

桃砧木 GF677 无糖组培生根 关键影响因素研究

张雪冰, 王 鸿, 杨 阳, 张 帆
(甘肃省农业科学院林果花卉研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 解决桃重茬问题对老桃园的更新改造具有重大意义, 通过添加不同浓度的改良 QL 营养液、添加不同浓度 IBA 和利用不同基质配方对抗重茬优良砧木品种 GF677 进行无糖组培生根的影响试验, 同时进行了传统组培生根和无糖组培生根的对比试验。结果表明, GF677 无糖组培使用浓度为 50.00% 改良 QL 营养液时生根效果最佳, 生根率高达 96.67%, 生根数为 3.6 根, 根长为 3.45 cm; 当在营养液中添加的 IBA 浓度为 1.25 mg/L 时生根效果最佳, 生根率高达 96.67%; 生根数为 4.13 根, 根长为 3.60 cm; 基质配方使用纯蛭石时生根效果最佳, 生根率高达 93.33%, 生根数为 3.80 根, 根长为 3.50 cm。同时还可以看出, 无糖组培的生根率较传统组培大体均有所增加, 其中以 IBA 浓度为 1.25 mg/L 时无糖组培的生根率最高, 较传统组培差异达显著水平。桃砧木 GF677 无糖组培的移栽成活率为 92.6%, 较传统组培增加 4.6 个百分点。由此可见, 合理利用无糖组培生根的关键因子(营养液、IBA 浓度、基质配方)能使桃砧木 GF677 生根率及成活率明显得到提高, 应大力推广应用。

关键词: 桃砧木; GF677; 无糖组培; 改良 QL 营养液; IBA; 基质; 生根率

中图分类号: S662.1

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2024)12-1135-05

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2024.12.011

Study on the Key Factors Affecting Rooting in Sugar-free Tissue Culture of Peach Rootstock GF677

ZHANG Xuebing, WANG Hong, YANG Yang, ZHANG Fan

(Institute of Fruit and Floriculture Research, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: Addressing the issue of peach heavy stubble is of great significance for the renewal and transformation of old peach orchards. Peach rootstocks are the basis for peach tree grafting. To provide a scientific basis for the rapid propagation of replantation-resistant peach rootstocks using sugar-free tissue culture technology, experiments were conducted on effects of adding different concentrations of improved QL nutrient solution, various concentrations of IBA, and different substrate formulations on the rooting of the superior GF677 rootstock. A comparative experiment between traditional tissue culture rooting and sugar-free tissue culture rooting was also carried out. Results showed that using 50.00% improved QL nutrient solution in sugar-free tissue culture resulted in the best rooting effect, with a rooting rate of 96.67%, an average of 3.6 in root number, and a root length of 3.45 cm. When the IBA concentration in the nutrient solution was 1.25 mg/L, the rooting effect was optimal, with a rooting rate of 96.67%, 4.13 in root number, and a root length of 3.60 cm. The best rooting effect was observed when pure vermiculite was used as the substrate, with a rooting rate of 93.33%, 3.80 in root number, and a root length of 3.50 cm. Additionally, it was found that the rooting rate in sugar-free tissue culture was generally higher than that in the traditional tissue culture, with the highest rooting rate occurring at 1.25 mg/L IBA, which showed a significant difference compared to traditional tissue culture. The transplant survival rate of GF677 peach rootstock in sugar-free tissue culture was 92.6%, which was an increase of 4.6 percentage points over the traditional tissue culture. Therefore, the rational use of key factors for sugar-free tissue culture rooting (nutrient solution, IBA concentration, and substrate formulation) can significantly improve the rooting rate and survival rate of GF677 peach rootstock, and should be widely promoted and applied.

