

사과 '서홍', '썸머드림', '홍금'의 생장 및 수량에 미치는 M.9 대목 노출길이의 영향

권영순 · 권순일 · 김정희*
국립원예특작과학원 사과연구소

Effect of the Exposed Length of Dwarf Rootstock M.9 on Growth and Yield of 'Seohong', 'Summer Dream' and 'Honggeum' Apples

Young Soon Kwon, Soon-Il Kwon, and Jeong-Hee Kim*

Apple Research Institute, National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Gumwi 39000, Korea

Abstract. The effect of different exposed length of M.9 rootstock on growth and yield was tested in the new apple cultivars. The 'Seohong', 'Summer Dream', and 'Honggeum' grafted on M.9 rootstock were planted in March 2010. The trees were planted in such a way that the exposed length of the rootstock to be 10, 20 and 30 cm. The result showed that as decreasing exposure length, TCA of 'Seohong', 'Summer Dream', and 'Honggeum' was increased between 3rd and 6th year after planting. The TCA of 20 cm and 30 cm exposure length showed respectively 70% and 60% in 'Seohong', 88% and 66% in 'Summer Dream', and 55% and 41% in 'Honggeum' of the TCA with 10 cm exposure length on 6-year-old trees. Tree height, canopy width, shoot length and terminal shoot length were also increased according to decreased exposure length in 6-year-old trees. The cumulative yield of three cultivars was higher in the tree with a lower exposure length between 4th and 6th year after planting. The cumulative yield of 20 cm and 30 cm exposure length showed respectively 77% and 63% in 'Seohong', 85% and 76% in 'Summer Dream', and 73% and 58% in 'Honggeum' of the cumulative yield with 10 cm exposure length in 6-year-old trees. Considering tree growth and yield, the optimum exposure length of M.9 was 10 cm for 'Seohong', 'Summer Dream' and 'Honggeum'.

Additional key words : dwarf rootstock, new apple cultivar, TCA, yield

서 론

사과 재배에 있어서 접수 품종만큼 대목의 중요성에 대한 인식이 점점 더 확산되고 있다. 대목은 우량 품종의 접수 번식 및 환경 스트레스에 대한 저항성 향상을 위해 이용되기도 하지만(Tworkoski와 Miller, 2007; Webster, 2001), 주로 나무의 크기 조절, 조기 결실성 및 수량 효율을 높이기 위하여 이용된다(Costes와 Garcia, 2007). 따라서, 현재의 밀식 재배 체계에 있어서 대목에 의한 나무 크기 조절은 단위 면적 당 더 많은 과실을 수확하고 초기 수량을 확보하기 위한 가장 저렴한 방법이며 농가의 수익과 직결되는 경제적으로 중요한 요소이다(Autio 등, 2000; Gjamovski 등, 2011; Webster와 Wertheim, 2003). 왜성 대목을 이용하여 수관이 작게 조절된 나무는 수광태세 및 광분포가 좋고 과실로의 광합성 산물

분배가 잘 되기 때문에 큰 수관을 가진 나무에 비해 높은 수량 효율을 보인다(Forshey and McKee, 1970; Hirst와 Ferree, 1995; Preston, 1958, 1968). 대목은 접수 품종의 순 광합성량, 잎의 무기성분 함량, 정단 신초 생장량에 영향을 미치며(Fallahi 등, 2001), 대목의 종류에 따라 옥신과 사이토키닌 등 호르몬 농도(Kamboj 등, 1997) 및 광합성, 세포 분열, 스트레스 저항성 관련 유전자 발현(Jensen 등, 2003)에도 차이가 있는 것으로 보고되었다. 그러나, 접수에 미치는 왜성대목의 영향과 관련된 된 식물 메커니즘의 많은 부분이 밝혀지지 않았다(Webster, 2004).

