

# 접목 방법이 포도 ‘캠벨얼리’/3309C 묘목 생산에 미치는 영향

박재현<sup>1</sup>, 박규현<sup>2</sup>, 사공동훈<sup>2,3\*</sup>

## Influence of Grafting Methods on Production of Grape ‘Campbell Early’/3309C Nursery Stock

Jae-Hyun Park , Gyu-Hyeon Park and Dong-Hoon Sagong \*

<sup>1</sup>대경포도도접목묘영농조합법인, <sup>2</sup>대구대학교 과학생명융합대학 원예학과, <sup>3</sup>대구대학교 자연과학연구소<sup>1</sup>Agricultural Cooperative Company of the Daegyeong Grafting Grapes Co., Ltd., Gyeongsan 38411, Republic of Korea, <sup>2</sup>Department of Horticulture, College of Natural and Life Sciences, Daegu University, Gyeongsan 38453, Republic of Korea, <sup>3</sup>Institute of Natural Sciences, Daegu University, Gyeongsan 38453, Republic of Korea

\* Correspondence: sa0316@daegu.ac.kr

**Abstract:** In grape nursery stock production, grafting success and nursery quality depend on the grafting materials, method, attention paid to grafting, grafting time, ambient conditions, and post-transplanting management. Recently, various grafting methods have been employed in grapevine propagation. This study aimed to determine the most effective grafting methods for producing high-quality grape nursery stock of ‘Campbell Early’/3309C. Grafting operations were conducted in early April using four grafting techniques, i.e., tongue grafting, veneer grafting, cleft grafting, and omega machine grafting. The data showed that the omega machine grafting was fast and yielded a high proportion of nursery stock for sale. Tongue grafting resulted in the highest grafting success, tree height, and percentage of nursery stock for sale and special grade nursery stock. The veneer grafting produced a high shoot diameter and a low percentage of low grade (unsaleable in Korea) nursery stock. The percentage of low-grade nursery stock and the expected yield of low-grade nursery trees were high in both tongue and cleft grafting. Based on the results from this study, the most effective grafting method of grape ‘Campbell Early’/3309C nursery stock in the nursery production company was the veneer grafting or omega machine grafting.

**Keywords:** graft speed, graft success, omega machine grafting, tongue grafting, veneer grafting

<https://doi.org/10.5338/KJEA.2024.43.02>

Korean J. Environ. Agric. 2024, 43, 11-21

Received: April 12, 2024

Revised: April 30, 2024

Accepted: May 2, 2024

Published: May 9, 2024

Online ISSN: 1233-4173

Print ISSN: 1225-3537



Check for updates

© The Korean Society of Environmental Agriculture 2024



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 서론

포도나무는 갈매나무목(Rhamnales) 포도과(Vitaceae)에 속하는 낙엽성 덩굴성 식물로 주로 열대 및 아열대 지역에서 자생하지만 온대 지역에서도 일부 분포하고 있으며[1,2], 세계적으로 다양한 품종들이 와인용, 생과용, 건과용으로 재배되고 있다[3].

국내에서는 포도 품종을 미국종(*Vitis labrusca* L.), 유럽종(*V. vinifera* L.) 및 이들 간의 교잡종(*V. labruscana* L.)으로 분류하여 생과용으로 재배하고 있는데[4-6], 농업관측센터(<https://aglook.krei.re.kr>)의 자료에 의하면, 2023년 국내 시설 및 노지를 포함한 포도 품종별 재배면적은 ‘샤인머스켓’이 6,458 ha (43.9%), ‘캠벨얼리’가 4,310 ha (29.3%), ‘거봉’이 2,496 ha (17.0%) 정도이며, 앞서 언급한 품종 모두 교잡종이다[1,7].

일반적으로 포도나무는 발근이 잘 되어 주로 삽목(꺾꽂이, cutting)으로 번식시키며[1,3], 녹지삽(softwood cutting)보다는 경지삽(숙지삽, hardwood cutting)으로 번식시키는 것이 경제적이라고 알려져 있다[8,9]. 그럼에도 불구하고 최근 세계 주요 포도 주산지에서는 포도뿌리혹벌레(필록세라, grape phylloxera)에 대한 내충성, 과실의 생산량, 품질 및 환경에 대한 적응성(내동성, 내건성, 내습성 등) 향상을 위해 포도나무를 접목으로 번식시키고 있다[10-12]. 국내 역시 포도나무 접목묘에 대한 중요성을 인지하여 포도나무의 접목 규격묘 기준(묘목의 길이: 50 cm 이상, 묘목 지름: 6.0 mm 이상)을 설정하고[13], 포도나무 대목 특성에 대한 연구가 진행되었는데[5,14], 2012년 기준 농촌진흥청 국립원예특작과학원에서는 포도 대목을 29점 정도 보존하고 있다[15]. 이중 Couderc 3309 (3309C) 대목은 고밀식 포도 재배에 적합한 준왜성대목으로 필록세라에 대한 내성이 강하면서 삽목 발근성, 토양 적응성 및 과실품질이 우수하고, 내동성 및 내건성이 극히 강하다고 알려져 있다[1,16,17].

포도나무 접목 방법은 크게 혀접(설접, tongue grafting, whip-and-tongue grafting), 절접(깎기접, veneer grafting), 할접(짜개접, cleft grafting, wedge grafting) 등의 인력 접목(manual grafting)과 W자형, 혀모양형(N자형 설접), 오메가형(O자형, omega grafting) 등의 기계 접목(machine grafting)으로 나눌 수 있는데[1,10,18], 최근에는 뿌리 없는 가지를 대목으로 하거나 혹은 뿌리 없는 포도 대목에 포도 품종을 접목한 후 삽목하여 대목의 발근, 접수의 발아 및 대목과 접수의 활착(접목 활착)이 동시에 이루어지게 하는 삼목접(cutting-grafting, grafted cutting)이 국내외의 포도 묘목 생산에 활용되고 있다[13,19,20].

