y</sup>Means within columns followed by the same letter are not significantly different using T-tests,  $P=0.05$ .



**Fig. 2.** Yield and accumulated yield per 10a of 'Fuji' apple trees under two orchard systems for 6 years. Well-feathered trees/M.9 EMLA and whip trees/M.26 were planted in 4.0×1.5 m and in 4.0×2.0 m, respectively. Vertical bars indicate standard errors.

구보다 약 30-40g정도 더 무거운 것으로 나타났다(Table 4). 주당 생산량도 같은 경향으로 M.9 EMLA 시험구는 재식 4년 차에 주당 17.4kg의 사과를 수확하였고 이 후에도 계속 주당 수확량이 증가하여 재식 6년 차에는 30.3kg에 달하였다. 반면 M.26 시험구는 재식 3년 차에 주당 3.9kg의 사과를 수확한 이래로 완만하게 수량이 증가하여 6년 차에 이르러서야 주당 23kg의 사과를 수확하였다(Table 4). 10a당 환산 수량은 연차가 지날수록 두 시험구간 차이가 더욱 커졌는데, M.9 EMLA 시험구의 경우 재식 3년 차에 1.1톤, 4년 차에 2.9톤, 5년 차는 4.5톤과 5.0톤의 생산성을 보인 반면 M.26 시험구는 3년 차에 0.6톤으로 첫 수확을 시작하여 4년 2.3톤, 5년 차 3톤, 6년 차 3.8톤으로 M.9 EMLA 시험구에 비해 수확량이 현저히 낮았다. 재식 6년 차까지의 누적수량은 M.9 EMLA 시험구가 13.9톤으로 9.8톤인 M.26 시험구에

비해 42%정도 더 많았다.

TCA당 수량효율의 경우(Table 5), 재식 4년 차부터 현저한 차이를 보여 6년 차까지 M.26 시험구는 0.55-0.62kg·cm<sup>-2</sup>에 불과하였으나, M.9 EMLA 시험구는 0.79-1.02kg·cm<sup>-2</sup>로 높았다. 수관용적(m<sup>3</sup>)당 수량효율에서는 그 차이가 더욱 뚜렷하여 2년 차 이후 6년 차까지 M.9 EMLA 시험구가 M.26 시험구보다 약 2-3배정도 수량효율이 높았다(Table 5).

## 고 찰

일반적으로 재식밀도가 높아질수록 주당 성장량과 수량은 감소하지만 단위면적당 생산량은 증가하는데 그 정도는 재배품종, 대목, 수형에 따라 그 정도가 다르다(Clayton-Greene, 1993; Costa 등, 1997; Cripps 등, 1975; Ogata 등, 1986;

Sansavini 등, 1986; Wertheim, 1985). 재식밀도는 대목, 묘목의 소질, 재배품종, 수형, 기술수준, 토양조건, 기상환경 등을 고려하여 결정하여야 하는데 그 중에서도 대목이 가장 비중 높은 요인이다(Ferree, 1994; Robinson 등, 1991; Robinson, 2003; Sansavini 등, 1986; Weber, 2001; Widmer와 Krebs, 2001).

왜성대목을 이용한 1,500-3,000주/ha의 고밀식 재배에서는 대개 3-4년 차에 수관을 완성하고 3-5년 차에 성과기 도달을 목표로 하고 있다는 보고(Robinson, 2003)가 있다. 본 실험에서도 주간 거리 1.5m인 M.9 EMLA 시험구의 경우 수고는 재식 3년 차에, 수폭은 재식 2년 차에 목표치에 근접하여 전정을 통해 조절할 필요가 있었으나 주간 거리 2.0m인 M.26 시험구는 재식 4-5년 차까지 기간이 필요하였다. 생육초기의 현격한 생육 차이는 재식밀도의 차이도 있지만 M.9 EMLA 시험구는 우량한 측지묘목을 심은 반면에 M.26 시험구는 회초리 묘목을 심었기 때문에 주당 주어인 공간 내에서의 수관 확보에 시간이 더 걸린 것으로 추정되었다(Fig. 1).