Key words: Peach rootstock; GF677; Sugar-free tissue culture; Improved QL nutrient solution; IBA; Substrate; Rooting rate

收稿日期: 2024-07-01; 修订日期: 2024-08-02

基金项目: 甘肃省农业科学院中青年基金项目(2022GAAS51); 国家桃产业技术体系(CARS-30)。

作者简介: 张雪冰(1990—), 女, 甘肃成县人, 助理研究员, 硕士, 主要从事种苗的组培快繁体系研究工作。Email: 460332042@qq.com。

通信作者: 王 鸿(1973—), 男, 甘肃灵台人, 研究员, 博士, 硕导, 主要从事果树栽培和育种及生理生态研究工作。Email: wanghong@gsagr.ac.cn。

桃树繁殖方法主要有砧木嫁接育苗、扦插育苗和组培快繁育苗^[1]。实生砧木嫁接育苗是我国目前主要的桃苗繁育方法,实生苗根系发达,育苗简单,已广泛应用于桃苗木的生产。但实生砧木生产周期长,效益低,出苗整齐度差,且适应性不一,不适用于规范化建园^[2-3]。桃不耐重茬,在老桃园继续栽种会出现再植病,严重影响日后的树体生长、产量和品质。桃砧木是桃品种嫁接的基础,解决桃重茬问题对老桃园的更新改造具有重大意义,而利用抗重茬的优良砧木品种 GF677 则是解决桃重茬的有力措施之一。

目前利用种质纯净、生长整齐、能保持优良性状的无性系砧木能够有效填补实生砧木的缺陷^[3-5]。通过扦插等传统方法以外,组织培养技术是最常用也是最有效的繁殖方法。其中扦插技术生根率较低,扦插后的环境因素如光强、温度、湿度、通气等不易控制,而且高湿度下枝条容易产生病害,需要配备专门的育苗场地以及人员,管理难度大,成本高^[6-7]。虽然组织培养育苗能够保持母株的优良特性,在短时间内提供大量优质、无毒苗木,且可以实现周年生产^[1]。但与其他植物组织培养一样,培养过程中出现的褐化、污染、生根率低和移栽成活率低也是该技术在桃组织培养研究中亟待解决的问题。并且,桃组培苗生根易受到生长素种类及浓度、体外培养时间、培养基类型、碳源等的影响^[8-10]。而在生根培养基上添加活性炭、间苯三酚、硫酸铵等对桃组培苗的生根效果在不同品种间差异较大^[8, 11-13],没有稳定的方法适用于所有桃组培苗的生根^[3]。无糖组培又叫光自养组织培养技术,是通过输入 CO₂ 气体代替传统植物组织培养中的糖作为碳源,促使组培苗由兼养型转为自养型,从而生产根系发达、生长健壮的苗木^[14]。并采用微环境控制技术,提供适宜植株生长的温度、湿度、光照、气体、营养等条件,使培养容器中的小植株在人工光照下,吸收 CO₂ 进行光合作用,是环境控制技术和组织培养技术的有机结合。因此,无糖组培技术的应用能够有效的解决了培养过程中出现的褐化、污染、生根率低和移栽成活率低等问题,且同时能够缩短了培养周期、降低培养成本,在植物工厂化和规模化生产中发挥更大的作用。为此,我们

通过改良 QL 营养液(甘肃省农业科学院林果花卉研究所研发)的不同浓度、添加不同浓度 IBA 以及不同基质配方对抗重茬的优良桃砧木品种 GF677 进行无糖组培生根的影响试验,旨在为无糖组培技术在桃砧木快速繁殖中的应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验用母树为甘肃省农业科学院林果花卉研究所桃砧木种质资源圃中的桃砧木品种 GF677。试验材料采用实验室常规组培苗,桃砧木 GF677 组培苗高度大于 1.5 cm 均可进行无糖组培生根试验。供试改良 QL 营养液由甘肃省农业科学院林果花卉研究所研发并提供。

1.2 试验方法

1.2.1 营养液浓度的筛选 试验设 4 个营养液浓度处理,分别为 100.0%、50.0%、25.0%、12.5% 改良 QL 营养液,将高度大于 1.5 cm 的 GF677 组培苗分别扦插于纯蛭石基质中,按试验设计浇灌不同浓度营养液(IBA 添加浓度为 1.25 mg/L)。每处理 6 瓶,每瓶扦插 5 株,40 d 后调查统计生根率、生根数、根长。

1.2.2 IBA 浓度的筛选 试验设 5 个 IBA 浓度处理,分别为 0.50、0.75、1.00、1.25、1.50 mg/L,将高度大于 1.5 cm 的 GF677 组培苗分别扦插于按试验设计添加 IBA 浓度的纯蛭石基质中,浇灌 50%改良 QL 营养液。每处理 6 瓶,每瓶扦插 5 株,40 d 后调查统计生根率、生根数、根长。