과수의 접목 성공(graft success) 여부는 작물의 종류, 품종과 대목의 접목 친화성, 접수와 대목의 소질, 접수와 대목의 절단 상태, 접수와 대목의 형성층 일치 정도, 접목 후 기상 조건, 병해충 발생 등에 따라 다르지만[21], 접목 기술자의 기술 숙련도 역시 굉장히 중요하다[22]. 포도나무의 경우 외국에서는 주로 혀접을 많이 이용하지만[1,2], 접목 기술자의 숙련도에 따라 할접 등의 접목 성공률이 혀접보다 높거나 비슷할 수도 있다[10,23]. 또한, 과채류에서는 내병충성, 과실품질 및 불량 환경에 대한 적응성 향상을 위해 접목묘를 생산하고 있는데[24-26], 국내의 접목묘의 생산 가격은 접목하지 않은 묘들(삽목묘 등)보다 2배 정도 높아 생산비 절감을 위해 기계 접목 혹은 접목 로봇(robot grafting)을 이용하고 있다[27-29]. 포도나무 역시 생산비 절감을 위해 외국에서는 손 접목용 기계(hand-manual grafting units), 접목 기계(grafting machine) 및 접목 로봇(robot grafting)이 개발 및 상용화되었으며[18,30-33], 국내 과수 묘목 생산 농가에서도 접목기계를 이용하여 접목묘를 생산하고 있음에도 불구하고 포도나무 접목묘 생산 연구가 국내에는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 시험은 국내 포도 접삽목묘 생산 관련 기초자료를 제공하고자, 국내 주요 포도 품종인 ‘캠벨얼리’와 준왜성 포도 대목인 3309C를 대상으로 다양한 접목(혀접, 절접, 할접, 오메가형 기계접)을 실시하고 이에 따른 우량 묘목 획득률 등을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 시험재료, 처리 및 관리 방법

본 시험은 2010년 경상북도 경산시 와촌면 소재 포도 접목묘 영농조합법인의 시설하우스와 묘 포장에서 실시하였다. 공시 접수 품종과 대목은 각각 ‘캠벨얼리’, 3309C로, 2009년 12월 초순에 직경이 10~12 mm 정도인 접수와 대목을 채취하여 1~4°C의 저온저장고에 저장한 후 2010년 4월 초순에 접수와 대목을 각각 10 cm, 30 cm 길이로 절단하여 접목하였다.

접목 방법은 4가지 방법(혀접(인력 접목), 할접(인력 접목), 절접(인력 접목), 오메가형(기계 접목))을 이용하였다(Fig. 1). 인력 접목과 기계 접목 모두 시설하우스 내에서 들접(양접, indoor working) 형식으로 실시하였는데(Fig. 2A), 기계 접목은 외국에서 구입한 접목 기계(Omega-uno, Wahler Omega GmbH & Co., KG, Germany)를 이용하였다(Fig. 2B). 접목 후 접목 부위는 점착식 광분해 접목 테이프(Buddy-tape, Aglls, Japan)로 고정하였으며, 접목된 개체는 다시 접수와 대목 부위를 각각 5 cm(접수 부위에 눈이 1개 정도 남는 길이), 25 cm 정도 되도록 절단하였다(접목된 개체의 총 길이 30 cm 정도).

접목을 실시한 개체(접목 개체)는 절단 부위 수분 소실 방지 및 발근 유도를 위해 대목 하단부 5 cm 정도 부위(발근 유도 부위)를 제외한 모든 부위를 60°C 파라핀 용액에 1초 동안 침지시킨 후 발근 유도 부위를 IBA(Indol acetic acid) 2000 mg/L (500배액) 용액에

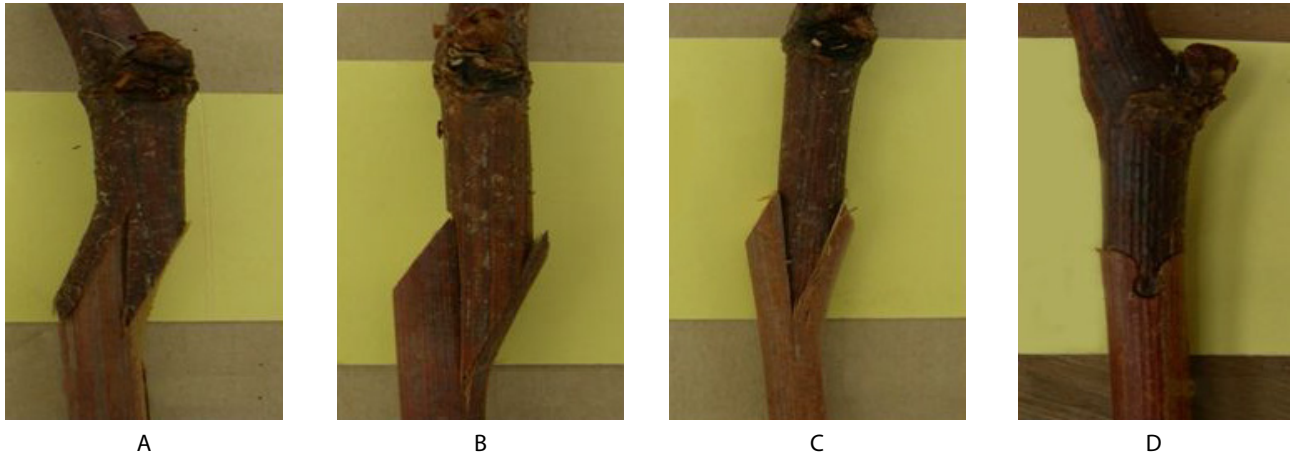


Fig. 1. Photograph of grafting methods in the 'Campbell Early'/3309C grape nursery stocks. (A) tongue grafting, (B) veneer grafting, (C) cleft grafting, and (D) machine grafting (omega type)



Fig. 2. Photographs of manual grafting (A), grafting machine (B), jiffy pellet (C), box for rooting grafted grape nursery (D) and electrically heated hotbed (E).

12시간 정도 침지시켰다. IBA 처리 후에는 묘 포장 이식 장애(근권부 피해)를 방지하기 위해 42 mm 지피펠릿(Jiffy-7 pellet, Jiffy Group, Netherlands)에 삽입하였다(Fig. 2C). 지피펠릿에 삽입된 접목 개체는 다시 접목 방법별로 번식용 컨테이너 상자(1상자: 54개의 접목 개체)에 세운 후 상토(펄라이트:톱밥 = 5:5)로 복토했다(Fig. 2D). 이후 번식용 컨테이너 상자는 4월 중순(접목 후 2~3주)에 영농조합법인에서 자체 제작한 전열온상(지표면 열선 설치)에 40일 정도 입고 후 저면가온하여 접목 개체의 발아, 발근 및 접목 활착을 유도하였다(Fig. 2E).



전열온상의 기온 및 상대습도는 4단계(초기, 중기, 후기, 순화)로 구분 후(단계별 10일 정도) 휴대용 온습도 측정기(Fluke-971, Fluke Co., USA)로 상시 측정하였다. 전열온상 내 기온은 전열온상에 설치된 자동온도조절기(0~40°C까지 조절 가능)로 초기에는 33~35°C 정도, 중기에는 30~33°C 정도, 후기에는 26~30°C 정도 되도록 조절하였고, 전열온상 내 상대습도는 번식용 컨테이너 상자에 관수하는 방법(4~5일 간격으로 상자당 1 L 정도 관수하되 습도 부족 시 추가 관수)으로 초기에는 95% 이상, 중기에는 70~75% 정도, 후기에는 40~45% 정도 되도록 조절하였다[13]. 순화 기간에는 전열온상의 천창, 측창 및 문을 개방시켰는데, 순화 기간 전열온상 내 기온과 상대습도는 각각 20~25°C, 40~60% 정도였다. 전열온상 기간에는 시비 및 병해충 약제 살포를 하지 않았다.