우리나라는 1990년대 후반부터 노동력 절감과 안정적 조기 수량 확보를 위해 왜성 대목을 이용한 밀식 재배 체계를 적용시킨 과원으로 개원하고 있다. 보편적으로 M.9 대목을 많이 이용하지만 과원의 환경이나 지역적 특성에 따라 동해 및 나무줄에 의한 수세 약화로 인해 M.26 대목의 이용이 늘어가는 추세이다(Kwon 등, 2015). 사과나무의 수세는 기본적으로 접수 품종의 유전

*Corresponding author: kimjhee@korea.kr
Received July 11, 2016; Revised September 13, 2016;
Accepted September 19, 2016

적 특성과 대목 종류에 따라 결정되지만 대목의 지상부 노출 길이에 따라서 달라질 수 있다(Fujine 등, 1984; Hrotko와 Magyar, 2004). 따라서, 접수 품종의 특성에 맞는 대목과 적정 노출 길이를 선택하는 것이 나무의 생육, 생산성 및 수명에 바람직한 영향을 줄 수 있을 것이다. 대목 노출 길이가 접수 품종에 미치는 영향에 관한 국내의 연구 결과로는 '후지'는 20cm, '홍로'는 10~20cm로 M.9 대목을 노출하는 것이 생장과 생산성에 적합하다고 보고된 바 있으며(Paek 등, 2007) 그 외에 감홍의 고두병 발생은 M.26대목의 노출 길이가 길어질수록 감소한다고 보고 된 바 있다(Hong와 Chun, 2008). 그러나 국내에서 육성 된 사과 신품종에 적합한 대목 노출 길이에 대한 연구 결과가 없으며, 신품종의 안정적 생산과 보급 확대를 위해서 반드시 구명할 필요성이 있다.

따라서, 본 연구에서는 고밀식 과원에 많이 이용되고 있는 M.9 대목에 대하여 국내에서 개발 된 사과 '서홍', '썸머드림', '홍금'의 생장과 생산성에 적합한 지상부 노출 길이를 구명하고자 수행하였다.

재료 및 방법

2009년 M.9 지근 대목에 '서홍', '썸머드림', '홍금'을 각각 깎기접 하여 10개 이상의 결가지를 가진 묘목으로 키운 후 2010년 3월 암거배수 시설이 완비 된 국립원예특작과학원 사과연구소 시험포장에 열간 4m, 주간 2m 간격으로 정식하였다. 정식 시 지면으로부터 접목부까지 각각 10, 20, 30cm로 대목이 노출되게 처리하였다.

시험구는 대목 노출 길이를 처리구로 하여 3처리, 3주를 반복으로 3반복 분할구배치하였다. 수형은 세장방추형으로 관리하고, 밀식재배 표준관리기준에 준하여 재배하였다. 시험포장 주변은 여러 품종의 사과가 재식되어있고, 수분 매개 곤충의 개체수와 활동량도 충분하여 자연 방임에 의한 수분을 하였다. 결실량에 영향을 미칠 수 있는 적과는 과실 간 간격을 20cm 전후로 하여 실시하였다.

주간단면적(Trunk Cross Sectional Area, TCA in cm^2)은 낙엽직후 접목부위 10cm 높이에서 원줄기 직경을 측정 한 후 원주율을 곱하여 면적으로 환산하였다. 수고는 지면으로부터 원줄기의 정단신초 끝까지의 길이를 측정하였고, 수관 정면과 측면의 가장 긴 가로 길이를 측정한 평균 값을 수폭으로 하였다. 신초장은 자르지 않은 전체 신초의 평균 값을 산출하였고, 정단신초장은 원줄기의 최선단 신초 길이를 측정하였다. 과실 특성은 주당 5과를 임의 추출하여 과중, Hunter a 값, 가용성 고형물, 산도, 경도, 과형지수를 조사하였다. 과피의 Hunter a 값은 색차계(CR-400, Minolta Co., Japan)를 이용하여 측정하였다. 과실 적도부위 세 방향에서 채취

