

‘杨氏金红50号’猕猴桃叶部组培育苗体系优化研究

杨迪¹, 龚爱姣², 田雨³, 张军^{4*}, 张乃群^{5*}, 刘天天⁶

(1. 商洛学院 商南林下立体种植县域科技创新试验示范站, 陕西商洛 726000;

2. 南阳科技职业学院, 河南南阳 474150; 3. 商南县青山镇农业综合服务中心, 陕西商洛 726302;

4. 商洛学院 生物医药与食品工程学院, 陕西商洛 726000; 5. 南阳师范学院 生命科学学院, 河南南阳 473061; 6. 南阳农业职业学院, 河南南阳 473000)

[摘要]为建立低成本的猕猴桃组培育苗体系, 推进组织培养技术在猕猴桃育苗领域的应用, 以‘杨氏金红50号’猕猴桃的叶片、叶柄为材料, 优化不定芽诱导的激素配比, 探索用普通商品白糖替代分析纯蔗糖的可行性。结果表明: 叶片、叶柄的适宜不定芽诱导培养基分别为MS+2.5 mg·L⁻¹ 6-BA +0.2 mg·L⁻¹ NAA、MS+2.0 mg·L⁻¹ 6-BA +0.4 mg·L⁻¹ NAA, 出芽率分别达86.96%、78.33%, 单外植体分化芽数量分别达4.29、2.89, 普通商品白糖可代替分析纯蔗糖作为培养基碳源进行不定芽诱导, 每升培养基可降低成本70.42%; 不定芽经生根培养及“7 d开盖炼苗+细沙过渡”后, 移栽成活率达100%。

[关键词]猕猴桃; 组织培养; 激素配比; 不定芽诱导

中图分类号: S663.4 文献标识码: A 文章编号: 1672-450X(2026)01-0040-06

Research on Optimization of *in vitro* Tissue Culture Seedling Cultivation System for Leaves and Petioles of *Actinidia chinensis* ‘Yangshi Jinhong 50’

YANG Di¹, GONG Aijiao², TIAN Yu³, ZHANG Jun^{4*}, ZHANG Naiqun^{5*}, LIU Tiantian⁶

1. Shangnan Underbrush Stereoscopic Planting County-level Science and Technology Innovation Experimental Demonstration Station, Shangluo University, Shangluo 726000, China;

2. Nanyang Vocational College of Science and Technology, Nanyang 474150, China;

3. Qingshan Town Agricultural Comprehensive Service Center of Shangnan County, Shangluo 726302, China;

4. College of Biopharmaceutical and Food Engineering, Shangluo University, Shangluo 726000, China;

5. College of Life Science, Nanyang Normal University, Nanyang 473061, China;

6. Nanyang Vocational College of Agriculture, Nanyang 473000, China

Abstract: To establish a low-cost tissue culture system for kiwifruit seedling production and promote the application of tissue culture technology in kiwifruit seedling breeding, the leaves and petioles of *Actinidia chinensis* ‘Yangshi Jinhong 50’ were used as materials to optimize the hormone ratio for adventitious bud induction and explore the feasibility of using ordinary commercial white sugar instead of analytical pure sucrose as the carbon source in the culture medium. The results showed that the suitable media for adventitious bud induction from leaves and petioles were MS + 2.5 mg·L⁻¹ 6-BA + 0.2 mg·L⁻¹ NAA and MS + 2.0 mg·L⁻¹ 6-BA + 0.4 mg·L⁻¹ NAA, respectively, with bud induction rates reaching 86.96% and 78.33%, and the number of differentiated buds per explant reaching 4.29 and 2.89, respectively. Ordinary commercial white sugar could replace analytical pure sucrose as the carbon source in the culture medium for adventitious bud induction, reducing the cost of each liter of culture medium by 70.42%. After rooting culture and "7-day lid opening hardening + fine sand transition", the transplanting survival rate of adventitious buds reached 100%.

