

‘蜘蛛网’八角金盘锦化稳定性研究

吕秀立*, 陈香波*, 张 琪#

上海市园林科学规划研究院, 植物研究所, 上海

收稿日期: 2025年5月14日; 录用日期: 2025年7月11日; 发布日期: 2025年7月23日

摘 要

‘蜘蛛网’八角金盘是近年非常受欢迎的锦化植物, 已广泛应用于家庭园艺, 并逐渐用于绿化工程中, 种苗繁殖主要依靠组织培养, 但繁殖过程中容易退锦。本文从组培繁殖的五个主要方面(母株年龄、激素浓度、光照强度、培养温度、移栽基质配比), 总结了‘蜘蛛网’八角金盘在组培生产过程中, 保持锦化稳定性的关键技术要点, 研究结果可为‘蜘蛛网’八角金盘及其它锦化植物的繁殖提供借鉴。

关键词

‘蜘蛛网’八角金盘, 锦化, 组培繁殖, 锦化稳定性

Study on the Color Stability of *Fatsia japonica* ‘Spider’s Web’

Xiuli Lv*, Xiangbo Chen*, Qi Zhang#

Plant Research Institute, Shanghai Academy of Landscape Architecture Science and Planning, Shanghai

Received: May 14th, 2025; accepted: Jul. 11th, 2025; published: Jul. 23rd, 2025

Abstract

The *Fatsia japonica* ‘Spider’s Web’ is a highly popular variegated plant in recent years. It has been widely used in home gardening and is gradually being applied in greening projects. Seedling propagation mainly relies on tissue culture, but variegation loss is likely to occur during the propagation process. This article summarizes the key technical points for maintaining variegation stability of the *Fatsia japonica* ‘Spider’s Web’ during the tissue culture production process from five main aspects of tissue culture propagation (age of the mother plant, hormone concentration, light intensity, culture temperature, and ratio of the transplantation substrate). Our research results can provide reference for the propagation of the *Fatsia japonica* ‘Spider’s Web’

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 吕秀立, 陈香波, 张琪. ‘蜘蛛网’八角金盘锦化稳定性研究[J]. 植物学研究, 2025, 14(4): 246-253.

DOI: 10.12677/br.2025.144028

and other variegated plants.

Keywords

Fatsia japonica ‘Spider’s Web’, Variegation, Tissue Culture Propagation, Variegation Stability

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

锦化是指植物的茎、叶等部位发生不规则的颜色改变[1] [2], 由于叶绿素减少, 植株的生长速度及繁殖能力下降, 在环境不适宜时容易退锦转为全绿, 观赏价值降低甚至完全丧失。‘蜘蛛网’八角金盘(*Fatsia japonica* ‘Spider’s Web’)系五加科八角金盘属一栽培变种, 叶片可以呈现出规则的白色花纹, 类似蜘蛛网(图 1(A)), 随着季节不同, 叶片上的斑纹也会出现变化, 是近些年非常受欢迎的锦化植物。国内引种至今已 10 年有余, 但未见结籽, 扦插成活率极低且穗条较少, 目前依赖植物组织培养技术扩繁数量。

常规八角金盘[3]和‘蜘蛛网’八角金盘的组培快繁技术已有报道[4] [5], 但报道中没有突出保持锦化的关键技术, 繁殖不当很容易退锦成为普通的全绿植株。笔者根据多年的繁殖经验, 总结了‘蜘蛛网’八角金盘保持锦化稳定性的关键要素, 以期为‘蜘蛛网’八角金盘及其它锦化植物的繁殖提供借鉴, 本文为锦化植物组培繁殖的首次报道。

2. 材料与方法

2.1. 试验材料

试验材料为锦化明显的‘蜘蛛网’八角金盘, 取样母株苗龄为 2 年生(图 1(A))。

2.2. 试验方法

‘蜘蛛网’八角金盘组培繁殖流程包括初代培养获得无菌材料、丛生芽增殖培养、单芽生根培养及生根苗出瓶移栽四个环节, 培养流程与数据统计处理方法与相关报道相同[6] [7], 在此不再赘述。

除特别说明之外, 各环节培养温度为 $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, 光照强度为 2000 Lx, 培养基均添加 3%蔗糖和 0.6%琼脂粉, pH 调为 5.8~6.0, 光照时间为 12 h/d。

本文所用参数计算方法如下:

萌发率 = (萌发数/接种数) $\times$ 100%; 锦化率 = (锦化数/接种数) $\times$ 100%;

增殖系数 = 增殖数/接种数; 锦化系数 = 锦化数/接种数; 移栽成活率 = 移栽成活数/移栽数 $\times$ 100%;

总体锦化系数 = 初代培养锦化率 $\times$ 增殖培养锦化系数 $\times$ 生根培养锦化率 $\times$ 移栽锦化率。

3. 试验结果

3.1. 初代培养

选择锦化程度高的茎段做外植体, 按常规方法修切并表面消毒后[8]-[10], 接种于不同激素浓度的初

代培养基中, 培养至第 15 d 时, 茎段腋芽部位开始膨大, 芽点冒出并慢慢展叶, 培养至第 30 d 时可以长成型态完整的无菌芽。新长成的无菌芽有的保持锦化状态, 有的则为全绿色, 在不同激素浓度的培养基中, 萌发数及锦化率差异显著(表 1), 培养至第 45 d 时无菌芽能长高至 1.5 cm, 具 3~5 张叶片。

统计结果显示, GA₃ 比 NAA 能明显打破腋芽的休眠, 促进外植体的萌发, 锦化率也比 NAA 高; 随着 6-BA 浓度的提高, 萌芽率随之提高, 但锦化率在 6-BA 浓度为 2.0 mg·L⁻¹ 时, 却呈现下降趋势。综合萌芽率及锦化率, ‘蜘蛛网’ 八角金盘筛选 MS + 6-BA 1.0 mg·L⁻¹ + GA₃ 0.2 mg·L⁻¹ 做为适宜的初代培养基, 萌发率可达到 55%, 锦化率可达到 25% (图 1(B))。