한 과육을 착즙하여 굴절당도계(PAL-1, Atago, Japan)를 이용하여 가용성 고형물 함량을 측정하였으며, 산도는 Whatman No. 2 여과지로 여과한 과즙 5mL를 증류수 50mL로 희석한 후, 1% phenolphthalein을 지시약으로 변색점까지 0.1N NaOH로 적정하여 사과산(malic acid)의 상당량으로 환산하였다. 경도는 적도면 세 방향에 과피를 얇게 벗겨낸 후 직경이 12mm ϕ 인 과실경도계(DFT-01, TR snc, Italy)로 측정 후 평균값을 사용하였다. 과형지수는 과실의 횡경과 종경의 비를 측정하였다. 주간단면적은 3~6년차, 수량은 4~6년차에 매년 조사하였고 주간단면적과 수량을 제외한 모든 조사는 재식 6년차에 실시하였다. 통계분석은 SPSS 21.0 프로그램을 사용하여 Duncan의 다중검정(DMRT)을 하였으며, 5% 수준에서 각 처리간의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 영양생장

'서홍'과 '썸머드림'의 수고는 처리간 통계적 유의차가 없었으나, '홍금'은 대목 노출 길이가 짧을수록 수고가 길어지는 경향을 보였다. 수폭은 '서홍'의 경우 10cm 노출 처리구(263.5cm)에서 가장 길었으며, '썸머드림'도 10cm 노출 처리구(232.0cm)에서 가장 길었으나 20cm 노출 처리구(218.1cm)와 통계적인 유의차는 없었다. '홍금'의 수폭은 20cm 노출 처리구(216.0cm)에서 가장 길었으나 10cm 노출 처리구(211.1cm)와 유의차는 없었다. 대목 노출이 짧을수록 신초장이 긴 경향을 보였다. '서홍', '썸머드림', '홍금'은 모두 10cm 노출 처리구에서 30.7, 37.9, 27.3cm로 신초장이 가장 길었으나, '썸머드림'의 10cm와 20cm(24.0cm) 노출 처리구는 유의차가 없는 것으로 확인되었다. 정단신초장 또한 신초장의 결과와 유사하게 대목 노출이 짧을수록 긴 경향을 보였으나 '서홍'은 처리간 통계적 유의차가 없었다(Table 1).

대목 노출 길이가 짧을수록 연차별 TCA 증가 폭이 큰 경향을 보였다(Fig. 1). '서홍'과 '홍금'의 10cm 노출 처리구의 TCA는 재식 4년차 이후 다른 처리에 비해 큰 증가량을 보였고, '썸머드림'의 10cm 노출 처리구는 재식 3년차 이후 다른 처리에 비해 증가량이 컸다. 10cm 노출 처리구를 100으로 했을 때 20, 30cm 노출 처리구의 재식 6년차 TCA 수준은 각각 '서홍' 70, 60, '썸머드림' 88, 66, '홍금' 55, 41으로 조사되었다. 이는 '홍금'이 다른 두 품종에 비해 대목 노출 길이에 따른 수체 생장에 더 민감하게 반응하는 것으로 생각된다.

'서홍', '썸머드림', '홍금'은 M.9 대목 노출 길이가 길어질수록 TCA, 수고, 수폭, 신초장, 정단신초장의 영양생장량이 떨어지는 경향이였다. 이와 같은 결과는 M.9

Table 1. Growth characteristics of ‘Seohong’, ‘Summer Dream’, and ‘Hongguem’ apples as affected by the exposed length of M.9 rootstock. The growth measured in early October from the 6-year-old trees.

Cultivar	Exposure length (cm)	Tree height (cm)	Canopy width (cm)	Shoots length (cm)	Terminal shoot length (cm)
Seohong	10	339.0	a ^z	263.5	a
	20	294.4	a	230.0	b
	30	303.1	a	211.7	b
Summer Dream	10	340.0	a	232.0	a
	20	340.0	a	218.1	a
	30	294.4	a	171.4	b
Hongguem	10	315.0	a	211.1	a
	20	306.0	b	216.0	a
	30	277.2	c	184.7	b