Key words: *Actinidia chinensis*; tissue culture; hormone ratio; adventitious bud induction

收稿日期: 2025-10-29

基金项目: 陕西省科技厅项目(2022FP-33)

作者简介: 杨迪(1993-), 男, 博士, 研究方向为植物学。E-mail: nyyangdi@126.com

*通信作者: 张军(1987-), 男, 副教授, 博士, 研究方向为作物栽培学与耕作学。E-mail: bjzhangjun@126.com

张乃群(1964-), 男, 教授, 研究方向为植物学。E-mail: amazingdaliyang@163.com

我国是猕猴桃属 (*Actinidia*) 植物优势产区,亦是猕猴桃的原产地^[1]。据联合国粮农组织 (FAO) 2024 年 4 月的最新数据,截至 2022 年我国猕猴桃结果面积为 19.9 万 hm^2 ,年产量为 238 万 t,位居世界第一位^[2]。其中,中华猕猴桃 (*Actinidia chinensis*) 是猕猴桃属经济意义最大的种^[3],选育的品种涵盖绿肉、黄肉及红肉,深受消费者欢迎。猕猴桃雌雄异株,利用其种子繁殖易造成良种退化^[4],利用嫁接繁殖则易感染溃疡病^[5],且砧木选育相对滞后^[6]。因此,猕猴桃的良种推广备受限制。组织培养作为一种无性繁殖技术,在植物快繁体系建立、防止品种退化等方面发挥着重要作用^[7],可有效解决猕猴桃种子和嫁接繁殖的不足。目前,关于猕猴桃的组织培养研究日益深入,针对众多猕猴桃优良品种已建立了快繁体系 (如‘金桃’^[8]‘贵长’^[9]等),但是鲜见通过组织培养技术进行猕猴桃优良品种育苗的应用。究其原因,成本较高是关键问题之一。合理选择外植体和优化培养基配方可提高猕猴桃组织培养效率,也是降低成本的重要手段^[10]。

‘杨氏金红 50 号’ (‘Yangshi Jinhong 50’) 猕猴桃父本为中华雄性 13 号 (‘Zhonghuaxiongxing 13’),母本为‘红阳’ (‘Hongyang’) 猕猴桃,果实黄肉红心、风味佳。目前该品种已在国内 17 个省份推广,仅在河南省的南阳市和洛阳市推广面积就达 1 000 hm^2 ^[11],在国外也有 18 个国家推广,面积达 2 000 hm^2 ,并获美国、南非、新西兰、巴西品种专利保护^[12]。可见,该品种市场需求大,实现低成本的组织培养育苗将推动其育苗产业的发展。本课题组在前期建立了该品种基于带腋芽茎段的快繁体系,初步探索了叶片、叶柄的不定芽诱导^[13]。本研究进一步分析了该品种叶部不定芽诱导的适宜激素浓度配比,并探讨了用普通商品白糖代替分析纯蔗糖对叶部不定芽诱导的影响,旨在降低猕猴桃组织培养的成本,为猕猴桃快繁技术的应用提供科学支撑。

1 材料和方法

1.1 材料

筛选适宜激素配比时的外植体为‘杨氏金

红 50 号’猕猴桃健壮无菌苗的叶片、叶柄,不同碳源处理时的外植体为同一批不定芽转接过程中剪掉的叶片、叶柄。上述材料均取自南阳师范学院植物组织培养实验室。

1.2 方法

1.2.1 培养基和培养条件

基本培养基为 MS, pH 6.0, 琼脂量 6.5 g/L, 高压蒸气灭菌 (121 $^{\circ}\text{C}$, 0.1 Mpa, 20 min)。培养温度 (25 \pm 2) $^{\circ}\text{C}$, 光照: 黑暗 = 12 h: 12 h。

1.2.2 不定芽诱导及分化

叶片不定芽诱导选择 3 种 6-苄氨基腺嘌呤 (6-BA) 浓度 (1.5、2.0、2.5 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 和 2 种 α -萘乙酸 (NAA) 浓度 (0.1、0.2 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$), 共组合为 6 个处理; 叶柄不定芽诱导选择 3 个 6-BA 浓度 (1.0、2.0、3.0 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 和 2 个 NAA 浓度 (0.3、0.4 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$), 共组合为 6 个配方处理 (表 1), 上述处理均以分析纯蔗糖 (30 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) 为碳源。接种叶片时, 避开叶缘和主叶脉将叶片切成 1 cm \times 1 cm 的小叶块, 正面朝上、背面朝下置于培养基表面, 轻微按压。接种叶柄时, 将其切为 0.5 cm 的小段, 水平放置于培养基表面, 轻微按压。每个培养瓶中接种 2 个材料, 每个处理接种 15 瓶, 重复 3 次。接种后以天 (d) 为单位记录材料生长情况, 在不定芽诱导成功后计算出芽率、褐化率, 筛选适宜配方处理。

