

# 사과 우량 2축 측지묘목의 경제적 생산을 위한 적정 재식거리와 BA처리 방법

박인희<sup>1,2</sup> · 한수곤<sup>2</sup> · 홍우진<sup>3</sup> · 이종섭<sup>3</sup> · 홍나경<sup>4</sup> · 윤태명<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 원예학과, <sup>2</sup>경북대학교 사과연구소, <sup>3</sup>문경영농조합법인, <sup>4</sup>경상북도농업기술원

## Planting Density and Application of BA for the Production of Well-feathered Bi-axis Apple Trees

In-Hee Park<sup>1,2</sup>, Su-Gon Han<sup>2</sup>, Woo-Jin Hong<sup>3</sup>, Jong-Seob Lee<sup>3</sup>, Na-Kyoung Hong<sup>4</sup>, and Tae-Myung Yoon<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Horticultural Science, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

<sup>2</sup>Apple Research Institute, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

<sup>3</sup>Mungyeong Agricultural Association Corporation, Mungyeong 36945, Korea

<sup>4</sup>Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Daegu 41404, Korea

\*Corresponding author: [tmyoon@knu.ac.kr](mailto:tmyoon@knu.ac.kr)

### Abstract

In order to produce bi-axial feathered apple trees economically and stably, unsaleable, low-quality whip apple trees were planted at different density levels and headed ca. 3 cm above the grating union, with two shoots raised for the axes. When the shoots reached a height of about 60 cm, BA was sprayed at different intervals and times. In terms of the planting distance, increasing the inter-row distance from the conventional distance of 1.0 m to 1.2 m did not have a significant effect on the tree height, scion diameter or number of feathers per axis. Nor did it increase the yield rate of saleable bi-axial apple trees. The inter-row spacings was 0.3, 0.4, and 0.5 m, and the scion diameter tended to be somewhat thicker as they were planted more widely, but there were no significant differences in the tree height or number of feathers per axis. In the 600 ppm BA treatment to induce feathers, among the spraying intervals of 7, 10, and 14 days, the 10-day interval led to the highest number of feathers per axis (16.1). Regarding the number of BA sprays, as the number of BA sprays was increased to three times instead of one or two times, more feathers were induced. In conclusion, in order to produce biaxial geodesic seedlings economically, the strategy of planting at a planting distance of 1.0 × 0.3 m and spraying BA three times at 10-day intervals is most appropriate.

**Additional key words:** 2D canopy, Branch, growth regulators, *Malus domestica* Borkh., multi-leader, super spindle

### 서 언

1960년대 네덜란드에서 개발된 왜성대목을 이용한 세장방추형은 조기 수확이 가능하고 작업하기 쉬울 뿐 아니라 수관 내 햇빛도 잘 들어 사과의 품질이 좋고 병해충 발생도 적으며 관리가 쉽고 기계화가

Received: May 17, 2022

Revised: August 11, 2022

Accepted: August 22, 2022

 OPEN ACCESS



HORTICULTURAL SCIENCE and TECHNOLOGY  
40(5):504-512, 2022

URL: <http://www.hst-j.org>

pISSN : 1226-8763

eISSN : 2465-8588

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright©2022 Korean Society for Horticultural Science.

본 연구는 농림축산식품부 농축산물안전유통소비 기술개발사업의 지원에 의해 수행되었음.

가능한 수형으로 평가되면서 세계적으로 확산되었다(Robinson, 2003). 초기에는 주간거리 1.5–1.8m에 수고가 2.5m 정도였으나 우량측지묘목의 보급과 더불어 주간거리는 1m 내외 또는 그 이하, 수고는 3.5m까지 또는 그 이상 높아지는 키큰세장방추형으로 진화하였다(Robinson et al., 2011; Yang et al., 2015).

21세기에 접어들어서는 높은 생산성과 품질을 유지하되 화학 물질과 노동력 투입을 줄임으로써 사과산업의 경제적, 생태학적 지속가능성을 높이는 것이 주요 목표가 되어 친환경적 기술투입이 가능한 2차원의 평면 수형 개발이 시작되었다(Palmer, 2011; Dorigoni, 2016). 한 대목에 2개의 축을 세우고 2개의 초방추형 수관을 만드는 방식으로 사과나무를 키우면 재식밀도는 기존의 1축보다 다소 낮지만 주당 2개 축의 수폭이 좁은 초방추형 수관이 만들어지면서 단위 면적당 축수는 배가 되기 때문에 햇빛 이용률이 높을 뿐 아니라 수고를 낮출 수도 있다(Dorigoni, 2016). 2축 묘목의 축을 다소 넓게 벌려 세우고 각 축당 1–4개의 측지나 새순을 받아 올리면 주당 4–10개의 축이 만들어지면서 손쉽게 폭이 좁은 2차원의 평면 수관을 만들 수 있다. 수관이 평면으로 되면 기계 투입이 용이하여 전정, 적과, 적엽, 수확 등을 기계화 또는 무인화 할 수 있으며 열간거리는 기존의 3.0–3.5m에서 2.6–3.0m까지 좁힐 수 있어 단위면적당 유효용적이 증가하면서 햇빛이용률이 높아 수량과 품질이 향상될 뿐 아니라 늘어나는 축에 비례하여 수고도 낮출 수 있어 사다리가 필요 없는 보행자 사과원도 가능하다(Dorigoni, 2016; Tustin et al., 2018).