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5%

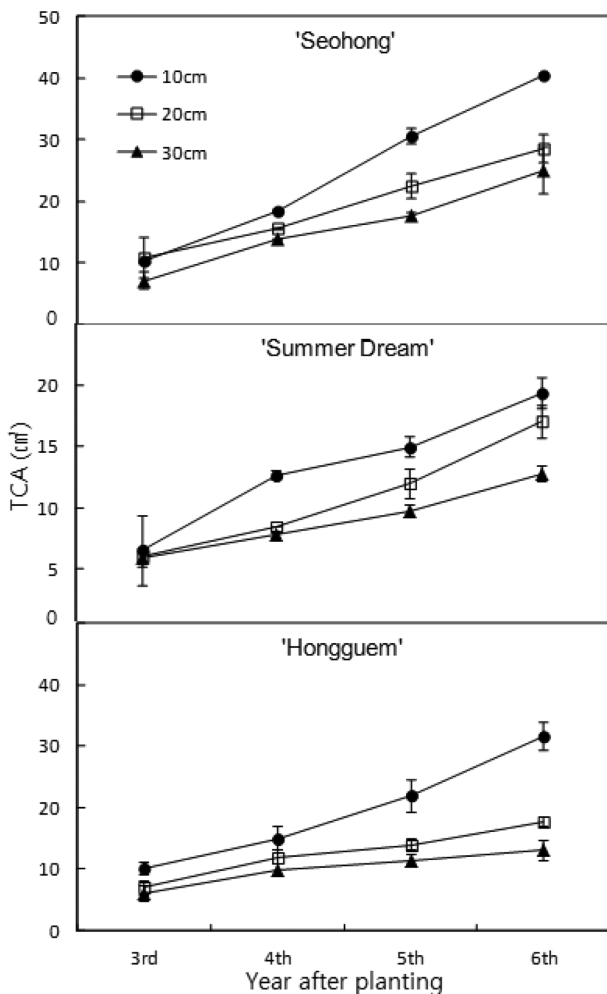


Fig. 1. Change in TCA of ‘Seohong’, ‘Summer Dream’, and ‘Hongguem’ apple trees as affected by the exposed length of M.9 rootstock. TCA was measured in October each year at 10cm above the graft-union.

대목 노출 길이가 길어질수록 ‘후지’와 ‘홍로’의 수세가 떨어지고, 건물중이 줄어드는 경향을 보였으며 이는 대목 노출이 긴 나무의 뿌리 발달이 부진하게 되어 지상부 영양생장이 억제되기 때문으로 보고된 Paek 등(2007)의 연구 결과와 유사하다. 대목 노출 길이가 다를 때 식물체 내부의 어떤 메커니즘의 발생으로 접수 품종의 영양생장이 조절되는지에 관한 부분을 본 연구에서는 수행하지 못하였는데 향후, 6년차 이후의 영양생장과 이 부분이 더 보완된 연구를 수행할 필요가 있다.

2. 수량 및 과실특성

‘서홍’, ‘썸머드림’, ‘홍금’은 대목 노출 길이가 짧을수록 누적 수량이 많아지는 경향을 보였다(Fig. 2). ‘서홍’의 누적수량은 재식 5년차까지 처리간 차이를 보이지 않았으나 6년차에는 뚜렷한 차이가 났으며 10cm 노출 처리구의 누적 수량이 가장 많았다. 10cm 노출 처리구의 재식 6년차 누적수량이 100 일 때 20, 30cm 노출 처리구는 77, 63으로 큰 차이를 보였다. ‘썸머드림’과 ‘홍금’의 수량은 첫 결실이 된 재식 4년차에는 처리간 차이가 없었으나 5년차부터 대목 노출 길이가 짧을수록 수량이 많았다. 10cm 노출 처리구의 재식 6년차 누적수량이 100 일 때 20, 30cm 노출 처리구는 ‘썸머드림’ 85, 76이었으며 ‘홍금’ 73, 58으로 조사되었다. ‘홍금’은 다른 두 품종에 비해 TCA 뿐만 아니라 누적수량 또한 대목 노출 길이에 따른 영향을 더 크게 받는 것으로 생각된다. ‘Granny Smith’와 ‘Gloster’는 접목 높이가 높을수록 수고, 신초장, 신초 직경은 감소되고, 재식 5년차까지의 누적수량은 높아졌으며(Karlidag와 Esitken, 2012), ‘후지’와 ‘홍로’는 대목 노출이 길수록 영양생장과 누적수량이 적어지는 현상을 보였다고 보고되었다(Paek 등, 2007). 따라