表 1 叶片、叶柄不定芽诱导植物生长调节剂配比

外植体	处理	生长调节剂配比	
		6-BA/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	NAA/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
叶片	1	1.5	0.1
	2	2.0	0.1
	3	2.5	0.1
	4	1.5	0.2
	5	2.0	0.2
	6	2.5	0.2
叶柄	7	1.0	0.3
	8	2.0	0.3
	9	3.0	0.3
	10	1.0	0.4
	11	2.0	0.4
	12	3.0	0.4

1.2.3 不同碳源诱导不定芽

经 1.2.2 部分筛选出适宜激素配比后, 将培养

基中的碳源由分析纯蔗糖(上海源叶生物科技有限公司,规格40元·500 g⁻¹),替换为等质量(30 g·L⁻¹)的普通商品白糖(福临门优质白砂糖,规格9.6元·405 g⁻¹),比较两种碳源下叶部不定芽诱导效果。每个培养瓶中接种2个材料,每个处理接种15瓶,重复3次。参考价格为2025年10月22日上海源叶生物科技有限公司及京东超市的报价。

1.2.4 不定芽生根、炼苗及移栽

筛选出碳源后,在超净工作台中将基于叶片、叶柄诱导出的不定芽切下进行生根培养。生根培养基配方参考本课题组的前期研究^[13],为1/2 MS+0.9 mg·L⁻¹ IBA,每瓶培养基接种1个芽,设3组重复,每组30瓶。生根培养结束后,先开盖炼苗7 d(设3组重复,每组20棵),再移至细沙中进行苗期过渡,最后移至大田种植。生根培养结束后统计生根条数、根长,计算生根率;炼苗和大田栽植后计算成活率。

细沙过渡的方法^[13]:将开盖炼苗后的组培苗从培养瓶中取出,洗净粘连的培养基(不要损伤根系),再用透明的瓶子装入细沙,同时将洗净的

组培苗植于其中,适度喷水润湿细沙,于室内自然温度和光照下生长7 d,随后移到室外,充分接触阳光和外界环境,透过透明瓶子观察根系变化,根系发育健壮后可移栽至大田。

1.3 数据处理

试验结果用 Excel 2021、SPSS 22.0、GraphPad Prism 9.5.0 软件进行数据整理与分析。

出芽率/%=诱导出芽的外植体数/接种的外植体总数×100;褐化率/%=出现褐化的叶片数/接种的外植体总数×100;生根率/%=生根的不定芽数/接种的不定芽总数×100;成活率/%=成活的组培苗数/炼苗(移栽)的组培苗总数×100

2 结果与分析

2.1 不同激素配比下叶片的不定芽诱导及分化

叶片接种15 d后,叶块呈不规则变大,中部向上微凸;接种21 d后,叶块切口处出现不定芽点萌动;接种28 d后,芽点长出嫩绿的不定芽。至49 d,不定芽持续保持旺盛长势,颜色由嫩绿逐步变为深绿(图1a-b)。

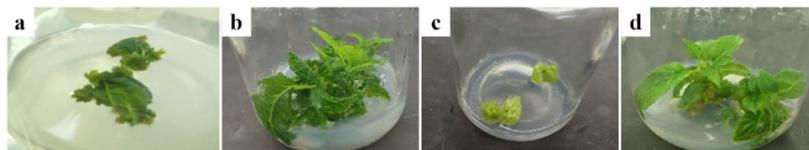


图1 叶片和叶柄的不定芽诱导

由表2可知,6个处理下叶片的出芽率为37.93%~86.96%、褐化率为11.67%~56.67%,单个叶片分化的不定芽数为2.10~4.29。随着NAA浓度的升高(0.1 mg·L⁻¹增加至0.2 mg·L⁻¹),1.5、2.0 mg·L⁻¹ 6-BA浓度下叶片的出芽率下降,褐化率升高;2.5 mg·L⁻¹ 6-BA浓度下,叶片的出芽率和单个叶片分化的不定芽数升高,褐化率下降。其中,MS+2.5 mg·L⁻¹ 6-BA +0.2 mg·L⁻¹ NAA处理下叶片的出芽率显著高于其他处理($P<0.05$),单个叶片分化的不定芽数最高,褐化率最低,是叶片不定芽诱导的适宜培养基配方。

2.2 不同激素配比下叶柄的不定芽诱导及分化

叶柄接种15 d后,两端开始膨大,整体似哑铃状;21 d左右可观测到有芽点出现;28 d左右不定芽普遍长出,随后芽的绿色逐步加深,芽高逐步增加,叶片逐步舒展开,长出的不定芽长势良好且健壮(图1c-d)。