1.2.3 基质配方的筛选 试验设 4 个基质配方处理,分别为纯蛭石、纯草炭、纯珍珠岩、蛭石:草炭:珍珠岩=1:1:1(体积比),将高度大于 1.5 cm 的 GF677 组培苗分别扦插于浇灌 50%改良 QL 营养液、IBA 添加浓度为 1.25 mg/L 的不同配方的基质中,每处理 6 瓶,每瓶扦插 5 株,40 d 后调查统计生根率、生根数、根长。

1.2.4 传统组培生根和无糖组培生根的对比 试验设浇灌 50%改良 QL 营养液、传统营养液 2 种浇灌方式,IBA 添加浓度分别为 0.50、0.75、1.00、1.25、1.50 mg/L。将高度大于 1.5 cm 的 GF677 组培苗分别扦插于浇灌不同营养液并按试验设计添加 IBA 浓度的纯蛭石基质中,每处理 6 瓶,每瓶

扦插 5 株, 40 d 后调查统计生根率、生根数、根长。

1.3 数据处理

试验数据采用 Excel 软件进行整理, 并采用 SPSS18.0 统计软件进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同浓度改良 QL 营养液对 GF677 无糖组培生根的影响

从表 1 可以看出, 当使用改良 QL 营养液对砧木 GF667 进行无糖组培时, 随着改良 QL 营养液浓度的增加, 生根率、生根数、根长均呈先升高后降低的趋势, 且均以改良 QL 营养液浓度为 50% 时达到峰值, 即当改良 QL 营养液浓度为 50.0% 时, 无糖组培的生根情况最佳, 生根率最高, 达 96.67%, 与其余处理均差异显著; 生根数最多, 为 3.60 根, 与改良 QL 营养液浓度为 25.0% 的处理差异不显著, 与其余处理均差异显著; 根长最长, 为 3.45 cm, 与其余处理均差异显著。当改良 QL 营养液浓度为 25.0% 时, 无糖组培的生根情况较好, 生根率可达到 90.00%, 生根数为 3.30 根, 根长为 3.10 cm。因此, 在砧木 GF667 进行无糖组培苗生根时选用 50.0% 改良 QL 营养液最为适宜。

表 1 不同浓度改良 QL 营养液的无糖组培生根情况

改良 QL 营养液浓度 /%	生根率 /%	生根数 /根	根长 /cm
100.0	83.33 c	2.20 c	2.40 c
50.0	96.67 a	3.60 a	3.45 a
25.0	90.00 b	3.30 ab	3.10 b
12.5	86.67 bc	2.80 b	2.65 c

2.2 不同 IBA 浓度对 GF677 无糖组培生根的影响

从表 2 可以看出, 当在营养液中添加不同浓度 IBA 对砧木 GF667 进行无糖组培时, 随着 IBA 浓度的增加, 生根率、生根数、根长均呈先升高后降低的趋势, 且均以添加 IBA 浓度为 1.25 mg/L 时达到峰值。当营养液中添加 IBA 浓度为 1.25 mg/L 时, 无糖组培的生根情况最佳, 生根率最高,

表 2 添加不同 IBA 浓度的无糖组培生根情况

IBA 浓度 /(mg/L)	生根率 /%	生根数 /根	根长 /cm
0.50	66.67 d	2.25 d	2.00 d
0.75	76.67 c	2.60 d	2.50 c
1.00	90.00 b	3.30 c	3.00 b
1.25	96.67 a	4.13 a	3.60 a
1.50	93.33 b	3.92 b	3.30 ab

为 96.67%, 与其余处理均差异显著; 生根数最多, 为 4.13 根, 与其余处理均差异显著; 根长最长, 为 3.60 cm, 与添加 IBA 浓度为 1.50 mg/L 的处理差异不显著, 与其余处理均差异显著。当营养液中添加 IBA 浓度为 1.50 mg/L 时, 无糖组培的生根情况较好, 生根率为 93.33%, 平均生根数为 3.92 根, 平均根长为 3.30 cm。据此可以看出, 砧木 GF667 无糖组培苗生根时以营养液中添加 IBA 浓度为 1.25 mg/L 最为适宜。