사과 ‘서홍’, ‘썸머드림’, ‘홍금’의 생장 및 수량에 미치는 M.9 대목 노출길이의 영향

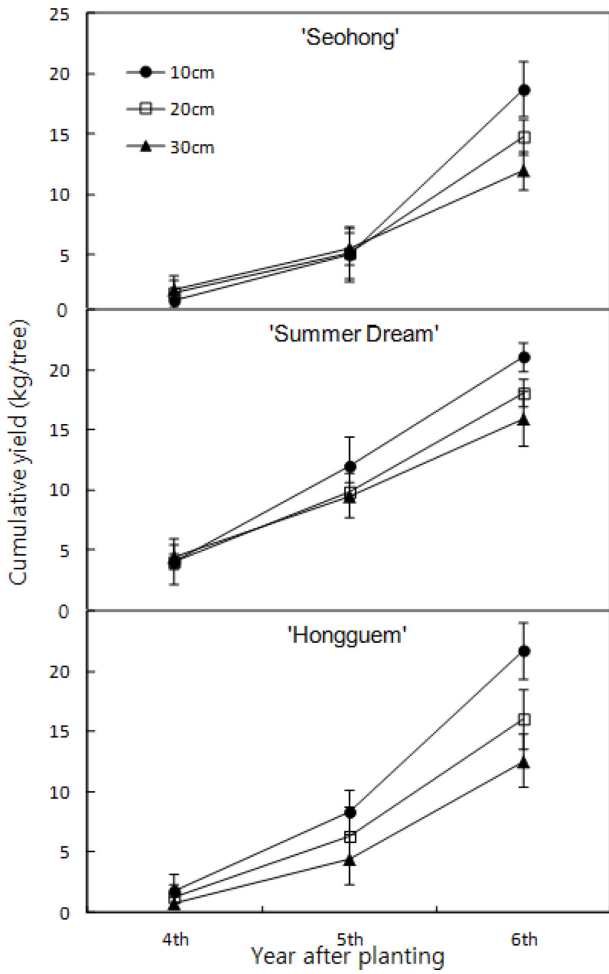


Fig. 2. The cumulative yield of ‘Seohong’, ‘Summer Dream’, and ‘Hongguem’ apples as affected by the exposed length(10, 20, 30cm) of M.9 rootstock.

서 품종 고유의 생장습성, 영양생장과 생식생장간의 상호작용을 고려하여 대목 노출 길이를 다르게 설정해야 할 것으로 생각된다.

재식 6년차의 과실 특성을 조사한 결과(Table 2) 과종은 ‘서홍’의 경우 처리간 차이가 없었고, ‘썸머드림’은 10, 20cm 처리는 차이가 없었으나 30cm 처리에서 다소 가벼웠으며, ‘홍금’은 20cm 처리에서 가장 무거운 반면 나머지 처리는 비슷하였다. 나무 당 과실수는 10cm 노출 처리수가 ‘서홍’ 53개, ‘썸머드림’ 37개, ‘홍금’ 37개로 가장 많았고, ‘썸머드림’과 ‘홍금’은 대목 노출 길이가 길어질수록 과실수도 적어지는 것으로 조사되었다. 그 외 과실품질은 일부 통계적 차이가 있는 경우도 있었지만 대목 노출 길이에 따른 차이는 크지 않았다. ‘후지’와 ‘홍로’에서도 대목 노출 길이가 과실 품질에 미치는 영향은 없는 것으로 보고되었다(Paek 등, 2007). ‘Gala’에 있어서 과실의 생장과 크기에 대목의 효과는 없었다고 보고 된 바 있는데(Amiri 등, 2014; Al-Hinai와 Roper, 2004), 본 연구에서도 대목 노출 길이와 과실 품질 간의 뚜렷한 경향을 찾을 수 없었으나 지속적인 관찰이 필요할 것으로 생각된다.