由表3可知,6个处理下叶柄的出芽率为43.33%~78.33%,无褐化现象,单个叶柄分化的不定芽数为2.04~2.89。在6-BA浓度不变的情况下,NAA浓度由0.3 mg·L⁻¹增加至0.4 mg·L⁻¹,含

1.0、2.0 mg·L⁻¹ 6-BA 的组合叶柄的出芽率上升,含 3.0 mg·L⁻¹ 6-BA 的组合叶柄的出芽率和单个叶柄分化的不定芽数下降。其中,MS+2.0 mg·L⁻¹ 6-BA

+0.4 mg·L⁻¹ NAA 的叶柄出芽率和单个叶柄分化的不定芽数最高,是叶柄不定芽诱导适宜培养基。

表 2 6-BA 与 NAA 的不同浓度组合对诱导叶片不定芽的影响

处理	6-BA/ (mg·L ⁻¹)	NAA/ (mg·L ⁻¹)	褐化率/%	出芽率/%	单个叶片分化的不定芽数
1	1.5	0.1	23.33±6.67b	69.64±2.66b	3.15±0.02d
2	2.0	0.1	54.44±5.85a	44.12±1.84c	3.00±0.05e
3	2.5	0.1	26.67±1.67b	63.46±5.75b	4.06±0.05b
4	1.5	0.2	28.33±3.33b	63.46±3.39b	3.88±0.05c
5	2.0	0.2	56.67±5.00a	37.93±3.13d	2.10±0.04f
6	2.5	0.2	11.67±3.33c	86.96±1.33a	4.29±0.03a

注: 同列不同小写字母表示存在显著差异 ($P < 0.05$), 下同。

表 3 6-BA 与 NAA 的不同浓度组合对诱导叶柄不定芽的影响

处理	6-BA/ (mg·L ⁻¹)	NAA/ (mg·L ⁻¹)	褐化率/%	出芽率/%	单个叶柄分化的不定芽数
7	1.0	0.3	0	67.24±6.84b	2.87±0.05a
8	2.0	0.3	0	43.33±1.79c	2.85±0.03a
9	3.0	0.3	0	71.43±4.12ab	2.75±0.02b
10	1.0	0.4	0	78.33±1.71a	2.04±0.03d
11	2.0	0.4	0	78.33±4.46a	2.89±0.04a
12	3.0	0.4	0	64.06±4.65b	2.24±0.04c

2.3 不同碳源条件下叶部的不定芽诱导及分化

基于前期筛选出的适宜激素配比,以分析纯蔗糖和普通商品白糖两种碳源培养叶片和叶柄。叶片培养基为 MS+2.5 mg·L⁻¹ 6-BA +0.2 mg·L⁻¹ NAA,叶柄培养基为 MS+2.0 mg·L⁻¹ 6-BA +0.4 mg·L⁻¹ NAA。培养叶片时,二者出芽率无显著差

异,碳源为普通商品白糖的褐化率显著低于分析纯蔗糖;培养叶柄时,出芽率和褐化率(叶柄在两种碳源下均未出现褐化现象)均无显著差异(图 2)。因此,采用普通商品白糖代替分析纯蔗糖进行叶片和叶柄的不定芽诱导是可行的。此外,30 g 分析纯蔗糖为 2.40 元,30 g 普通商品白糖为 0.71 元,折算下来每升培养基可节省 70.42% 的成本。