2.3 不同基质配方对 GF677 无糖组培生根的影响

从表 3 可以看出, 使用不同基质配方对砧木 GF667 进行无糖组培时, 以扦插基质为纯蛭石时生根情况最佳, 其生根率最高, 为 93.33%, 较其余基质配方差异显著; 生根数最多, 为 3.80 根, 较其余基质配方差异显著; 根长最长, 为 3.50 cm, 较扦插基质为蛭石:草炭:珍珠岩为 1:1:1 (体积比) 的处理差异不显著, 较其余基质配方均差异显著。扦插基质为蛭石:草炭:珍珠岩为 1:1:1 (体积比) 时生根率和根长表现较好, 生根率较高, 为 86.67%, 根长为 3.2 cm。扦插基质为纯珍珠岩时, 生根数表现较好, 为 3.30 根。由此可以看出, 砧木 GF667 无糖组培苗扦插生根时以基质为纯蛭石最为适宜。

表 3 不同基质配方的无糖组培生根情况

基质配方	生根率 /%	生根数 /根	根长 /cm
纯蛭石	93.33 a	3.80 a	3.50 a
纯草炭	80.00 c	3.10 bc	2.95 b
纯珍珠岩	83.33 c	3.30 b	3.10 b
蛭石:草炭:珍珠岩=1:1:1(体积比)	86.67 b	2.90 c	3.20 ab

2.4 传统组培生根和无糖组培生根的对比

由图 1 可以看出, 分别在传统组培生根和无糖组培生根的营养液中添加不同的 IBA 浓度, 对桃砧木 GF677 生根有一定的影响, 当 IBA 浓度为 1.00 mg/L 时, 无糖组培与传统组培的生根率水平基本一致; IBA 浓度为 0.75 mg/L 时, 无糖组培的生根率较传统组培有所增加, 但二者差异不显著; 当 IBA 浓度为 0.50、1.25、1.50 mg/L 时, 无糖组培的生根率均高于传统组培, 且差异均达显著水平, 其中以 IBA 浓度为 1.25 mg/L 时无糖组培的生根率最高。从图 2 可以看出, 桃砧木 GF677 无糖组培的移栽成活率为 92.6%, 较传统组培的移栽成