순화가 끝난 뒤에는 발아 및 발근이 된 접목 개체(접목이 성공된 묘목)들만을 골라 5월 하순(접목 후 7~8주)에 토성이 미사질 양토인 묘 포장에 이식하였다. 묘 포장은 5월 초순에 0.5톤/10a의 완숙퇴비를 사용하고 경운, 채토한 후 높이 15 cm, 너비 60 cm의 두둑을 1.0 m 간격(열간)으로 조성하였고, 묘목들은 5월 하순에 0.5 m 간격(주간)으로 두둑에 이식하였다. 묘목 이식 후에는 두둑 중간에 분수 호스를 설치한 후 흑색 폴리에틸렌 필름으로 피복 하는 등의 청경재배로 지표면을 관리하였다. 토양수분은 두둑 별로 텐시오미터(2710ARL, Soil Moisture Equipment Co., USA)를 설치하여 토양수분 장력이 -50 kPa 이하로 내려가면 분수 호스로 6시간 정도 관수하는 방식으로 관리하였다. 시비는 추비 개념으로 8월 중순에 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O : 4-2-1)을 멀칭이 되어 있지 않는 열간마다 5 kg (30 kg/10a)씩 공급하였다. 묘 포장의 병해충 관리는 살균제(석회보르도액)와 살충제(페니트로티온 유제)를 혼합하여 6월 중순부터 9월 하순까지 2주 간격으로 총 8회 살포하였다.

접목 처리별 반복수는 번식용 컨테이너 상자 1개(박스 당 접목 개체 54개)를 1반복으로 한 난괴법 3반복이었다.

### 접목 속도 및 접목 성공률

접목 방법별 작업 효율성을 비교하기 위하여 접목 속도(시간당 접목 개체 생산량)를 조사하였다. 접목 속도를 측정하기 위한 접목 개체 완성 기준은 접목 부위 고정 작업(테이핑)까지로 하였으며, 접목 기술자가 직접 테이핑까지 작업하였다. 접목 방법별 접목 속도 조사는 총 3일에 걸쳐 매일 접목 방법별로 1시간씩 접목 개체 생산량을 조사하여 평균치를 산출하였다[29].

접목 성공률은 전열온상에서의 순화 기간이 끝난 후 묘 포장 이식 전(5월 하순, 접목 후 7~8주)에 조사하였다. 접목 성공률은 번식용 컨테이너 상자 1개 내에 있는 54개의 접목 개체에 대한 발아 및 발근이 동시에 이루어진 접목 개체의 수를 퍼센트로 산출하였다[29,31].

### 전열온상에서의 순화 후 묘목의 영양생장

접목 개체의 영양생장은 접목 성공률 조사 시 번식용 컨테이너 상자별로 접목이 성공된 개체(발근 및 발아가 동시에 이루어진 개체, 묘목)만을 대상으로 신초장, 잎수 및 발근 정도를 조사하여 평균치를 산출하였다. 신초장과 잎수는 접수 부위의 눈에서 발생한 신초를 대상으로 조사하였고, 발근 정도는 지피펠렛 부위 발근 상태를 5단계[1(very poor), 2(poor), 3(medium), 4(good), 5(excellent)]로 구분하여 산출하였다(Fig. 3).

### 포장 이식 후 묘목의 영양생장, 등급별 묘목 획득률 및 예측 생산량

포장에 이식(5월 하순, 접목 후 7~8주)한 묘목들은 11월 초순(접목 후 30~31주)에 굴취(수확) 직전 농림축산식품부(<https://www.mafra.go.kr>)의 종자관리요강 별표 14의 포도 규격묘 기준 및 조사방법에 따라 묘목의 길이(지제부에서 묘목 선단까지의 길이, 수고) 및 직경(접목 부위 상단 10 cm 부위 접수의 줄기 직경, 발아된 신초의 직경)을 조사하였다.

등급별 묘목 획득률은 국내 포도 접목 규격묘(묘목 길이가 50 cm 이상이면서 접수 직경이 6.0 mm 이상) 기준[14]을 참고하여 특대(묘목 길이가 50 cm 이상이면서 접수 직경이 8.0 mm 이상), 대(묘목 길이가 50 cm 이상이면서 접수 직경이 7.0~7.9 mm), 중(묘목 길이가 50 cm 이상이면서 묘목 직경이 6.0~6.9 mm), 소(묘목 길이가 50 cm 미만이거나 묘목 직경이 6.0 mm 미만 혹은 고사된 묘목, 비규격묘) 등급으로 구분한 뒤, 번식용 컨테이너 상자 1개 내에 있는 54개의 접목 개체(1반복 기준)에 대한 퍼센트로 산출하였다.

접목 방법별 판매가 가능한 묘목들(중 등급 이상 묘목들)의 예측 생산량은 각 접목 방법별 접목 속도, 하루 접목 작업 시간, 접목 작업 일수 및 등급별 묘목 생산 비율을 모두 곱하여 등급별 묘목 예측 생산량 및 판매가 가능한 묘목 예측 생산량을 산출하였다.

[접목 속도 × 하루 작업시간(8시간) × 접목 작업 일수(7일) × 등급별 묘목 생산 비율]



Fig. 3. Rooting pattern index for 'Campbell Early'/3309C grape nursery stocks.

## 통계분석

통계분석은 SAS 9.2 프로그램을 이용하여 분산분석을 0.05 이하 수준으로 수행하였으며, Duncan test를 통한 다중검정을 실시하였다. 반복수는 3반복으로 진행하였다.