‘서홍’, ‘썸머드림’, ‘홍금’은 M.9 대목의 노출길이를 10cm로 하였을 때 재식 6년차까지의 영양생장과 누적수량이 가장 우수하였으며, 과실 특성은 대목 노출길이에 따른 영향이 크지 않은 것으로 조사되었다. 따라서, 영양생장과 생산성을 고려했을 때 ‘서홍’, ‘썸머드림’, ‘홍금’의 M.9 대목 노출 길이는 10cm가 적당할 것으로 생각된다. 그러나, 과수원의 지역과 환경적 특성에 대한 검토, 6년차 이후 수량 경과에 따른 영양생장과 생식생장간의 상호작용 등에 대한 지속적인 연구가 필요할 것이다.

Table 2. Fruit characteristics and number of fruit per tree of ‘Seohong’, ‘Summer Dream’, and ‘Hongguem’ apples as affected by the exposed length of M.9 rootstock.

Cultivar	Exposure length (cm)	Fruit weight (g)	L/D ratio	Coloring (Hunter a)	Soluble solids (°Brix)	Acidity (%)	Firmness (kg/12mmØ)	Fruit no. (no./tree)
Seohong	10	237.8 a ^z	0.8 a	1.8 a	15.1 a	0.30 a	5.0 a	53 a
	20	241.7 a	0.8 a	2.5 a	13.5 b	0.32 a	5.2 a	39 b
	30	252.9 a	0.8 a	0.5 a	13.7 b	0.31 a	4.8 a	43 b
Summer Dream	10	251.1 a	0.8 a	-2.0 a	12.7 a	0.42 a	6.8 a	37 a
	20	253.9 a	0.8 a	-2.4 a	12.7 a	0.40 a	7.0 a	32 b
	30	231.4 b	0.7 b	-2.2 a	12.4 a	0.41 a	6.8 a	28 c
Hongguem	10	360.0 b	0.8 a	4.0 a	13.1 a	0.23 a	5.0 a	37 a
	20	364.9 a	0.8 a	3.3 a	13.5 a	0.24 a	5.4 a	26 b
	30	352.9 b	0.8 a	4.4 a	13.6 a	0.23 a	5.2 a	19 c

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5%

적 요

사과나무의 수세는 품종 고유의 유전적 특성에 따라 결정되지만 환경 조건, 재배 관리, 대목 종류 및 노출 길이에 따라 달라질 수 있다. 따라서 품종 고유의 특성에 따라 적합한 대목 종류 및 적정 노출 길이를 선택하는 것이 나무의 생육, 생산성 및 수명에 바람직한 영향을 줄 수 있을 것이다. 본 연구는 국내에서 육성된 ‘서홍’, ‘썸머드림’, ‘홍금’에 적합한 대목 노출길이에 대한 정보를 제공하기 위하여 M.9 자근대목에 각각 접목한 후 접목부가 지면에서 10, 20, 30 cm로 노출되게 재식하여 수체생장과 생산성을 조사하였다. 재식 6년차까지 ‘서홍’, ‘썸머드림’, ‘홍금’은 대목 노출이 짧을수록 TCA 증가가 컸다. 재식 6년차의 TCA는 10cm 처리구를 100으로 했을 때 20, 30cm 처리구는 각각 ‘서홍’ 70, 60, ‘썸머드림’ 88, 66, ‘홍금’ 55, 41으로 현저히 낮아졌다. 또한 ‘서홍’, ‘썸머드림’, ‘홍금’의 대목 노출 길이가 짧을수록 수고, 수폭, 신초장, 정단신초장의 영양생장량이 더 우수하였다. 재식 6년차까지의 누적수량 역시 대목 노출 길이가 짧을수록 많아지는 경향을 보였다. 재식 6년차 누적수량의 10cm 처리구를 100으로 했을 때 20, 30cm 처리구는 ‘서홍’ 77, 63, ‘썸머드림’ 85, 76, ‘홍금’ 73, 58으로 조사되었다. 과실 특성에 있어서 대목 노출 길이에 따른 차이는 없었다. 따라서, 재식 6년차까지 ‘서홍’, ‘썸머드림’, ‘홍금’의 영양생장과 생산성을 고려했을 때 M.9 대목의 노출 길이는 10cm로 하는 것이 적당할 것으로 생각된다.