우리나라에서는 2000년대 들어서 수고를 4m 내외로 높이고 주간거리는 1m로 좁히는 키큰세장방추형의 고밀식 재배체계가 확대되고 있다. 그러나 과거에 비해 묘목 재식 주수가 늘어남에 따라 개원비가 증가하고, 수고가 지나치게 높아 작업효율이 떨어지며 수관 하단부에는 그늘이 많이 지면서 수량과 품질이 떨어지는 등의 문제점들이 발생하고 있다. 2축 및 다축형과 같은 새로운 재배체계는 이러한 문제점을 극복할 수 있을 뿐 아니라 기계 투입이 용이하여 인력을 절감할 수 있고, 수고가 낮고 수폭이 좁으므로 저출력의 작고 가벼우며 다루기 쉬운 소형농기계로도 관리가 가능하다(Dorigoni et al., 2011; Dorigoni, 2016). 또한 2축 같은 다축형은 키큰세장방추형보다 수고를 낮출 수 있어서 태풍 피해를 입을 가능성이 낮아진다.

2축 이상 다축형 재배체계의 보급과 조기정착을 위해서는 세장방추형에서와 같이 다축형에 적합한 소질의 묘목 재식이 매우 중요하다(Van oosten, 1976; Österreicher, 1989; Kim and Yoon, 1998; Wertheim and Webster, 2003; Dorigoni et al., 2011; Robinson et al., 2013). 국내에서는 1축의 우량측지묘목 생산을 위한 연구는 지금까지 많이 이루어져 왔으나(Park et al., 1999; Yoon et al., 2000, 2001a, 2001b; Jung et al., 2003; Han et al., 2005) 한 대목에 2개의 축을 세우면서 측지를 받아내는 기술에 대한 연구는 시도되지 않았다. 대목 하나에 2개의 축을 균형 있게 키우면서 측지를 받아내야 하기 때문에 기존의 1축 측지묘목과는 재식거리와 BA 처리 횟수 및 간격이 달라야 할 것으로 생각된다. 따라서 우리나라에서 2축 같은 다축재배체계 확산의 필수조건인 우량한 소질의 2축 측지묘목의 경제적 생산을 위한 적정 재식거리와, 측지발생을 위한 생장조절제 처리방법을 설정하고자 본 연구를 실시하였다.

## 재료 및 방법

2018년 4월에 재식하여 1축으로 키운 묘목 중에서 줄기직경이 10mm 이하이고 측지가 거의 발생되지 않아 측지묘목으로 판매할 수 없어 2년차 크넵묘목 생산을 위해 보관중이던 등외의 1년생 ‘후지’/M.9 회초리 묘목을 이용하여 2019년에 경북 문경시 소재 농원에서 본 실험을 실시하였다.

2019년 4월 중순경 10a당 과수전용 복합비료(N:P:K = 21-13-9)를 60kg, 황산고토 10kg을 전면 살포한 후 로터리 작업을 하였다. 묘목을 심을 열에 20cm 높이로 두둑을 만든 다음 관수를 위하여 점적공 간격 20cm, 직경 0.2mm의 점적테이프를 깔고 흑색 비닐로 멀칭하였다. 4월 30일에 준비한 회초리 묘목을 20cm 깊이로 재식하였다. 재식 직후에 비슷한 높이와 세력의 결순을 받기 위하여 점목부 상단 3cm 높이에서 절단하였다. 새순이 약 15cm 자랐을 때 세력이 가장 비슷한 마주 보는 2개의 새순을 축으로 선택하고 그 외에 자라나온 새순은 모두 제거하였다. 2개의 새순이 20–30cm 자란 때에 바람에 부러지지 않고 곧게 자

라도록 FRP지주를 대목 양쪽 10cm 위치에 마주 보게 꽂고 새순을 지주에 결속하였다. 6월 6일, 6월 16일, 7월 6일에 요소 0.3%를, 7월 21일과 8월 27일에는 복합비료 나르겐®(Daeyu, Seoul, Korea)를, 9월 11일에는 미량원소비료 대유미리근®(Daeyu, Seoul, Korea)를 엽면살포하여 양성한 자람을 유도하였다. 관수는 묘목을 옮겨 심은 직후 4시간 동안 충분히 관수하여 활착을 유도하였고 이후에는 기상 상황에 따라 약 15일 간격으로 수시로 관수하였다. 병해충 방제는 필요에 따라 농약을 살포하였고 열간의 제초는 경엽제초제 바스타®(Bayer, Leverkusen, Germany)와 손 제초를 병행하여 실시하였다.