## 결과 및 고찰

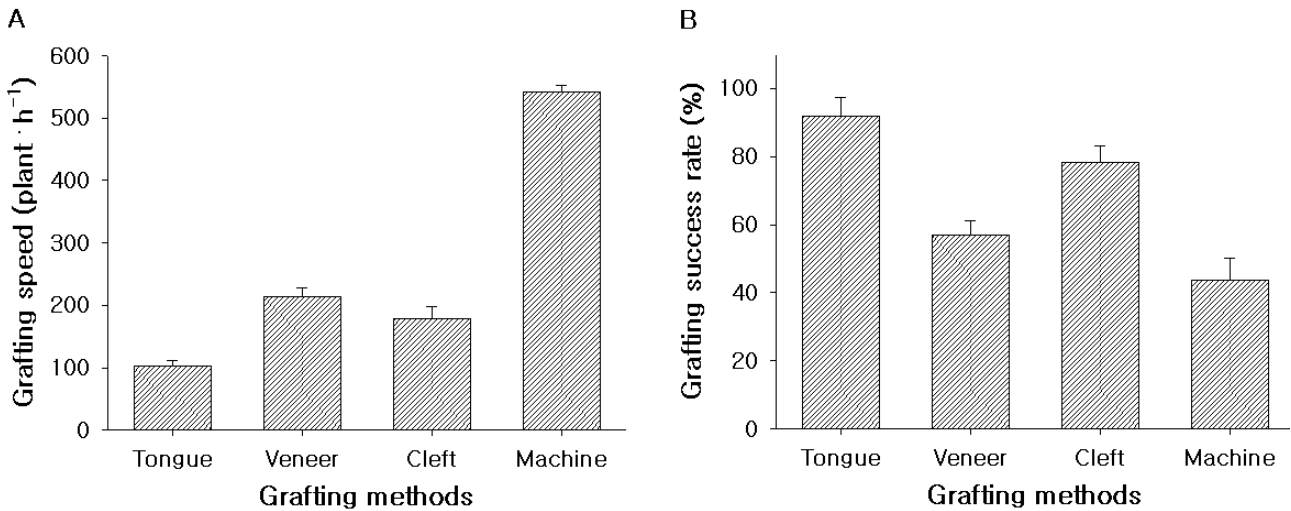
### 접목 속도 및 접목 성공률

접목 방법에 따른 접목 속도 및 접목 성공률을 살펴보면(Fig. 4), 접목 속도(시간당 접목 개체 생산량)는 오메가형 기계접(542 plant·h<sup>-1</sup>), 절접(192 plant·h<sup>-1</sup>), 할접(163 plant·h<sup>-1</sup>), 혀접(102 plant·h<sup>-1</sup>) 순으로 높았다(Fig. 4A). 그러나 접목 방법별 접목 성공률은 혀접(92.0%), 할접(78.4%), 절접(56.8%), 오메가형 기계접(43.8%) 순으로 높았다(Fig. 4B).

국내에서 실용화된 과채류 접목 로봇(grafting machine)의 시간당 생산량은 600개체 정도로 인력접목에 비해 노동력을 50% 절감할 수 있다고 알려져 있다[34]. 그러나 해외에서 개발되고 있는 포도나무 접목 로봇은 오메가형(Ω자형)의 경우 시간당 1,500개체 정도(숙련된 접목 기술자는 600개체), 할접형은 개당 평균 접목 소요 시간이 34.4초 정도로 접목 속도가 104개체 정도를 생산할 수 있었다는 보고들[32,33]이 있다. 본 시험에서는 오메가형 기계접의 접목 속도는 546 plant·h<sup>-1</sup> 정도로 인력 접목(혀접, 할접, 절접) 대비 2.8~5.4배 정도 빨랐다(Fig. 4A).

국내 과수의 대표적인 접목 방법은 절접[34,35]으로, 절접과 할접은 접수의 직경이 대목에 비해 작거나 비슷하면 되지만 혀접은 접수와 대목의 직경이 거의 동일해야 하고[1], 접수와 대목 모두 혀 모양으로 준비하고 부름켜가 꼭 맞게 끼워 마치 혀와 혀가 서로 얽힌 모습이 되어야 하는 등 접목 과정이 절접 및 할접보다 복잡하다[13]. 즉, 본 시험에서 인력접목 방법별 접목 속도가 절접, 할접, 혀접 순으로 빨랐던 것(Fig. 4A)은 본 시험의 접목 기술자가 비교적 작업이 쉬운 절접에 익숙했기 때문으로 추정되었다[13,22,29]. 이는 수박(*Citrullus vulgaris* Schard.)의 경우 비숙련자는 시간당 300개체 정도, 숙련자는 시간당 450개체 정도, 접목기계는 시간당 780개체 정도를 접목하였다는 보고[29]와 유사하였다.

일반적으로 기계 접목은 인력 접목보다 접목 속도는 빠르나 접목 성공률은 반대로 낮다[29,31]고 알려져 있다. 그러나 인력 접목



**Fig. 4. Grafting speed (A) and grafting success rate (B) according to grafting methods of 'Campbell Early'/3309C grape nursery stocks.** Grafting speed (A) were counted numbers of grafting seedling after 1 hour of grafting. Grafting success (B) was investigated at 7-8 weeks after grafting (the end of May, before transplanting at field). Grafting success rate (B) were calculated the number of grafting success seedling among 54 grafting seedling (1 replication), and standard of grafting success was both sprouting and rooting. The vertical bars indicate standard errors of 3 replications.

방법에 따른 포도나무 접목 성공률은 연구자에 따라 크게 달랐다[2,10,29,36]. 본 시험에서는 인력 접목의 접목 성공률이 기계 접목보다 높았으며, 혀접의 접목 성공률은 절접 및 오메가형 기계접 대비 1.5~2.0배 정도 높았다(Fig. 4B). 본 시험에서 혀접의 접목 성공률이 가장 높았던 것(Fig. 4B)은 절접과 활접은 다른 접목 방법에 비해 작업이 쉬운 편이지만 접목 유합이 불완전한 문제가 있다는 보고 [1,35] 및 본 시험에서 혀접의 대목과 접수 간의 접합 면적이 가장 넓었던 것(Fig. 1)을 미루어 보아, 혀접의 접목 부위 접합 면적이 다른 접목 방법들보다 넓어 혀접의 접목 유합이 다른 접목 방법들보다 안정적으로 이루어졌기 때문으로 추정되었다.

**전열온상에서의 순화 후 묘목의 영양생장**

전열온상에서의 순화 후(포장 이식 전, 5월 하순, 접목 후 7~8주) 접목이 성공된 묘목(발아와 발근이 동시에 유도된 묘목)의 신초 길이는 오메가형 기계접이 11.2 cm 정도로 절접과 활접의 7.5~7.7 cm보다 길었고, 잎의 수는 혀접이 4.7개로 절접과 활접의 3.5~3.6개보다 많았다. 그러나 발근 상태는 모든 처리구가 3.7~3.9 index 정도로 접목 방법에 따른 차이가 없었다(Table 1).

포도나무 접목 방법에 따른 묘목의 영양생장(신초생장, 대목 및 접수 직경, 신초의 잎수, 발근 상태 등)에 대한 결과는 연구자에 따라 크게 달랐다[2,10,23,31,36]. 본 시험에서는 신초 길이의 경우 오메가형 기계접이 절접 및 활접보다 높았으나, 신초의 잎 수는 혀접이 절접 및 활접보다 높았고, 발근 상태는 접목 방법에 따른 차이가 없는 등 접목 방법이 접목 후 7~8주까지(전열온상 기간)의 묘목 영양생장에 미치는 영향은 일정하지 않았다(Table 1).