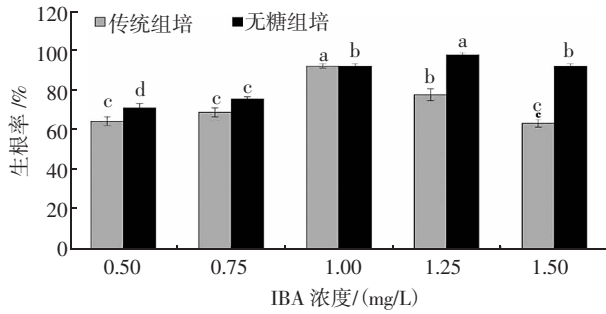


图1 添加不同浓度 IBA 时 GF677 传统组培与无糖组培的生根率

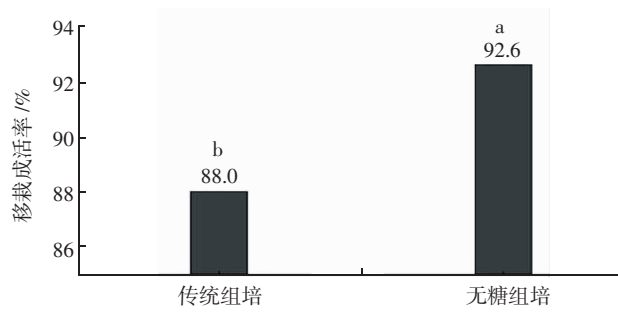


图2 GF677 传统组培与无糖组培的移栽成活率

活率(88.0%)增加 4.6 个百分点, 且增幅显著。

3 结论与讨论

试验结果表明, 桃砧木品种 GF677 进行无糖组培时, 使用浓度为 50.00 %改良 QL 营养液时生根效果最好, 生根率高达 96.67 %, 生根数为 3.6 根, 根长为 3.45 cm; 当在营养液中添加的 IBA 浓度为 1.25 mg/L 时生根效果最好, 生根率高达 96.67 %, 生根数为 4.13 根, 根长为 3.60 cm; 基质配方为纯蛭石时生根效果最好, 生根率高达 93.33 %, 生根数为 3.80 根, 根长为 3.50 cm。同时还可以看出, 分别在传统组培生根和无糖组培生根的营养液中添加不同的 IBA 浓度(0.50、0.75、1.00、1.25、1.50 mg/L) 对桃砧木 GF677 进行生根对比, 结果表明, 除当 IBA 浓度为 1.00 mg/L 时无糖组培与传统组培的生根率水平基本一致外, 其余 IBA 浓度处理下, 无糖组培的生根率均较传统组培有所增加, 其中以 IBA 浓度为 1.25 mg/L 时无糖组培的生根率最高, 较传统组培差异达显著水平。桃砧木 GF677 无糖组培的移栽成活率为 92.6%, 较传统组培的移栽成活率(88.0%)增加 4.6 个百分点, 且增幅显著。

关于桃的传统组培快繁技术方面已经有了许多研究和文献, 但对于桃无糖组培技术方面的报

道极为少见, 因此该试验的进行为桃的无糖组织培养技术提供了一定的参考依据。通过试验发现, 传统组培和无糖组培的培养方式下的桃砧木根系生长有着一定差异, 且无糖组培的桃砧木不但生根率高且根系茂盛且健壮, 几乎没有愈伤组织的出现, 这一试验结果与谢莹莹等^[15]对草莓无糖组培技术的研究一致。愈伤组织的存在不仅使得组培苗生长出的根系较细短, 而且其严重影响了其对水分和营养的吸收。由于传统组培的桃苗愈伤组织的出现, 会导致桃苗移栽后根部积水腐烂, 从而使得其移栽成活率和生长势明显不如无糖组培的桃苗, 在草莓的无糖组培技术研究也是如此^[15]。由于桃无糖组培生根其根系支撑物为蛭石, 它属于吸水性强的无机材料, 因此诱导出的组培苗根系健壮、根毛茂盛, 并且增强了幼苗对水分吸收的能力, 所以在进行室外移栽时, 无糖组培苗根系对外界的适应能力较强, 则移栽成活率高于传统组培苗。此外, 无糖组培以 CO₂ 代替糖让植株进行光合作用的自养生长, 减少了微生物的侵害, 因此无糖组培比传统组培更适合用于生产, 这与刘雅琪^[16]的研究结果相一致。

在无糖组织培养技术上, 对桃无糖组培方面报道几乎没有见到, 但近年来对蓝莓、石榴、猕猴桃、茶树、苹果等都有不少关于无糖组培技术方面的研究报道及技术应用^[17-21]。所以在无糖生根过程中, 该试验还进行了无糖生根条件的筛选。试验结果表明, 使用蛭石作为桃无糖生根的基质时, 其生根率最高, 这与袁振等^[22]对欧李进行无糖生根培养和谢莹莹等^[15]对草莓的无糖组培研究结果一致。且与生根培养相比, 无糖培养用蛭石代替了价格高的琼脂粉, 每盒可以生产几十株, 因此, 降低了生产成本。另外, 该试验还未涉及培养温湿度、光质、光强及 CO₂ 浓度等环境因子的筛选试验, 因此, 这些方面也可作为后续研究的一个重点。

无论是传统组培还是无糖组培, 组培苗移栽都是组织培养的最后一步。传统组培苗在移栽长时间处于密闭的组培瓶内, 所以移栽前必须炼苗使得组培苗适应外界环境。在这一驯化炼苗的过程中就会淘汰一些对外界环境的适应较弱, 植株质量较脆弱的组培苗。经炼苗完成后再移栽, 整

个过程结束移栽成活率就不会太高。而无糖组培技术, 为组培苗提供的生存环境与自然环境相近, 且植株本身就是通过光合作用进行自养生长, 所以提高了植株的环境适应能力。因此, 无糖组培苗无需经过炼苗阶段就可直接进行移栽, 且成活率也较高, 同时还极大程度地减少了移栽成本与时间。

综上所述, 该研究结果表明, 利用无糖组培技术能使桃砧木 GF677 生根率及成活率显著提高, 同时能够缩短培养周期、降低培养成本, 为生产提供了依据, 在植物工厂化和规模化生产中发挥更大的作用。