2축 묘목은 1축 묘목과는 달리 두 개의 축을 키워야 하기 때문에 묘목이 자람에 따라 상대적으로 더 넓은 공간이 필요할 것이라 판단하여 필지의 절반은 열간거리 1.0m, 나머지 절반은 열간거리 1.2m로 하여 주간거리를 각각 0.3, 0.4, 0.5m로 10주를 1반복으로 한 완전임의배치 3반복으로 시험구배치를 하였다. 측지 발생 유도를 위한 성장조절제로 BA를 600ppm 농도로 약 2주 간격으로 3회(7월 1일, 7월 16일, 7월 30일)에 걸쳐 선단부에 처리하였다.

측지발생을 위한 성장조절제 적정 살포방법을 설정하기 위해 열간거리 1.0m에 주간거리 0.3m 간격으로 묘목을 재식하고 새순이 지면으로부터 약 60cm 자랐을 때 BA를 600ppm 농도로 7일 간격 1-3회(7월 1일, 7월 8일, 7월 16일), 10일 간격 1-3회(7월 1일, 7월 11일, 7월 22일), 14일 간격 1-3회(7월 1일, 7월 16일, 7월 30일)로 다르게 처리하였다. BA처리 간격 7, 10, 14일에서 살포 횟수를 각각 1, 2, 3회로 달리하여 10주를 1반복으로 한 완전임의배치 3반복으로 시험구배치를 하였다.

2020년 2월 10일-14일에 수고를 측정된 다음 접목부로부터 10cm 높이에서 각 축의 줄기직경을 전자식 버니어 캘리퍼스(CD-20APX, Mitutoyo, Japan)로 측정하였고, 축별로 5cm 이상인 측지수와 그 길이를 조사하였다. 묘목 소질을 전량 조사한 다음 아래와 같이 등급을 나누고 그 비율을 산출하였다.

- 특: 접목부 상단 10cm 높이에서 양 축의 줄기직경 간 비율이 0.8 이상이며 수고가 1.6m 이상이면서 축당 5-30cm의 측지가 각각 10개 이상
- 상: 접목부 상단 10cm 높이에서 양 축의 줄기직경 간 비율이 0.6 이상이며 수고가 1.6m 이상이면서 축당 5-30cm의 측지가 각각 8개 이상
- 중: 접목부 상단 10cm 높이에서 양 축의 줄기직경 간 비율이 0.6 미만이며 수고가 1.6m 이상이면서 2개의 축이 만들어져 있지만 축당 측지 수가 5개 미만으로 소질은 떨어지나 2축 묘목으로 판매가 가능한 묘목
- 판매불가: 묘목의 상태가 상기 기준에 미치지 못하여 2축 묘목으로 판매할 수 없는 묘목

묘목 생산비 시산은 기본적으로 농업과학기술 경제성 분석 기준자료집(RDA, 2020a)에 제시된 과수 묘목 생산에 필요한 투입 자원의 비용 자료가 기준이며, 농축산물소득자료집(RDA, 2020b, 2020c)에 제시된 소득분석표를 참고하여 묘목 생산비목에 맞게 보완하여 시산하였다. 묘목 생산비에서 임차비, 비료비, 농자재비, 대농구와 영농시설 감가상각비, 유류비, 수리비 및 기타 비용은 각 처리구별로 동일하게 설정하였다. 다만 묘목 생산과 관련하여 투입되는 대농구의 감가상각비에서 트랙터, 로타베이터, 광역방제기, 화물차 등은 실제 묘목 생산과정에서 차지하는 비중을 고려하여 시산하였다. 트랙터와 로타베이터는 1개월(4월), 광역방제기는 5개월(5-9월), 화물차는 7개월 정도 사용하는 것으로 조사되었다. 또한, 2축 묘목 생산을 위한 회초리 접목묘, 측지발생을 위한 BA처리, 포장 관리에 따른 인건비 등은 내용에 따라 실제 비용과 노동시간을 산출하여 적용하였고, 농원의 경영기록장부를 토대로 하여 산출하였다.