포도나무 접목묘 및 접삽목묘는 주로 혀접으로 번식시킨다[1,13,21]. 이는 25~30 cm 길이의 대목을 이용하여 혀접을 실시하면

**Table 1. Shoot growth, number of leaves per shoot, and rooting pattern index at 7-8 weeks after grafting (the end of May, before transplanting at field) according to grafting methods of 'Campbell Early'/3309C grape nursery stocks**

Grafting methods	Shoot growth <sup>y</sup> (cm)	No. of leaves per shoot <sup>y</sup> (ea)	Rooting pattern index <sup>y</sup> (1-5)
Tongue	9.5 ab <sup>z</sup>	4.7 a	3.9 a
Veneer	7.7 b	3.6 b	3.7 a
Cleft	7.5 b	3.5 b	3.7 a
Machine (omega)	11.2 a	4.0 ab	3.9 a
(p value)	0.0309	0.0465	0.6664

<sup>z</sup> Means followed by the same letter are not significantly different using Duncan's multiple range test,  $P \leq 0.05$ .  
<sup>y</sup> That was investigated only the nursery trees that grafting was succeed among 54 grafting seedling (1 replication).



묘목 생산기간을 1년 정도 단축시킬 수 있기 때문이다[1]. 그러나 국내 대다수 포도 접목묘 생산 농가들은 혀접보다는 절접으로 접목묘 및 접삼목묘를 번식시키고 있다(구두 확인). 이는 절접의 높은 작업 효율성[1,13,35]과 더불어 접목이 성공(발아와 발근 동시 발생)되면 묘목의 영양생장은 접목 방법에 따른 차이가 없었다는 보고[23]가 있기 때문이었다. 본 시험 역시 접목 성공률은 접목 방법에 따라 차이가 발생하였지만(Fig. 4B), 접목이 성공된 묘목의 초기(접목 후 7~8주 동안) 영양생장은 접목 방법에 크게 영향을 받지 않는 것으로 판단되었다(Table 1).

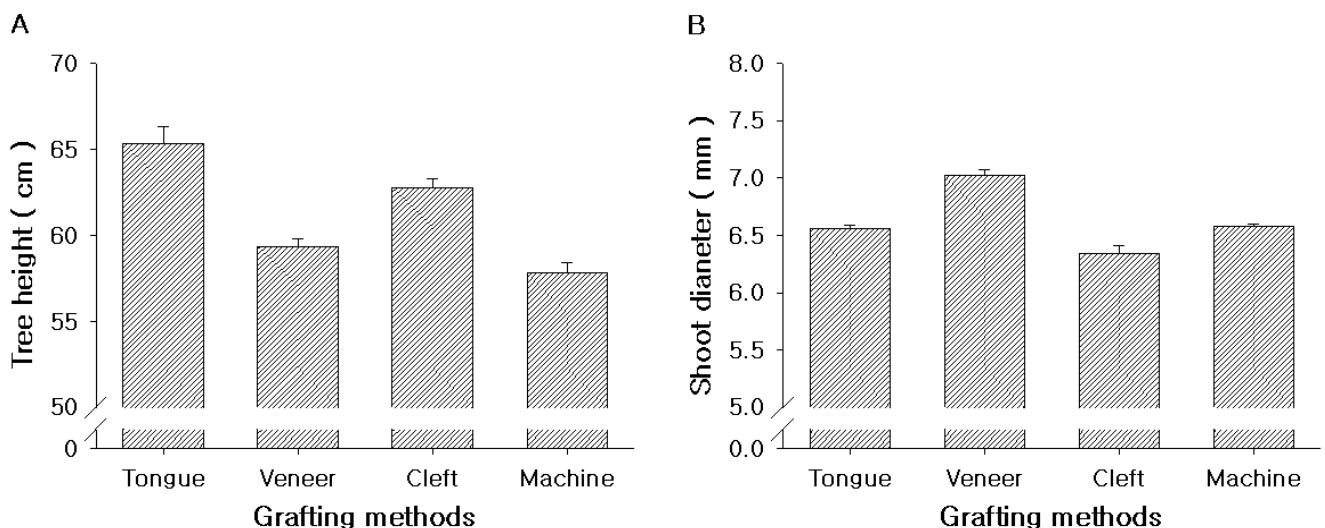
한편, 국내에서 포도 접목묘를 판매하려면 수고(묘목 길이)가 50 cm 이상이면서 접수 직경이 6.0 mm 이상이어야 한다[14]. 그러나 본 시험 모든 시험주들의 전열온상 순화 후(접목 후 7~8주, 5월 하순) 수고는 50 cm 미만이어서 육묘 기간을 연장시킬 필요가 있었고(Table 1), 이에 본 시험에서는 5월 하순에 시험주들을 묘 포장에 이식하였다. 이는 접목 후 60일 동안 온실에서 재배한 포도 접목묘들(혀접, 할접 등)의 신초 직경은 4.0 mm 이하였다는 보고[2,35] 및 판매가 가능한 포도 접목묘(오메가형 기계접)를 생산하기 위해서는 온실에서 접목 활착된 묘목들을 4월 하순에 포장에 이식 후 11월 하순에 굴취(수확)했다는 보고[12]와 유사하였다.

**포장 이식 후 묘목의 영양생장, 등급별 묘목 획득률 및 예측 생산량**

포장 이식 후(11월 초순, 접목 후 30~31주) 접목 방법별 묘목의 수고는 혀접(65.3 cm), 할접(62.8 cm), 절접(59.4 cm), 오메가형 기계접(57.8 cm) 순으로 길었다(Fig. 5A). 신초 직경(접목 상단 10 cm 부위의 접수 직경)은 절접이 7.0 mm로 가장 굵었고, 혀접과 오메가형 기계접은 6.6 mm 정도로 할접의 6.3 mm보다 굵었다(Fig. 5B).

접목 방법별 판매가 가능한 묘목의 최종 생산 비율(특대급+대급+중급)은 혀접이 66.1% 정도로 절접, 할접, 기계접의 42.0~53.7% 보다 높았다. 묘목 등급별 생산 비율에 있어서는 특대 등급의 경우 혀접이 17.9%로 가장 높았고, 절접이 10.5% 정도로 기계접의 3.1%보다 높았다. 대 등급은 혀접, 절접, 할접이 35.8% 정도로 기계접의 21.0%보다 높았으나, 중 등급은 기계접이 17.9%로 가장 높았고, 할접이 9.9%로 혀접 및 절접의 4.3~5.6%보다 높았다. 판매가 불가능한 소 등급은 혀접 및 할접이 24.7~25.9% 정도로 절접 및 기계접의 1.9~5.6%보다 높았다.