고밀식 재배에 있어 조기 다수확을 이루려면 일찍 수관점유율을 높여야 한다(Robinson, 2003). Robinson 등(1991)은 ‘엠파이어’와 ‘텔리셔스’ 품종에 있어 여러 가지 대목과 수형을 조합하여 재식밀도를 달리하여 시험한 결과, ‘엠파이어’는 M.9대목에 세장방추형으로 재식밀도 1,957주/ha가 10년차 성목의 TCA 및 수관용적이 각각  $0.47\text{m}^2 \cdot 10\text{a}^{-1}$ ,  $547\text{m}^3 \cdot 10\text{a}^{-1}$ 로 생산성이 높았고, M.26대목의 경우 Y-trellis형에 1,283주/ha로 심은 경우 TCA 및 수관용적은 각각  $0.77\text{m}^2 \cdot 10\text{a}^{-1}$ ,  $615\text{m}^3 \cdot 10\text{a}^{-1}$ 로 생산성이 높았다고 한다. 본 연구에서는 M.9 EMLA 시험구의 경우 재식 5년 차에 TCA  $0.45\text{m}^2 \cdot 10\text{a}^{-1}$ , 수관용적  $540\text{m}^3 \cdot 10\text{a}^{-1}$ 로 이미 Robinson 등(1991)이 제시한 적정 범위에 도달하였으나 M.26 시험구의 경우는 재식 6년 차에도 TCA  $0.58\text{m}^2 \cdot 10\text{a}^{-1}$ , 수관용적  $577\text{m}^3 \cdot 10\text{a}^{-1}$ 로 비슷한 재식밀도의 Y-trellis의 TCA 및 수관용적에는 크게 못 미치는 결과를 보였다(Table 1).

재식밀도가 높을수록 주당 수량은 떨어지나 재식주수가 많기 때문에 단위면적당 생산량은 높아진다(Costa 등, 1997; Eccher와 Granelli, 2006; Granger 등, 1986; Ogata 등 1986; Tustin 등, 1993; Widmer와 Krebs, 2001). 본 시험에서는 이와 달리 재식 6년 차까지는 착과수 및 주당 생산량이 오히려 재식밀도가 높은 M.9 EMLA 시험구가 상대적으로 낮은 M.26 시험구보다 높았다(Table 3, 4). 착과수 및 주당 생산량의 상반된 결과는 M.9 EMLA 시험구의 경우 우량 측지묘를 심었기 때문에 조기 수관확보와 더불어 2년 차부터 결실이 시작되었는데 반해, 회초리 묘목을 주간 거리 2.0m로 심은

M.26 시험구의 경우 결실보다는 수관 확보가 우선이었기 때문에 조기 수량이 낮을 수밖에 없었던 것으로 생각된다. M.26 보다는 M.9 접목 사과나무의 과실이 더 크다는 보고가 많은데(James, 1997; James와 Middleton, 2001; Ystaas 등, 1997), 본 시험에서 M.26 시험구보다는 M.9 EMLA 시험구에서 주당 결실량이 많음에도 평균 과중이 무거웠던 것은 착과량과 영양생장이 균형이 이루어야 평균 과중이 커진다는 보고(Forshey와 Elfving, 1989)를 참조할 경우, M.9 EMLA 시험구는 초기에 수관이 완성되어 착과량과 영양생장이 균형을 이루었던 반면에 M.26 시험구는 4-5년차까지 수관이 완성되지 못하여 착과량과 영양생장이 균형을 이루지 못했기 때문으로 추정되었다(Fig. 1, Table 1, 2, 3).

재식거리에 상관없이 품종, 대목 및 수형에 따른 재식체계의 생산성을 비교 설명하고자 할 때는 수량효율을 계산하는 것이 좋다(Ferree, 1980). 수량효율은 지상부 목질부위의 생장에 대한 과실생산의 비율로 그 방법으로는 나무당 생산량을 지상부의 척도인 TCA와 수관용적으로 나누어 계산하는데, 일반적으로 왜성대목이 준왜성대목보다 수량효율이 좋은 것으로 알려져 있다(Barden과 Neilsen, 2003; Barritt 등, 1997; Robinson 등, 1991). 본 연구에서는 재식 2-3년 차부터 M.9 EMLA 시험구의 생산효율이 M.26 시험구보다 더 좋은 것으로 나타났으며, 6년 동안의 수량효율에 있어 그 차이는 최대 약 2배정도로 M.9 EMLA 시험구가 높은 것으로 나타났다(Table 5). 이는 4년간 M.26의 생산효율이 M.9의 81%수준이었다는 보고(Weber, 2001) 및 ‘텔리셔스’에 있어 대목에 따른 8년 동안의 누적 생산효율 비교에서 M.26이 M.9의 72%수준이었다는 보고(Robinson 등, 1997)보다 차이가 컸는데 이는 묘목의 소질(측지 수)에 의한 차이로 판단되었다(Palmer와 Adams, 1997).