조사한 데이터의 통계분석은 SAS(SAS9.4, SAS Institute Inc., USA)프로그램을 이용하여 최소유의차(least significant difference, LSD) 검정( $p < 0.05$ )으로 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 재식거리에 따른 묘목의 소질 및 특묘율과 생산비

1년생 회초리묘목을 심고 1년 더 키워 2축 묘목으로 만들었기 때문에 모든 재식거리에서 각 축의 줄기직경이 10.7mm 이상, 수고 1.9m 이상의 충분하게 자란 묘목이 생산되었다. 열간거리에 따른 묘목의 생장은 1.2m 일 때 평균 줄기직경이 12mm로 열간거리가 1.0m 일 때의 11.4mm에 비해 줄기 비대는 양호하였으나 수고는 각각 201cm와 197cm로 비슷한 수준이었다 (Table 1). 주간거리에 따른 생장은 수고는 차이가 없었으나 줄기직경은 뚜렷한 차이를 보여 열간거리 1.0m와 1.2m 공히 주간거리가 0.3m에서 0.5m로 넓어질수록 줄기비대가 양호한 경향을 보였다.

각 축당 길이 5cm 이상의 측지 수는 열간거리가 1.0m 일 때 평균 20.1개, 1.2m 일 때 20.9개로 열간거리 간에는 서로 비슷하였다. 주간거리에 따른 측지 수와 길이 분포도 차이가 뚜렷하지 않았다. 열간거리 1.0m에서는 축당 측지 수가 0.3m에서 19.5개, 0.5m에서 20.6개로 차이가 없었고 열간거리 1.2m에서만 주간거리 0.3m에서의 측지 18.6개에 비해 주간거리 0.5m에서 22.4개로 주간거리가 넓어질수록 측지 수가 많은 경향이 있었다 (Table 2). 묘목의 재식 밀도가 증가하면 빛, 물, 영양에 대한 묘목 간의 경쟁이 증가하여 묘목의 재식거리, 특히 주간거리는 묘목의 생육에 영향을 미칠 수 있으며 최종 수고와 줄기직경이 감소 (Kennedy, 1988; Stainer, 1990; Cicek et al., 2007; Woeste et al., 2011; Zhang et al., 2015)한다는 다수의 보고에서처럼

**Table 1.** Growth of bi-axis apple nursery trees at different planting distances

Planting distance (m)		Scion stem diameter (mm)	Tree height (cm)
Inter-row	In-row		
1.0	0.5	12.1 a <sup>z</sup>	200 a
	0.4	11.4 b	199 a
	0.3	10.7 c	193 a
	Mean	11.4	197
1.2	0.5	12.9 a	205 a
	0.4	12.0 b	203 a
	0.3	11.1 c	195 b
	Mean	12.0	201

<sup>z</sup>Means followed by the same capital letters, within the row, are not significantly different using LSD,  $p < 0.05$ .

**Table 2.** Feathering of bi-axis apple nursery trees at different planting distances

Planting distance (m)		No. of feathers per axis		
Inter-row	In-row	< 30 cm <sup>z</sup>	> 30 cm <sup>y</sup>	Total
1.0	0.5	13.6 a <sup>x</sup>	7.0 a	20.6 a
	0.4	14.5 a	5.8 a	20.3 a
	0.3	14.5 a	5.0 a	19.5 a
	Mean	14.2	5.9	20.1
1.2	0.5	13.5 a	8.9 a	22.4 a
	0.4	13.0 a	8.6 a	21.6 ab
	0.3	12.8 a	5.8 a	18.6 b
	Mean	13.1	7.8	20.9

<sup>z</sup>Number of feathers from 5 cm to 30 cm in length.

<sup>y</sup>Number of feathers longer than 30cm in length.

<sup>x</sup>Means followed by the same capital letters, within the row, are not significantly different using LSD,  $p < 0.05$ .

**Table 3.** Acquisition of bi-axis nursery apple trees by grade at different planting distances

Planting distance (m)		Planting density (tree/10a)	Produced in a saleable grade and %				Produced in unsaleable grade and %	Loss and %
Inter-row	In-row		Premium	Good	Acceptable	Total		
1.0	0.5	2,000	1,340 (67%)	280 (14%)	280 (14%)	1,900 (95%)	100 (5%)	0 (0%)
	0.4	2,500	1,500 (60%)	500 (20%)	400 (16%)	2,400 (96%)	100 (4%)	0 (0%)
	0.3	3,333	2,466 (74%)	567 (17%)	233 (7%)	3,266 (98%)	67 (2%)	0 (0%)
1.2	0.5	1,666	1,383 (83%)	83 (5%)	167 (10%)	1,633 (98%)	33 (2%)	0 (0%)
	0.4	2,083	1,437 (69%)	146 (7%)	312 (15%)	1,896 (91%)	146 (7%)	42 (2%)
	0.3	2,777	1,500 (54%)	555 (20%)	555 (20%)	2,610 (94%)	167 (6%)	0 (0%)

본 연구에서도 주간거리가 좁을수록 줄기직경이 감소한 것으로 보아 재식거리가 2축 묘목 생산에서도 생육에 영향을 미친 것으로 생각되었다. 열간거리는 주로 포장관리의 효율성을 위해 두는 공간으로 열간거리 1.0m와 1.2m 간에 묘목의 소질은 차이가 뚜렷하지 않았고 열간거리 1.0m에서도 병해충 방제와 측지발생을 위한 성장조절제 처리 등과 같은 포장관리에 어려움이 없었기 때문에 2축 묘목생산에 있어서 열간거리는 1.2m보다는 단위면적당 생산 주수가 더 많은 1.0m가 적당한 것으로 판단되었다.