유럽에서 포도 접목묘를 대량으로 생산하는 생산업체에서는 2주 동안 접목 작업만 하며[12], 국내 연간 5~6만 주 정도 접목묘를 생산하는 농가에서는 1주 정도 접목 작업을 한다(구두 확인). 이에 본 시험에서 연간 접삼목묘 예상 생산량을 산출해 본 결과(Table 3), 판매가 가능한 묘목의 연간 예상 생산량은 오메가형 기계접이 12,748개로 다른 접목 방법들의 3,775~5,505개 대비 2.3~3.4배 정도 많았으나, 특대 등급은 모든 시험구가 730~1,129개 정도로 차이가 없었다. 그러나 대 등급과 중 등급은 오메가형 기계접이 각각 6,374개, 5,433개 정도로 다른 접목 방법들의 2,433~3,914개, 320~904개 대비 각각 1.6~2.6배, 6.0~17.0배 정도 많았고, 판매가



**Fig. 5.** Tree height (A) and shoot diameter (B) according to grafting methods of ‘Campbell Early’/3309C grape nursery stocks. Tree height (A) and shoot diameter (B) were investigated at 30-31 weeks after grafting (the early of November, before digging nursery stocks in the field). Tree height (A) and shoot diameter (B) were investigated only the nursery stocks that grafting was succeed among 54 grafting seedling (1 replication). Shoot diameter (B) was measured at 10 cm above grafting area. The vertical bars indicate standard errors of 3 replications.

**Table 2. Percentage yield of nursery stock for sale and distribution of nursery grade at 30-31 weeks after grafting (the end of November, before digging nursery stocks in the field) according to grafting methods of 'Campbell Early'/3309C grape nursery stocks**

Grafting methods	Percentage yield of nursery stock for sale <sup>y</sup> (%)	Distribution of nursery stock grade <sup>x</sup> (%)			
		Special	High	Middle	Low
Tongue	66.1 a <sup>z</sup>	17.9 a	42.6 a	5.6 c	25.9 a
Veneer	51.2 b	10.5 b	36.4 a	4.3 c	5.6 b
Cleft	53.7 b	8.0 bc	35.8 a	9.9 b	24.7 a
Machine (omega)	42.0 b	3.1 c	21.0 b	17.9 a	1.8 b
(p value)	0.0215	0.0081	0.0406	< 0.0001	0.0013

<sup>z</sup> Means followed by the same letter are not significantly different using Duncan's multiple range test,  $P \leq 0.05$ .

<sup>y</sup> That was investigated only the nursery stocks that grafting was succeed among 54 grafting seedling (1 replication), and that was sum of special grade, high grade, and middle grade.

<sup>x</sup> Special grade (tree height was over 50 cm and shoot diameter was over 8.0 mm) high grade (tree height was over 50 cm and shoot diameter was 7.0-7.9 mm), middle grade (tree height was over 50 cm and shoot diameter was over 6.0-6.9 mm), and low grade (tree height was under 50 cm or shoot diameter was under 6.0 mm, withered nursery). Low grade could not sale in the South Korea.

**Table 3. Expected yield of nursery stock for sale and expected yield of nursery tree per grade in the one year at 30-31 weeks after grafting (the end of November, before digging nursery stocks in the field) according to grafting methods of 'Campbell Early'/3309C grape nursery stocks**

Grafting methods	Expected yield of nursery stock for sale <sup>y</sup> (ea/year)	Expected yield of nursery stock per grade <sup>x</sup> (ea/year)			
		Special	High	Middle	Low
Tongue	3,775 b <sup>z</sup>	1,022 a	2,433 b	320 b	1,479 ab
Veneer	5,505 b	1,129 a	3,914 b	462 b	602 b
Cleft	4,902 b	730 a	3,268 b	904 b	2,255 a
Machine (omega)	12,748 a	941 a	6,374 a	5,433 a	577 b
(p value)	0.0090	0.5279	0.0086	< 0.0001	0.0261

<sup>z</sup> Means followed by the same letter are not significantly different using Duncan's multiple range test,  $P \leq 0.05$ .

<sup>y</sup> That was calculated by grafting speed of Fig. 1A x grafting hours per day (8 hours) x grafting days (7 days) x percentage yield of nursery stock for sale of Table 2.

<sup>x</sup> That was calculated by grafting speed of Fig. 1A x grafting hours per day (8 hours) x grafting days (7 days) x percentage of nursery stock per grade of Table 2.

불가능한 소 등급은 활접이 2,255개 정도로 절접과 기계접의 577~602개 대비 3.7~3.9배 정도 많았다(Table 3).

본 시험에서 혀접 및 활접의 소 등급 묘목 생산 비율이 절접 및 기계접보다 높았던 것(Table 2)은 포도나무 접수가 녹지(soft wood)일 경우에는 혀접, 접수가 숙지(hard wood)일 경우에는 오메가형 접목 기계로 접목하면 우량 포도 접목묘를 생산할 수 있었다는 보고[31], 대추(*Zizyphus jujuba* Mill.) 묘목의 경우 수고가 높을수록 주간 직경 비대량이 감소하였다는 보고[36] 및 혀접과 활접의 수고는 절접 및 기계접보다는 길었지만 신초 직경은 절접보다 얇았던 결과(Fig. 5)를 미루어 보아, 본 시험에서 숙지(hard wood)를 접수로 이용하였기 때문이거나 혹은 혀접과 활접의 왕성한 접수 부위 신초의 신장생장에 의해 부피생장(신초 직경)이 상대적으로 감소하였기 때문으로 생각되었다. 이는 본 시험 혀접과 활접의 소 등급 묘목들은 대다수가 수고는 60 cm를 넘었으나 신초 직경이 6.0 mm를 넘지 못하는 경우가 많았던 결과(자료 미제시)에서 확인할 수 있었다.

국내에서는 묘목 등급에 따라 가격 차이(2023년 기준 8,000~12,000원)가 있어(구두 확인), 판매가 가능한 묘목 생산 비율과 대 등급 이상의 묘목 생산 비율 측면을 고려하면 국내 '캠벨얼리'/3309C 포도 접삽묘목 생산에 가장 적합한 접목 방법은 혀접이라고 할 수 있었다(Table 2). 그러나 접목 속도와 판매가 가능한 묘목들의 생산량 측면을 고려하면 혀접은 접목 속도가 느리고(Fig. 4A), 판매가 가능한 묘목들의 예상 생산량은 오메가형 기계접 대비 1/4 수준으로 낮아(Table 3), 포도 접삽묘 생산업체 입장에서 혀접은 '캠벨얼리'/3309C 묘목 생산에 적합한 방법이라고 할 수 없었다. 즉, 포도 접삽묘 및 접삽묘 생산업체에서는 기계 접목을 하는 것이 경제적이라고 판단되었는데(Table 3), 이는 포도나무 접삽묘 생산의 경우 혀접이 가장 적합한 방법이라고 알려져 있음에도 불구하고[1,13,21], 유럽 접삽묘 생산업체에서는 오메가형 기계접이 보편화되어 있는 현실[12,30]과 유사하였다. 그러나 본 시험에서



오메가형 기계접은 대 등급 이상의 묘목 생산 비율이 25.1% 정도로 다른 접목 방법들의 43.8~60.5%보다 극히 낮아(Table 2), 묘목 등급별 가격 차이가 있는 국내에서 상업적으로 활용하기에는 더 많은 연구와 기술개발이 이루어져야 한다고 생각되었다.