추가주제어: 사과 신품종, 수량, 왜성대목, 주간단면적

사 사

본 연구는 농촌진흥청 연구사업의 지원에 의해 수행되었습니다(과제번호 : PJ006891).

Literature Cited

- Amiri, M.E., E. Fallahi, and M. Safi-Songhorabad. 2014. Influence of rootstock on mineral uptake and scion growth of ‘Golden delicious’ and ‘Rotal gala’ apples. *J. Plant Nutri.* 37:16-29.
- Costes, E. and E. Garcia-Villanueva. 2007. Clarifying the effects of dwarfing rootstocks on vegetative and reproductive growth during tree development: A study on apple trees. *Ann. Bot.* 100:347-357.
- Fallahi, E., I.J. Chun, G.H. Neilsen, and W.C. Michael. 2001. Effects of three rootstocks on photosynthesis, leaf mineral nutrition, and vegetative growth of “Bc-2 Fuji” apple trees. *J. Plant Nutr.* 24:827-834.
- Gjamovski, V. and M. Kiprijanovski. 2011. Influence of nine dwarfing apple rootstocks on vigour and productivity of apple cultivar ‘Granny Smith’. *Sci. Hort.* 129:742-746.
- Hirst, P.M. and D.C. Ferree. 1995. Rootstock Effects on shoot morphology and spur quality of ‘Delicious’ apple and relationships with precocity and productivity. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120(4):622-634.
- Hong, S.D. and I.J. Chun. 2008. The effects of M.9 and M.26 rootstocks on the characteristics of mixed buds in ‘Fuji’ apple trees. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 26(2):118-123. (in Korean)
- Hrotko, K. and L. Magyar. 2004. Effect of depth of planting/budding height and solar radiation exposure of M.26, MM.106 rootstocks and B.9/MM.111 interstems on the growth and yield of ‘Idared’ apple trees. *Acta Hort.* 658:69-73.
- Jensen, P.J., J. Rytter, E.A. Detwiler, J.W. Travis, and T.W. Mcnellis. 2003. Rootstock effects on gene expression patterns in apple tree scions. *Plant Mol. Biol.* 493:493-511.
- Kamboj, J.S., Blake, P.S., Quinlan, J.D. and Webster, A.D. 1997. Recent advances in studies on the dwarfing mechanism of apple rootstocks. *Acta Hort.* 457:75-82.
- Karlidag, H. and A. Esitken. 2012. Effects of grafting height of MM106 rootstock on growth, lateral shoot formation and yield in apple trees. *J. Hort. Sci. Bio. Technol.* 87(5):409-412.
- Kwon, H.J., M.Y. Park, Y.I. Song, and D. Lee. 2015. Effects of rootstock on growth and fruit quality of young ‘Summerking’ trees. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 33(Suppl II):158-159 (in Korean).
- Paek, P.N., M.J. Kim, S.I. Kwon, J.C. Nam, and S.M. Kang. 2007. Effect of the exposed length of M.9 rootstock on growth and productivity ‘Fuji’ and ‘Hongro’ apples. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 25(4):382-388. (in Korean)
- Tworokski, T., and S. Miller. 2007. Rootstock effect on growth of apple scions with different growth habits. *Sci. Hort.* 111:335-343.
- Webster, A.D. 2004. Vigour mechanisms in dwarfing rootstocks for temperate fruit trees. *Acta Hort.* 658: 29-41.