묘목 소질별 득묘율 조사에서 결주를 포함하여 2축 묘목으로 판매가 불가능한 묘목의 비율은 2-9%에 불과하였는데 1년생 회초리 묘목을 다시 심어 2축 묘목을 생산하였기 때문인 것으로 생각되었다. 열간거리 1.0m에 주간거리 0.5, 0.4, 0.3m 재식에서 2축 묘목으로 판매가 가능한 묘목의 득묘율은 각각 95, 96, 98%였고, 열간거리 1.2m에 주간거리 0.5, 0.4, 0.3m 재식에서는 각각 98, 91, 94%로 재식거리를 달리함에 따른 묘목 소질별 득묘율은 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 따라서 재식거리 1.0 × 0.3m(3333주/10a)에서 특등 2축 묘목 2466주(74%)를 포함하여 판매가 가능한 2축 묘목 3266주(98%)를 득묘하여 처리구 중에서 가장 양호한 2축 묘목 생산성을 보였다(Table 3).

본 연구에서는 묘목의 재식거리와 BA처리에서 우량하고 경제성이 있는 묘목의 생산방법을 도출하는 것이 주요한 목적이 고, 사과원 경영에서 묘목 구입비는 과원조성 비용을 절감할 수 있는 중요한 요소이다. 따라서 우량한 소질의 2축 측지 묘목의 생산 방법에서 경제성이 있는 재배방법은 2축 측지묘목의 적정 재식거리가 열간거리 1.0m에 주간거리 0.3m 재식으로 10a당 묘목 생산비는 40,841,850원이고, 총수입은 63,487,000원으로 생산비는 총수입에서 차지하는 비중이 64.3%로 경제성이 있다. 재식거리가 열간거리 1.0m에 주간거리 0.3m 재식 처리구에서 가장 양호한 2축 묘목 생산성을 보였고 경제성도 있으므로 종합적으로 가장 우수한 처리방법으로 분석되었다.

### 성장조절제 처리 방법에 따른 묘목의 소질 및 득묘율과 생산비

한 대목에 2개의 축을 세우면서 측지의 발생을 유도하는 것은 1개의 축을 올리면서 측지를 받아내는 기존의 측지묘목 생산과는 성장조절제의 처리 간격과 횡수가 달라야 할 것이라는 가설을 세우고 2축 묘목 생산에서 측지발생을 위한 성장조절제 적정 살포방법을 설정하기 위해 BA 살포 간격과 살포 횡수에 따른 묘목의 소질과 소질별 득묘율을 조사하였다. 묘목의 수고는 BA 처리 간격과 횡수에 영향을 받지 않았으나 줄기 비대는 BA 처리 횡수가 1회일 때 보다는 3회 처리 시 다소 떨어지는 양상을 보였다(Table 4). BA를 살포하면 측지 발생이 유도되면서 신장 생장 또는 줄기의 비대 생장이 일시적으로 떨어지는 것으로 알려져 있는데(Tromp and Wertheim, 1994; Junker, 1995, 1996; Hrotkó et al., 1996) 본 연구에서는 BA 살포 횡수가 수고보다는 줄기 비대에 더 영향을 미친 것으로 생각되었다. 측지 수는 BA 처리 횡수와 간격에 따른 차이가 뚜렷하게 나타났다(Table 5). BA 처리 횡수는 처리 간격에 관계없이 1회보다는 3회 처리가 축당 측지 수가 현저히 많았는데, 측지 묘목 생산에 있어서 BA의 살포 횡수를 늘리면 측지의 수가 늘어난다는 보고(Wertheim, 1993; Wertheim and Estabrooks, 1994; Junker, 1995,

1996; Jacyna, 1996; Hrotkó et al., 1998; Yoon et al., 2000)와 마찬가지로 2축 묘목 생산에서도 BA 살포 횟수가 증가할수록 측지가 많이 발생한다는 것을 확인할 수 있었다. BA 처리 간격은 10일 간격으로 처리했을 때 측당 가장 많은 16.1개의 측지가 발생하였고, 14일 간격으로 처리했을 때가 14.8개, 7일 간격으로 처리했을 때 12.7개의 측지가 발생하였다. 기존의 측이 1개인 측지묘목 생산에서는 BA 처리 시 7일 간격 살포가 묘목이 가장 양호하고, 권장되는 방법으로 알려져 있으나(Kim and Yoon, 1998; Yoon et al., 2000, 2001a; Han et al., 2005) 2축 묘목에서는 10일 간격이 가장 우수하였고 다음이 14일 간격이었다. 이는 2개의 측으로 생장량이 분산되어(Dorigoni et al., 2011) 측이 1개인 측지묘목보다 생장이 더뎠기 때문으로 추정된다.