한편, 국내 포도 접목묘 및 접삽목묘를 생산하는 농가에서는 세계 포도 주산지의 포도 접목묘 대량 생산업체들은 연간 100만 주 이상을 생산하지만, 국내에서는 연간 5~6만 주 정도 생산하는 업체가 대다수이므로 국내 여건상 오메가형 기계접이 경제적인 접목 방법이라고 할 수 없다고 주장한다. 이는 세계 포도 재배면적은 7,800,000 ha (18 million acres) 정도인데[3], 반해 국내 2023년 포도 재배면적은 14,000 ha 정도(농업관측센터, <https://aglook.krei.re.kr>) 밖에 되지 않을 정도로 국내 포도 묘목에 대한 수요가 적고, 오메가 기계접의 접목 성공률이 인력접목들보다 비교적 낮으며[31], 품종에 따라서는 판매가 가능한 묘목 생산 비율이 20~40% 정도로 떨어질 위험이 있기 때문이었다[12,30]. 따라서 국내 포도 접목묘 및 접삽목묘를 생산하는 농가에서는 국내 실정상 포도 접목묘 생산에 적합한 접목 방법은 절접이라고 주장한다. 본 시험 역시 절접은 인력접목 중 접목 속도가 빠르면서 판매가 불가능한 소 등급 묘목의 생산 비율 및 예측 생산량이 가장 적어(Fig. 4A, Table 3), 오메가형 기계접을 제외한다면 절접이 포도 ‘캠벨얼리’/3309C 접삽목묘 생산에 적합한 접목 방법이라고 할 수 있었다.

## 결론

본 시험은 포도 ‘캠벨얼리’/3309C 접삽목묘 생산에 적합한 접목 방법을 구명하고자, 4월 초순에 인력 접목(혀접, 절접, 할접)과 기계 접목(오메가형)으로 접목한 후 이들 묘목들의 접목 속도, 접목 성공률, 영양생장, 등급별 묘목 생산 비율을 조사하여 접목 방법별 판매가 가능한 묘목들의 연간 예측 생산량을 산출하였다. 그 결과를 접목 방법별로 종합해 보면, 혀접은 접목 성공률, 판매가 가능한 묘목의 생산 비율 및 특대 등급의 우량 묘목 생산 비율이 다른 접목 방법보다 높은 장점이 있었으나(Fig. 4B, Table 2), 접목 속도가 느리고 판매가 불가능한 소 등급 묘목의 생산 비율이 다른 접목들에 비해 높은 문제점이 있었다(Fig. 4A, Tables 2 and 3). 이에 반해 오메가형 기계접은 다른 접목 방법에 비해 접목 속도가 빠르고 판매가 가능한 묘목들의 예측 생산량이 높았으나(Fig. 4A, Table 3), 접목 성공률과 대 등급 이상의 우량 묘목 생산 비율이 크게 낮은 문제점이 있었다(Fig. 4B, Table 2). 할접은 판매가 불가능한 소 등급 묘목의 생산 비율 및 예측 생산량이 다른 접목 방법보다 높은 문제점이 있었다(Table 2).

절접은 인력접목 중에서 접목 속도는 가장 빠르지만 접목 성공률이 가장 낮은 문제점이 있었다(Fig. 1). 그러나 묘목 굴취(수확) 전 신초 직경이 가장 높아(Fig. 5B), 판매가 불가능한 소 등급 묘목의 생산 비율 및 예상 생산량이 다른 접목 방법에 비해 낮은 장점이 있었다(Tables 2 and 3). 또한, 통계적 유의차는 없었지만, 인력 접목 중 판매가 가능한 묘목 예측 생산량 및 대 등급 이상의 우량 묘목 예측 생산량이 높은 편이었다(Tables 2 and 3).

이상의 결과를 종합해 보면, 포도 재배 농가에서 보식 등을 위해 ‘캠벨얼리’/3309C 접삽목묘를 생산하는 경우에는 혀접이 적절한 접목 방법이라고 생각되었으며, 대규모로 ‘캠벨얼리’/3309C 접삽목묘를 생산하려는 농가 및 생산업체에서는 절접 혹은 오메가형 기계접이 적절한 접목 방법이라고 판단되었다.

**Data Availability:** All data are available in the main text or in the Supplementary Information.

**Author Contributions:** J.-H. Park designed and led to the experiment; G.-H. Park searched the reference, performed the statistical analysis; D.-H. Sagong wrote the first manuscript, revised the manuscript, provide critical feedback.

**Notes:** The authors declare no conflict of interest.

### Additional Information:

**Supplementary information** The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.5338/KJEA.2024.43.02>

**Correspondence and requests for materials** should be addressed to Dong-Hoon Sagong.

**Peer review information** Korean Journal of Environmental Agriculture thanks the anonymous reviewers for their contribution to the peer review of this work.