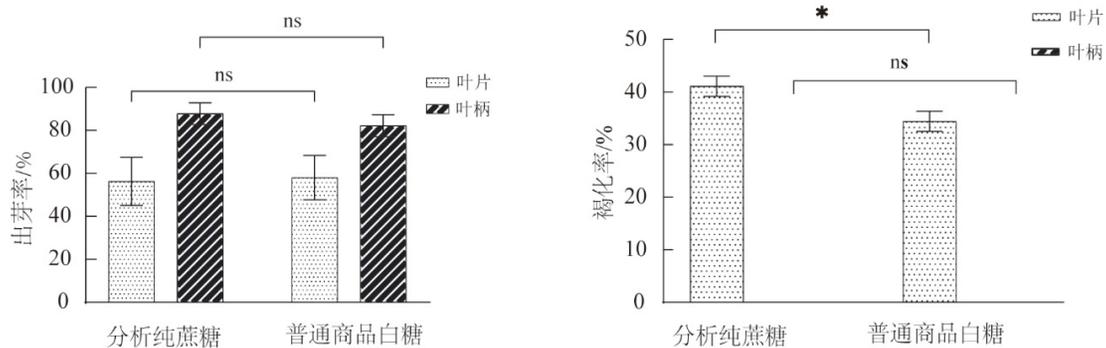


图 2 分析纯蔗糖与普通商品白糖对叶片、叶柄诱导不定芽的影响

注: ns 表示无显著差异, *表示具有显著差异 ($P < 0.05$)。

2.4 不定芽生根、炼苗及移栽

不定芽接种至 1/2 MS+0.9 mg·L⁻¹ IBA 培养基,得愈伤组织块直径为 1.1 cm,生根率为 100%,平

均根长为 3.2 cm,平均生根数量为 12.6 条(图 3a)。7 d 室内开盖炼苗后,成活率达 100%(图 3b)。炼苗后成活的苗移至细沙过渡(图 3c),室

内培养阶段部分苗的叶片会干枯或脱落,顶芽或侧芽会萌发出新叶,呈现新旧更替,也有一部分苗直接成活;室外培养阶段,阳光强烈时瓶内水分易蒸发,需及时喷洒补水,保持沙湿润但不能

积水,苗适应自然环境后,根系生长变化明显。28 d左右透过组培瓶可观察到发达的根系布满整个瓶子。此时,将组培苗移栽至大田种植,成活率达100%(图2d)。



a. 生根培养; b. 开盖炼苗; c. 细沙炼苗; d. 大田移栽。

图3 不定芽的生根、炼苗及移栽

3 讨论与结论

用叶片、叶柄直接诱导产生不定芽,进而获得完整植株,可缩短繁殖周期,降低愈伤组织形成过程中发生遗传变异的风险^[14]。本研究中对‘杨氏金红50号’猕猴桃的叶片、叶柄进行了生芽诱导,获得了较好的效果,但叶片接种后褐化率较高,这可能与叶片器官自身结构有关。中华猕猴桃叶片纸质,而组培苗的叶片更为幼嫩脆弱,在切割时易受接种器械损伤,植物组织受伤会分泌酚类物质,氧化后呈褐色,创伤面积大则易形成不可逆的褐化,最终导致叶片组织死亡。吴秀华等^[14]发现‘海沃德’猕猴桃继代增殖时第一代增殖系数最高的组合为 $3.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} 6\text{-BA} + 0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{NAA} + 0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3$,第二代增殖系数最高的组合为 $1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} 6\text{-BA} + 0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{NAA} + 0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3$,第三代增殖系数最高的组合为 $1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} 6\text{-BA} + 0.4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{NAA} + 0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3$ 。江宇慧、李卓穗等^[15-16]也指出,在多次继代培养后,外植体在形态、生理、生化、转录组层面均会表现出退化,对外源植物生长调节剂的敏感性降低,需要调整植物生长调剂配比来保证外植体增殖。课题组前期在猕猴桃叶部培养中发现同一浓度配比的“6-BA+NAA”组合与“6-BA+IBA”组合比较,前者褐化率更低,出芽率普遍更高,而叶片培养时6-

BA、NAA的适宜浓度分别为 $2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,叶柄培养时6-BA、NAA的适宜浓度分别为 $2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ^[13]。本研究基于前期结果,发现叶片培养时 $2.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 6-BA较为适宜,叶柄培养时 $0.4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NAA较为适宜,与前期研究存在差异,两次试验选择的外植体继代次数不同可能是导致结果不一致的主要原因。

组织培养成本问题是组织培养育苗推广的重要限制因素。普通商品白糖相较于分析纯蔗糖市场价较低,易于购买。在本研究中,利用白糖代替蔗糖进行叶片、叶柄培养,不定芽诱导率在统计学上不存在显著差异,折算每升培养基可节省70.42%的成本,是良好的替代方案。

组培苗成活率是组织培养育苗推广的又一限制因素,为取得较高的成活率,组培苗在移栽时基质选择至关重要。赵许朋等^[4]移栽‘贵长’猕猴桃组培苗时先开盖炼苗7 d,再清洗净根部培养基移栽至珍珠岩和土壤比例为1:4的基质,成活率98%。郑崇沛^[17]移栽‘贵红2号’猕猴桃组培苗时先在培养室内开盖炼苗2 d,再移栽至消毒基质(草炭:园土:珍珠岩=1:1:1)中,成活率达到80%。本研究采用“7 d组培室开盖炼苗+细沙过渡”方式,“组培室-常温室-室外”逐步增强‘杨氏金红50号’猕猴桃组培苗对昼夜交替、气温、湿度变化的适应性,前期培养基可提供营养,后期