**Table 4.** Growth of bi-axis apple nursery trees at different BA application intervals and times

BA application		Scion stem diameter	Tree height
Interval (day)	Times	(mm)	(cm)
7	1	10.8 a <sup>z</sup>	197 a
	2	10.6 ab	197 a
	3	10.0 b	193 a
	Mean	10.5	196
10	1	10.8 a	195 a
	2	10.6 a	205 a
	3	10.5 a	203 a
	Mean	10.6	201
14	1	10.9 a	199 a
	2	9.9 b	201 a
	3	9.8 b	186 b
	Mean	10.2	195

<sup>z</sup>Means followed by the same capital letters, within the row, are not significantly different using LSD,  $p < 0.05$ .

**Table 5.** Feathering of bi-axis apple nursery trees at different BA application intervals and times

BA application		No. of feathers per axis		
Interval (day)	Times	< 30 cm <sup>z</sup>	> 30 cm <sup>y</sup>	Total
7	1	4.9 c <sup>x</sup>	4.2 b	9.1 c
	2	7.1 b	5.9 a	13.0 b
	3	12.0 a	3.9 b	15.9 a
	Mean	8.0	4.7	12.7
10	1	5.8 c	4.6 b	10.4 c
	2	10.2 b	5.8 a	16.0 b
	3	15.9 a	5.9 a	21.8 a
	Mean	10.6	5.4	16.1
14	1	5.4 c	4.6 a	10.0 c
	2	9.9 b	4.8 a	14.7 b
	3	14.5 a	5.2 a	19.7 a
	Mean	9.9	4.9	14.8

<sup>z</sup>Number of feathers from 5 cm to 30 cm in length.

<sup>y</sup>Number of feathers longer than 30cm in length.

<sup>x</sup>Means followed by the same capital letters, within the row, are not significantly different using LSD,  $p < 0.05$ .

**Table 6.** Acquisition of bi-axis nursery apple trees by grade at different BA application intervals and times

BA Application		Produced in a saleable grade and %				Produced in unsaleable grade and %	
Interval (day)	Times	Premium	Good	Acceptable	Total	Loss and %	Loss and %
7	1	0 (0%)	0 (0%)	3,033 (91%)	3,033 (91%)	300 (9%)	0 (0%)
	2	67 (2%)	333 (10%)	2,333 (70%)	2,733 (82%)	433 (13%)	167 (5%)
	3	1,633 (49%)	767 (23%)	500 (15%)	2,900 (87%)	400 (12%)	33 (1%)
10	1	0 (0%)	133 (4%)	2,833 (85%)	2,966 (89%)	267 (8%)	100 (3%)
	2	1,133 (34%)	767 (23%)	1,100 (33%)	3,000 (90%)	333 (10%)	0 (0%)
	3	2,466 (74%)	100 (3%)	100 (3%)	2,666 (80%)	433 (13%)	233 (7%)
14	1	0 (0%)	33 (1%)	2,766 (83%)	2,799 (84%)	367 (11%)	167 (5%)
	2	933 (28%)	1,067 (32%)	1,200 (36%)	3,200 (96%)	133 (4%)	0 (0%)
	3	2,266 (68%)	467 (14%)	367 (11%)	3,100 (93%)	200 (6%)	33 (1%)

묘목 소질별 득묘율 조사에서는 결주율이 최대 7%로 다소 높게 나타났다(Table 6). 그러나 BA 처리 횟수 및 간격과 의미 있는 경향을 보이는 것은 아니었다. 2축 묘목으로 판매가 어려운 소질을 보이는 묘목의 득묘율도 4-13% 범위로 다소 높았지만 처리에 따른 경향을 보이지는 않았다. BA 처리 횟수에 따른 우량 측지 묘목의 득묘율은 뚜렷한 차이를 보여 처리 간격에 관계 없이 처리 횟수가 많을수록 특등과 우량등급 묘목의 비율이 현저하게 높아지는 경향이였다. BA 1회 처리에서는 특등묘가 생산되지 않았으나 2회 처리의 경우 특등묘 득묘율이 10일 간격이 34%, 14일 간격이 28%였으나 7일 간격은 2%에 불과하였다. BA 3회 처리의 경우 10일 간격은 특등묘 득묘율이 74%에 달하였고 14일 간격은 68%임에 비해 7일 간격은 49%였다. 따라서 우량한 소질의 2축 측지묘목 생산을 위해서는 BA를 10일 간격으로 3회 살포하는 것이 적합하다는 결과를 얻었다.