**Reprints and permissions information** is available at <http://www.korseaj.org>

## References

1. Kim JH, Kim JC, Ko KC, Kim KR, Lee JC (1998) Special Pomology, pp. 231-298, 1st edition, Hyangmoonsha Press, Seoul, Korea.
2. Singh N, Kaur G (2018) Study on time and method of grafting on the graft success in grape. *Journal of Krishi Vigyan*, 6(2), 87-90. <https://doi.org/10.5958/2349-4432.2018.00184.6>.
3. Jaleta A, Sulaiman M (2019) A review on the effect of rooting media on rooting and growth of cutting propagated grape (*Vitis vinifera* L). *World Journal of Agriculture and Soil Science*, 3(4), 1-8. <https://doi.org/10.33552/WJASS.2019.03.000567>.
4. Park SY, Kang NK, Hwang MJ, Kim EH, Kim SM, Lee JH, Lee SH, Nam JS (2021) Physicochemical properties and nutritional constituents of Sweet Sapphire and different grape cultivars grown in Korea. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 50(9), 943-949. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2021.50.9.943>.
5. Yun HK, Park KS (2007) Grape and grapevine rootstock breeding program in Korea. *International Journal of Plant Breeding*, 1(1), 22-26.
6. Kim MY, Cho KH, Chun JA, Park SJ, Kim SH, Lee HC (2017) Elimination of Grapevine fleck virus from infected grapevines 'Kyoho' through meristem-tip culture of dormant buds. *Journal of Plant Biotechnology*, 44(4), 401-408. <https://doi.org/10.5010/JPB.2017.44.4.401>.
7. Kim BM, Park JY, Jung MH, Park HS (2021) Axillary bud development of 'Shine Muscat' grapevine by treatment of 6-benzylaminopurine, spermidine, and light. *Korean Journal of Horticultural Science & Technology*, 39(5), 593-603. <https://doi.org/10.7235/HORT.20210053>.
8. Patil VN, Chauhan PS, Shivankar RS, Vilhekar SH, Waghmare VS (2001) Effect of plant growth regulators on survival and vegetative growth of grapevine cuttings. *Agricultural Science Digest*, 21(2), 97-99.
9. Shriram JM, Patil RA, Ghangale TS, Sumitha N, Ralebhat BN, Kate PA (2021) Effect of plant growth regulators on growth of grape rootstock. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 10(02), 728-737. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2021.1002.087>.
10. Sabir A (2011) Comparison of green grafting techniques for success and vegetative development of grafted grape cultivars (*Vitis* spp.). *International Journal of Agriculture and Biology*, 13(4), 628-630.
11. Dolgun O, Ulas SS, Teker T (2016) Determination of graft success of grape cultivars grafted on two different rootstock. *ACTA Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 15(4), 135-145.
12. Bekar T (2019) Grafting performance of some wine grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars grafted on different American grapevine rootstock. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(3), 5975-5985. [http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1703\\_59755985](http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1703_59755985).
13. Yim YJ (2015) *Fruit Science General*, pp. 103, 109, 1st edition, Hyangmoonsha, Seoul, Korea.
14. Roh JH, Yun HK, Park KS, Lee CH, Jeong SB (2003) *In vivo* evaluation of resistance of grape varietise to crown gall disease. *The Plant Pathology Journal*, 19(5), 235-238. <https://doi.org/10.5423/PPJ.2013.19.5.235>.
15. Hur YY, Choi YJ, Kim EJ, Yoon MS, Park YS, Jung SM, Noh JH, Park SJ, Ma KH, Park KS (2012) Analysis of genetic relationship of grape rootstock cultivars and wild vitis species using RAPD and SSR markers. *Korean Journal of Breeding Science*, 44(1), 19-28.
16. Provost C, Campbell A, Dumont F (2021) Rootstocks impact yield, fruit composition, nutrient deficiencies, and winter survival of hybrid cultivars in eastern Canada. *Horticulturae*, 7(8), 237-249. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7080237>.
17. Goldammer T (2018) *Grape Grower's Handbook: A Guide to Viticulture for Wine Production*, p. 29, 3rd edition, Apex Publishers, Centreville, VA, USA.
18. Loupfit G, Brocard L, Ollat N, Cookson SJ (2023) Grafting in plants: Recent discoveries and new applications. *Journal of Experimental Botany*, 74(8), 2433-2447. <https://doi.org/10.1093/jxb/erad061>.
19. White H, Whitelaw-Weckert M, Torley P (2015) Grapevine propagation: Principles and methods for the production of high-quality grapevine planting material. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 43(2), 144-161. <https://doi.org/10.1080/01140671.2014.978340>.
20. Rashedy AA (2016) Effect of pre-grafting incubation and grafted cuttings position grape grafting success. *Egyptian Journal of Horticulture*, 43(2), 225-240. <https://doi.org/10.21608/ejoh.2016.3547>.
21. Andrews PK, Marquez CS (1993) Graft incompatibility. *Horticultural Reviews*, 15(5), 183-232.
22. Adhikari PB, Xu Q, Notaguchi M (2022) Compatible graft establishment in fruit trees and its potential markers. *Agronomy*, 12(8), 1981-1996. <https://doi.org/10.3390/agronomy12081981>.
23. Abu-Qaoud H (1999) Performance of different grape cultivars for rooting and grafting. *An-Najah University Journal for Research*, 13, 1-8.
24. Kubota C, McClure MA, Kokalis-Burelle N, Bausher MG, Roskopf EN (2008) Vegetable grafting: History, use, and current technology status in North America. *HortScience*, 43(6), 1664-1669. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.43.6.1664>.

25. Jang Y, Mun B, Choi CS, Um Y, Lee SG (2014) Graft-take and growth of grafted pepper transplants influenced by the nutrient and irrigation management of scion and rootstock before grafting. *Protected Horticulture and Plant Factory*, 23(4), 364-370. <http://dx.doi.org/10.12791/KSBEC.2014.23.4.364>.
26. Choi GH, Lim MY, Kim SH, Jeong HJ, Choi SH (2021) Comparison of adaptability of tomato rootstocks and growth of seedlings and grafting tomato plants in hydroponics. *Journal of Agriculture & Life Science*, 55(1), 19-25. <https://doi.org/10.14397/jals.2021.55.1.19>.
27. Kang DH, Lee SY, Kim JK, Park MJ, SonJK, Yun SW (2019) Development of an automatic grafting robot for fruit vegetables using image recognition. *Protected Horticulture and Plant Factory*, 28(4), 322-327. <https://doi.org/10.12791/KSBEC.2019.28.4.322>.
28. Yan G, Feng M, Lin W, Huang Y, Tong R, Cheng Y (2022) Review and prospect for vegetable grafting robot and relevant key technologies. *Agriculture*, 12(10), 1578-1596. <https://doi.org/10.3390/agriculture12101578>.
29. Liang H, Zhu J, Ge M, Wang D, Liu K, Zhou M, Sun Y, Zhang Q, Jiang K, Shi X (2023) A comparative analysis of the grafting efficiency of watermelon with a grafting machine. *Horticulturae*, 9(5), 600-614. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9050600>.
30. Karabulut B, Çelik H (2022) Determination of grafting success and carbohydrate distributions of foxy grape (*Vitis labrusca* L.) varieties grafted on different American grape rootstocks. *Horticulturae*, 8(10), 949-957. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8100949>.
31. Çelik H (2000) The effects of different grafting methods applied by manual grafting units on grafting success in grapevines. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24(4), 499-504.
32. Mazzon S, Salvador E, Bortolussi G, Piccinin M, Zanatta G (2006) Robograpes: A fully automated machine for grafting vine cuttings. *IFAC Proceedings Volumes*, 39(3), 173-178. <https://doi.org/10.3182/20060517-3-FR-2903.00103>.
33. Sun Q, Zhao D, Wang C, Zhao Y (2014) Design of a sapling branch grafting robot. *Journal of Robotics*, 2014, 604746. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/604746>.
34. Moon W, Lee JW, Cheon CH (2010) *General Horticulture*, pp. 128-135, 1st edition, Korea National Open University Press. Seoul, Korea.
35. Kim TS, Lee HJ, Kim YK, Kim KS, Oh W (2021) *Horticultural Crop Science II*, pp. 117-118, 1st edition, Korea National Open University Press. Seoul, Korea.
36. Verma SK, Singh SK, Kumar A (2018) Evaluation of different grafting methods in grapes cv. Pusa Urvashi. *International Journal of Agricultural Invention*, 3(1), 105-107. <https://doi.org/10.46492/IJAI/2018.3.1.22>.
37. Cho LH, Sagong DH (2021) Establishment of heading-back pruning severities of trunk at planting in the one-year-old 'Daeneung' Jujube whip nursery tree. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 40(2), 73-82. <https://doi.org/10.5338/KJEA.2021.40.2.9>.