细沙缝隙大,透气性好,根系呼吸及吸收作用不受影响,利于根系发育,用透明容器利于观测根系生长变化并选择合适的大田移栽状态,移栽成活率达100%,整体上操作简便,效果较好。

综上所述,利用叶片、叶柄可有效建立猕猴桃良种的无性快繁体系。叶片、叶柄适宜的不定芽诱导培养基分别为MS+2.5 mg·L⁻¹ 6-BA +0.2 mg·L⁻¹ NAA、MS+2.0 mg·L⁻¹ 6-BA +0.4 mg·L⁻¹ NAA。以普通商品白糖代替分析纯蔗糖作为碳源,在降低成本的同时不会影响叶部不定芽的诱导。组培苗经细沙过渡炼苗后长势旺,移栽成活率可达100%。此外,本研究发现不同继代次数会影响‘杨氏金红50号’猕猴桃叶部对植物生长调节剂的响应,后续研究会进行系统试验来解释这种现象。

参考文献:

- [1] LU XM, WANG YC, LIU C, et al. Full-scale genetic pattern and environmental association of *Actinidia chinensis* populations across ten mountain systems in China, and its significance for conservation [J]. *Tree Genetics and Genomes*, 2023, 19: 52.
- [2] 李大卫, 黄文俊, 钟彩虹. 中国猕猴桃产业现状及“十五五”发展建议 [J]. *果树学报*, 2024, 41(11): 2149-2159.
- [3] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社, 1993: 195-196.
- [4] 赵许朋, 赵晓朋, 施豪, 等. ‘贵长’猕猴桃叶片高效直接再生体系的建立 [J]. *中国生物工程杂志*, 2018, 38(10): 48-54.
- [5] 李春辉, 刘锋, 向绍鹏, 等. 猕猴桃溃疡病综合防治技术 [J]. *中国植保导刊*, 2024, 44(2): 61-64.
- [6] 唐玲玲, 向小奇, 杨江平, 等. ‘LD-1’砧米良一号猕猴桃的耐涝性 [J]. *广西植物*, 2016, 36(6): 646-650.
- [7] 李孟悦, 刘柳, 刘艳, 等. 毛报春 (*Primula × pubescens*) 腋芽再生组织培养体系的建立 [J]. *植物学报*, 2021, 56(6): 732-739.
- [8] 辛纳慧. 海沃德和金桃猕猴桃组培快繁技术研究 [D]. 南阳: 南阳师范学院, 2022.
- [9] ZHONG WM, ZHOU JL, TANG DM, et al. Establishment of tissue culture system of *Actinidia deliciosa* Cultivar ‘Guichang’ [J]. *Journal of Chemistry*, 2021, 9: 9951949.
- [10] 吕海燕, 李大卫, 田华, 等. 软枣猕猴桃组培工厂化生产育苗成本核算 [J]. *湖北林业科技*, 2021, 50(5): 39-43.
- [11] 李灿, 魏金成, 焦汇民, 等. 中华猕猴桃新品种‘杨氏金红50号’在河南的引种表现及关键栽培技术 [J]. *中国果树*, 2020(2): 110-112.
- [12] 中国工业新闻网. 从田埂少年到“黄金芯片”缔造者以一颗“金果”叩响世界大门 [EB/OL]. 2025-05-21. <https://www.cinn.cn/2025/05-21/Zr5yKzNr.html>.
- [13] 杨迪. ‘杨氏金红50号’猕猴桃组织培养工厂化育苗关键技术研究 [D]. 南阳: 南阳师范学院, 2019.
- [14] 吴秀华, 张艳玲, 周月, 等. ‘海沃德’猕猴桃叶片高频直接再生体系的建立 [J]. *植物生理学报*, 2013, 49(8): 759-763.
- [15] 江宇慧, 王萌, 陈雷, 等. 茅苍术组培苗继代过程的退化机制研究 [J]. *植物科学学报*, 2025, 43(2): 273-282.
- [16] 李卓穗, 高一琳, 刘寒, 等. 二倍体青钱柳愈伤组织诱导及次生代谢物积累 [J]. *植物研究*, 2025, 45(4): 533-545.
- [17] 郑崇沛. ‘贵红2号’猕猴桃离体快繁体系的建立 [D]. 贵阳: 贵州大学, 2024.