이상의 결과를 종합해보면, M.9 EMLA 우량 측지묘를 심어 고밀식으로 재배하는 것이 M.26 대목의 회초리 묘목을 심어 재배하는 관행재배보다 초기에 수관이 확보되어 2년차부터 수확이 가능하고 5년차에는 성과기에 도달하는 등, 조기 다수확이 실현되면서 수량효율성도 높아지기 때문에 M.9 측지묘를 이용한 고밀식 재배가 M.26 회초리묘를 넓게 심는 관행재배에 비해 우월한 재배체계인 것으로 판단되었다.

## 초 록

‘후지’/M.26 회초리묘(직경 10mm)는 4.0×2.0m, ‘후지’/M.9 EMLA 우량 측지묘(측지 수 5.2, 직경 13mm)는 4.0×1.5m로 심어 세장방추형으로 키우면서 재식 6년 차까지의 생산

성 및 수량효율을 비교하였다. M.9 EMLA 우량 측지묘 재식의 경우 재식 2년차에 이미 주당 수관용적이 2.07m<sup>3</sup>에 달하였고 4년차에 2.9m<sup>3</sup>의 성목 수관에 도달하였으나 M.26 회초리묘목 재식의 경우 초기 1-2년은 생육속도가 느리다가 3년차부터 수관용적이 빠르게 증가하여 5년차에야 주어진 공간을 채우는 수관용적 5.6m<sup>3</sup>에 도달하였다. 10a당 수량에 있어 M.9 EMLA는 재식 2년차에 0.3톤의 사과 수확을 시작으로 5년차 4.6톤으로 성과기에 도달하였으나, M.26의 경우 3년차에 처음으로 0.5톤의 사과를 수확하기 시작하여 6년차에도 수확량이 3.8톤에 그쳤다. 재식 6년차까지의 누적생산량은 M.9 EMLA 측지묘목 재식은 13.9톤인 반면에 M.26 회초리 묘목 재식은 9.8톤에 불과하였다. 6년간 평균과중은 M.9 EMLA 308g으로 M.26의 295g에 비해 무거웠다. 결론적으로 M.9 EMLA와 같은 왜화도가 높은 대목을 이용하고 우량 측지묘를 심어 고밀식으로 재배하는 것이 M.26 대목의 회초리 묘목을 넓게 심어 재배하는 관행재배보다 2년차부터 수확이 가능하여 5년차에는 성과기에 도달하는 조기 다수확이 실현되고, 수량효율성도 높아 우월한 재배체제로 판단되었다.