우량한 소질의 2축 측지 묘목의 생산방법에서 특히, BA 처리에서 경제성이 있는 방법은 2축 측지묘목의 경우 10일 간격으로 3회를 살포할 경우 10a당 묘목 생산비는 40,841,850원이고, 총수입은 52,820,000원으로 생산비는 총수입에서 차지하는 비중이 77.3%로 경제성이 있다. 따라서 BA 처리에 있어 10일 간격으로 3회 살포하는 것이 가장 양호한 2축 묘목을 생산하고, 경제성도 있기에 종합적으로 가장 우수한 처리방법으로 분석되었다.

사과 우량 2축 측지묘목의 적정 재식거리와 BA 처리 방법에서 기술적 우위와 함께 경제성도 고려하여 종합적인 결론을 도출한 결과 재식거리를 1.0 × 0.3m로 하고 측지 발생을 위한 BA 처리를 10일 간격으로 3회 살포하는 것이 가장 우수한 소질의 2축 측지 묘목을 경제적으로 생산할 수 방법으로 판단되었다.

## 초 록

2축의 우량측지묘목을 경제적으로 생산하기 위하여 소질이 떨어져 판매가 어려운 1년생 회초리묘목을 상이한 재식거리로 심고 절단하여 2축을 세우고 BA 살포 주기와 횟수를 달리하여 2축 묘목을 생산하는 방법으로 본 시험을 실시하였다. 재식거리에 있어서 열간거리를 관행의 1.0m를 1.2m로 더 넓힌다고 수고와 측지 수에 있어서 유의성 있는 차이가 있거나 2축 묘목 득묘율이 유의하게 높아지지 않았다. 주간거리는 0.3, 0.4, 0.5m로 넓게 심을수록 접수의 줄기는 다소 굵어지는 경향을 보였으나 수고, 줄기 직경과 측지 수에 있어서는 뚜렷한 차이가 나타나지 않았으며 2축 묘목 소질이나 묘목 득묘율에서도 비슷한 경향이였다. 측지 발생을 위한 600ppm BA 처리에 있어서는 살포 간격 7, 10, 14일 중에는 10일 간격이 측당 측지 수가 16.1개로 가장 많았고, 살포 횟수에 있어서는 회수가 많을수록 측지 발생이 현저하게 많은 경향을 보였다. 결론적으로 2축 측지 묘목 생산을 경제적으로 생산하기 위해서는 재식거리 1.0 × 0.3m로 심고 BA를 10일 간격으로 3회 살포하는 방법이 적합하였다.