参考文献:

- [1] 姜 林, 张翠玲, 邵永春, 等. 国内外桃树育苗技术研究进展[J]. 北方果树, 2011(2): 1-5.
- [2] 姜 林, 张翠玲, 于福顺, 等. 我国桃育苗的现状与发展建议[J]. 北方园艺, 2012(18): 214-216.
- [3] 刘福云, 孙怡婷, 徐一超, 等. 山桃组培苗无糖生根培养研究[J]. 陕西农业科学, 2022, 68(5): 54-59.
- [4] 张 帆, 王 鸿, 陈建军, 等. 桃无性系砧木不定根形成影响因子研究[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(1): 59-65.
- [5] 王 鸿, 张 帆, 张雪冰, 等. 不同桃自根砧对于旱胁迫的生理响应及抗逆机理研究[J]. 寒旱农业科学, 2022, 1(1): 66-72.
- [6] 郑先波, 李 明, 王 昊, 等. 埋干幼化对新疆毛桃扦插生根的影响[J]. 河南农业大学学报, 2017, 51(1): 19-24.
- [7] 孙淑霞, 陈 栋, 余国清, 等. 一种 GF677 桃砧木无性繁殖的方法: CN202010453844.7[P]. 2020-08-18.
- [8] PARK S H, ELHITI M, WANG H, et al. Adventitious root formation of in vitro peach shoots is regulated by auxin and ethylene[J]. Scientia Horticulturae, 2017, 226: 205-260.
- [9] ERFANI M, MIRI S M, IMANI A. In vitro shoot proliferation and rooting of Garnem rootstock as influenced by basal media, plant growth regulators and carbon sources [J]. Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology, 2017, 18(3&4): 101-109.
- [10] YOUNAS M, HAFEEZ-UR-RAHMAN H R, SIDDIQUI S U, et al. Effect of different carbon sources on *In vitro* shoot proliferation and rooting of peach rootstock GF 677[J]. Pakistan Journal of Botany, 2008, 40(3): 1129-1134.
- [11] FELEK W, MEKIBIB F, ADMASSU B. Micropropagation of peach, *Prunus persica* (L.) Batsch. cv. Garnem [J]. African Journal of Biotechnology, 2017, 16(10): 490-498.
- [12] 李洪雯, 刘建军, 邓家林, 等. 桃砧木 GF677 离体快繁技术体系研究[J]. 西北植物学报, 2008(11): 2226-2230.
- [13] SEPAHVAND S, EBADI A, KAMALI K, et al. Effects of myo-inositol and thiamine on micropropagation of gf677 (peach × almond hybrid)[J]. The Journal of Agricultural Science, 2012, 4(2): 275-280.
- [14] 黄丽娜, 陈清西. 园艺植物组培育苗技术研究进展[J]. 北方园艺, 2012(22): 184-188.
- [15] 谢莹莹, 黄 敏, 鲁峻宏, 等. ‘红颜’草莓无糖组培生根技术研究及移栽基质筛选[J]. 北方园艺, 2024(14): 18-26.
- [16] 刘雅琪. 茶树无糖组培生根繁育技术体系的优化[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2022.
- [17] 余宏傲, 谢志亮, 陈怡超, 等. 蓝莓开放式无糖组培技术体系建立[J]. 上海农业学报, 2024, 40(1): 17-24.
- [18] 戴含晶, 陈金鑫, 王 宁, 等. 石榴组培苗无糖培养条件的初步研究[J]. 安徽科技学院学报, 2023, 37(6): 35-40.
- [19] 王中月, 王 健, 张阿玲, 等. 无糖组培条件下猕猴桃茎尖快速生根试验[J]. 西北农业学报, 2023, 32(11): 1821-1830.
- [20] 刘雅琪, 左巧丽, 鲁占领, 等. 茶树无糖组织培养生根技术研究[J]. 现代农业科技, 2023(1): 1-4.
- [21] 徐一超. 苹果砧木无糖组培生根技术体系的建立[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2021.
- [22] 袁 振, 廖荣君, 邢 刚, 等. 欧李无糖组培生根研究[J]. 山东林业科技, 2020, 50(4): 39-42.