**추가 주요어 :** 수관용적, 과실품질, *Malus domestica* Borkh., 영양생장, 수량효율

## 인용문헌

- Barden J.A and G.H. Nielsen. 2003. Selecting the orchard site, site preparation and orchard planning and Establishment. p. 237-265. In: D.C Ferree and I.J. Warrington (eds.). Apples; botany, production and uses. CABI Publishing, Cambridge, MA, USA.
- Barritt, B.H., B.S. Konishi, and M.A. Dilley. 1997. Tree size and biennial bearing relationships with 40 apple rootstocks and three scion cultivars. Acta Hort. 451:105-112.
- Clayton-Greene, K.A. 1993. Influence of orchard management system on yield, quality and vegetative characteristics of apple trees. J. Hort. Sci. 68:365-369.
- Costa, G., E. Beltrame, P. Eccher, and A. Pianezzola. 1997. High density planted apple orchards: Effects on yield, performance and fruit quality. Acta Hort.. 451:505-511.
- Cripps, K.E.L., F. Melville, and H.I. Nicol. 1975. The relationship of Granny Smith apple tree growth and early cropping to planting density and rectangularity. J. Hort. Sci. 50:291-299.
- Eccher, T and G. Granelli. 2006. Fruit quality and yield of different apple cultivars as affected by tree density. Acta Hort. 712: 535-540.
- Ferree, D.C. 1980. Canopy development and yield efficiency of 'Golden Delicious' apple trees in four orchard management systems. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105:376-380.
- Ferree, D.C. 1994. Early performance of two apple cultivars in three training systems. HortScience 29:1004-1007.
- Forshey, C.G and D.A. Elfving. 1989. The relationship between vegetative growth and fruiting in apples. Hort. Rev. 11:229-287.
- Granger, R.L., G.L. Rousselle, and A. charland. 1986. Effect of planting densities, rootstocks and training systems on the Spartan apple cultivar. Acta Hort. 160:105-113.
- James, P. 1997. Performance of 3 apple cultivars on 6 rootstocks during the first 6 seasons at Lenswood, South Australia. Acta Hort. 451:163-169.
- James, P.A and S.G. Middleton. 2001. Apple cultivar and rootstock performance at lenswood, South Australia. Acta Hort. 557: 235-241.
- Meyer, G. 1997. Die Wahl der Pflanzendichte unter Berücksichtigung anbautechnischer Kriterien. Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes 52:203-214.
- Ogata, R., K. Goto, T. Kunisawa, and R. Harada. 1986. Productivity and fruit quality of four apple cultivars on three different rootstocks and at different planting densities. Acta Hort. 160:97-104.
- Oh, S.D. 1998. Emphasis on low tree & high density planting system -Future prospects of research strategies in Korea-. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 16:264-268.
- Palmer, J. W., and H. M. Adams. 1997. Early results with intensive systems of apples on virus-free M.9 rootstock in New Zealand. Acta Hort. 451:487-493.
- Robinson, T.L. 2003. Apple-orchard planting systems. p. 345-407. In: D.C Ferree and I.J. Warrington (eds.). Apples; botany, production and uses. CABI Publishing, Cambridge, MA, USA.
- Robinson, T.L., A.N. Lakso, and S.G. Carpenter. 1991. Canopy development, yield, and fruit quality of 'Empire' and 'Delicious' apple trees grown in four orchard production systems for ten years. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116:179-187.
- Robinson, T.L., J.N. Cummins, S.A. Hoying, and W.H. Smith. 1997. Commercial orchard evaluation of the new cornell-geneva apple rootstocks. Acta Hort. 451:113-119.
- Sansavini, S., B. Marangoni, C. Buscaroli, L. Corelli, and G. Tazzari. 1986. The relationship between spacing and rootstock effects in an intensive planting trial of two apple cultivars. Acta Hort. 160:23-37.
- Tustin, D.S., P.M. Hirst, W.M. Cashmore, I.J. Warrington, and C.J. Stanley. 1993. Spacing and rootstock studies with central leader apple canopies in a high vigour environment. Acta Hort. 349:169-177.
- Weber, M.S. 2001. Optimizing the tree density in apple orchards on dwarf rootstocks. Acta Hort. 557:229-234.
- Wertheim, S.J. 1985. Productivity and fruit quality of apple in single-row and full-field planting systems. Sci. Hort. 26: 191-208.
- Wertheim, S.J. 2005. Planting system and tree shape. p. 190-203. In: J. Tromp., J.T. Webster and S.J. Wertheim (eds.). Fundamentals of temperate zone tree fruit production. Backhuys Publishers, Leiden.
- Widmer, A and C. Krebs. 2001. Influence of planting density and tree form on yield and fruit quality of 'Golden Delicious' and 'Royal Gala' apples. Acta Hort. 557:235-241.
- Yoon, T.M. 2004. Development of high density apple growing in Europe and Korea. In: Proceedings of the symposium on

- recent high density apple growing techniques and prospects. p. 79-97. National Horticultural Research Institute.
- Yoon, T.M., H.S. Park, and D.H. Sagong. 2005. Effect of root pruning on tree growth and fruit quality of 'Fuji'/M.9 apple trees. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23:275-281.
- Ystaas, J., O. Frynes, and M. Meland. 1997. Evaluation of 9 apple rootstocks the first cropping years in a northern climate. *Acta Hort.* 451:147-151.
- Yun, C.J. 1998. The Present Situation of Research for Densing Cultivation as an Apple Rootstock in Korea. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 16:261-264.