**추가 주요어:** 2차원 수관, 분지, 생장조절제, *Malus domestica* Borkh, 다축, 초방추형,

## Literature Cited

- Cicek E, Cicek N, Bilir N (2007) Effects of seedbed density on one-year-old old *Fraxinus angustifolia* seedling characteristics and outplanting performance. *New Forests* 33:81-91. doi:10.1007/s11056-006-9015-6
- Dorigoni A (2016) Innovative fruit tree architecture as a nexus to improve sustainability in orchards. *Acta Hort* 1137:1-10. doi:10.17660/ActaHortic.2016.1137.1
- Dorigoni A, Lezzer P, Dallabetta N, Serra S, Musacchi S (2011) Bi-axis: an alternative to slender spindle for apple orchards. *Acta Hort* 903:581-588. doi:10.17660/ActaHortic.2011.903.80
- Han SG, Yoon TM, Lee JS (2005) Branch induction by different application times and intervals of plant growth regulators in 'Fuji' apple nursery trees. *Korean J Hort Sci Technol* 23:44-48
- Hrotkó K, Magyar L, Bubán T (1996) Improved feathering by benzyladenine application on one-year-old 'Idared' apple trees in the nursery. *Acta Hort* 451:673-678. doi:10.17660/ActaHortic.1997.451.80
- Hrotkó K, Magyar L, Ronay Z (1998) Improved feathering on apple nursery trees by BA application. *Acta Hort* 514:113-122. doi:10.17660/ActaHortic.2000.514.12
- Jacyna T (1996) Induction of lateral branching in nursery pear and apple trees with plant growth regulators. *Fruit Varieties J* 50:151-156
- Jung HW, Kim YK, Han HH (2003) Effects of concentrations and times of promalin application on lateral branch development of 'Fuji'/M.9 nursery apple trees. *Hortic Environ Biotechnol* 44:894-898
- Junker M (1995) Versuchsbericht 1995. Konsortium südtiroler Baumschuler, Italy
- Junker M (1996) Versuchsbericht 1995. Konsortium südtiroler Baumschuler, Italy
- Kennedy HE Jr (1988) Effects of seedbed density and row spacing on growth and nutrient concentrations of nuttall oak and green ash seedlings. USDA Forest Serv Southern Forest Experiment Station SO-349. doi:10.2737/SO-RN-349
- Kim KR, Yoon TM (1998) Production of good-quality apple nursery trees. *Andong Nat'l Univ, Andong, Korea*, pp16-20
- Österreicher J (1989) Gutes Pflanzmaterial für hole Anfangserträge. *Obstbau Weinbau* 26:329-330
- Palmer JW (2011) Changing concepts of efficiency in orchard systems. *Acta Hort* 903:41-49. doi:10.17660/ActaHortic.2011.903.1
- Park JG, Hong JS, Choi IM, Kim JB, Yun CJ, Jeon SH (1999) Effects of times of chip budding and rootstock removal, leaf removal plus promalin application on the tree growth and lateral development for 'Fuji'/M.9-T337 nursery trees. *Korean J Hort Sci Technol* 17:329-332
- Robinson TL (2003) Apple-orchard planting systems. In DC Ferree, ed, *Apples: botany, production and uses*. CABI Publishing, Cambridge, MA, USA, pp 345-407. doi:10.1079/9780851995922.0345
- Robinson TL, Hoying S, Sazo MM, DeMarree A, Dominguez L (2013) A vision for apple orchard systems of the future. *NY Fruit Quarterly* 21:11-16
- Robinson TL, Hoying SA, Reginato GH (2011) The tall spindle apple production system. *New York fruit quarterly* 14:21-28
- Rural Development Administration (RDA) (2020a) Agricultural Science and Technology Economic Analysis Standard data collection. <https://amis.rda.go.kr/portal/ms/manage/1st> Assessed 11 March 2021
- Rural Development Administration (RDA) (2020b) Collection of Agricultural Products Income Data. <https://amis.rda.go.kr/portal/ms/manage/1st> Assessed 11 March 2021
- Rural Development Administration (RDA) (2020c) Collection of Income Data for Agricultural and Livestock Products. <https://amis.rda.go.kr/portal/ms/manage/1st> Assessed 11 March 2021
- Stainner R (1990) Baumschulkurs 1990/1991. Versuchszentrum Laimburg, Italy
- Tromp J, Wertheim SJ (1994) Lateral shoot formation in young fruit trees in the nursery phase. Annual Report 1994:86-87. Research Station for Fruit Growing, Wilhelminadorp, Netherlands
- Tustin DS, Van Hooijdonk BM, Breen KC (2018) The planar cordon - new planting systems concepts to improve light utilisation and physiological function to increase apple orchard yield potential. *Acta Hort* 1228:1-12. doi:10.17660/ActaHortic.2018.1228.1
- Van oosten HJ (1976) Effect of initial tree quality on yield. *Acta Hort* 65:123-128. doi:10.17660/ActaHortic.1978.65.19
- Wertheim SJ (1993) The effect of hormones in the nursery. Annual report 1993:91-92, Research Station for Fruit Growing, Wilhelminadorp, Netherlands
- Wertheim SJ, Estabrooks EN (1994) Effect of repeated sprays of 6-benzyladenine on the formation of sylleptic shoots in apple in the fruit-tree nursery. *Sci Hort* 60:31-39. doi:10.1016/0304-4238(94)90060-4
- Wertheim SJ, Webster D (2003) Apple-orchard planting systems. In DC Ferree, ed, *Apples: botany, production and uses*. CABI Publishing, Cambridge, MA, USA, pp 125-151. doi:10.1079/9780851995922.0125
- Woeste KE, Jacobs DF, Mckenna JR (2011) Half-sib seed source and nursery sowing density affect black walnut (*Juglans nigra*) growth



after 5 years. *New Forests* 41:235-245. doi:10.1007/s11056-010-9224-x

**Yang SJ, Sagong DH, Yoon TM, Song YY, Park MY, Kweon HJ** (2015) Vegetative Growth, Productivity, and Fruit Quality in Tall Spindle of 'Fuji'/M.9 Apple Trees. *Korean J Horticult Sci Technol* 33:155-165. doi:10.7235/hort.2015.13190

**Yoon TM, Han SG, Woo YJ** (2001a) Effects of 6-benzylamino purine on lateral shoot formation in 'Tsugaru' apple trees on M.9 T337/seedling in the nursery. *J Kor Soc Horticult Sci* 42:189-192

**Yoon TM, Lee JY, Han SG, Woo YJ, Choi SW, Kim KR, Shin JG** (2001b) Effects of surface-active agents to 6-Benzylamino purine on feathering of maiden apple trees. *Korean J Horticult Sci Technol* 19:39-42

**Yoon TM, Kim KR, Choi SW, Lee JY, Shin JG, Woo YJ, Han SG** (2000) Induction of feathering in 'Fuji'/M.9 T337 nursery apple trees with 6-Benzylamino purine. *Hortic Environ Biotechnol* 41:507-511

**Zhang Q, Han M, Song C, Song X, Zhao C, Liu H, Hirst PM, Zhang D** (2015) Optimizing planting density for production of high-quality apple nursery stock in China. *N Z J Crop Horticult Sci* 43:7-17. doi:10.1080/01140671.2014.900093