Table 1. Effects of different concentrations of hormone on the sterile seedings induction and splendid
表 1. 不同激素种类和浓度对无菌苗诱导及锦化的影响

Primary culture medium (mg·L ⁻¹)	Inoculated number	Germination number	Germination rate%	Splendid number	Splendid rate%
MS + 6-BA 0.5 + GA ₃ 0.2	20	5	25 ^D	3	15 ^B
MS + 6-BA 0.5 + NAA 0.2	20	2	10 ^E	1	5 ^D
MS + 6-BA 1.0 + GA ₃ 0.2	20	11	55 ^B	5	25 ^A
MS + 6-BA 1.0 + NAA 0.2	20	7	35 ^C	2	10 ^C
MS + 6-BA 2.0 + GA ₃ 0.2	20	13	65 ^A	3	15 ^B
MS + 6-BA 2.0 + NAA 0.2	20	11	55 ^B	2	10 ^C

^a 不同大写字母上标表示差异显著($P < 0.05$), 以下相同。

3.2. 增殖培养

3.2.1. 不同种类激素和浓度对无菌苗增殖及锦化的影响

丢弃全绿的无菌苗, 挑选锦化明显的无菌苗做增殖培养, 在设计培养基中, ‘蜘蛛网’ 八角金盘增殖率普遍较低, 这与母株生长慢, 分枝少的生物学特性有关。培养至第 45 d 统计, 原本锦化的无菌苗, 在增殖培养过程中, 继续有退锦现象(表 2)。随着细胞分裂素 6-BA 浓度的增加, 增殖系数略有提高, 但不同激素浓度对增殖数影响不显著, 增殖系数介于 1.75~2.10 之间。锦化系数在 6-BA 浓度为 1 mg·L⁻¹ 时, 达到最高为 1.5, 之后开始下降, 受激素浓度影响显著, 因此筛选 MS + 6-BA 1.0 mg·L⁻¹ + IBA 0.2 mg·L⁻¹ 为 ‘蜘蛛网’ 八角金盘适宜的增殖培养基。

Table 2. Effects of different concentrations of hormone on the sterile seedings multiplication and splendid
表 2. 不同种类激素浓度对无菌苗增殖及锦化的影响

Multiplication culture medium (mg·L ⁻¹)	Inoculated number	Multiplication number	Multiplication coefficient	Splendid number	Splendid coefficient
MS + 6-BA 0.5 + NAA 0.2	20	35	1.75 ^E	25	1.25 ^D
MS + 6-BA 1.0 + NAA 0.2	20	37	1.85 ^D	27	1.35 ^C
MS + 6-BA 2.0 + NAA 0.2	20	38	1.90 ^{CD}	22	1.1 ^E
MS + 6-BA 3.0 + NAA 0.2	20	41	2.05 ^{AB}	20	1.0 ^F

续表

MS + 6-BA 0.5 + IBA 0.2	20	34	1.70 ^{EF}	29	1.45 ^{AB}
MS + 6-BA 1.0 + IBA 0.2	20	35	1.75 ^E	30	1.5 ^A
MS + 6-BA 2.0 + IBA 0.2	20	39	1.95 ^C	25	1.25 ^D
MS + 6-BA 3.0 + IBA 0.2	20	42	2.10 ^A	21	1.05 ^{EF}

3.2.2. 不同光照强度对无菌苗增殖及锦化的影响

挑选生长一致的锦化无菌苗，培养于 MS + 6-BA 1.0 mg·L⁻¹ + IBA 0.2 mg·L⁻¹ 中，设置不同光照强度，发现不同光强对无菌芽增殖及锦化有影响(表 3)。当光照强度为 2000~2500 lx 时，锦化系数超过 1.5；光照增强虽然能提高增殖系数，但锦化系数开始下降，无菌苗出现泛黄现象；光照强度降低，增殖系数及锦化系数都开始下降，无菌苗长势衰弱。进一步筛选出适宜的光照强度为 2500 lx，锦化系数提高到 1.55，无菌苗生长正常。

Table 3. Effects of different illumination intensity on the sterile seedings multiplication and splendid
表 3. 不同光照强度对无菌苗增殖及锦化的影响

Illumination Intensity (lx)	Inoculated number	Multiplication number	Multiplication coefficient	Splendid number	Splendid coefficient	State of growth
1000	20	31	1.55 ^E	24	1.20 ^D	Weak growth
1500	20	30	1.50 ^{EF}	27	1.35 ^C	Weak growth
2000	20	35	1.75 ^C	30	1.50 ^{AB}	Vigorous growth
2500	20	34	1.70 ^{CD}	31	1.55 ^A	Vigorous growth
3000	20	40	2.00 ^A	29	1.45 ^{BC}	Aetiolation
4000	20	39	1.95 ^{AB}	25	1.25 ^{CD}	Aetiolation

3.2.3. 不同培养温度对无菌苗增殖及锦化的影响

锦化无菌苗培养于 MS + 6-BA 1.0 mg·L⁻¹ + IBA 0.2 mg·L⁻¹，光照强度为 2500 lx，当设置不同培养温度时，增殖系数及锦化系数也呈现出明显变化(表 4)。当培养温度为 15℃~20℃时，没有出现退锦现象；但培养温度达到 25℃时，少量个体出现退锦；当培养温度达到 28℃~30℃时，增殖系数提高明显，但近半无菌苗呈现退锦现象。筛选出 20℃ ± 1℃为‘蜘蛛网’八角金盘最佳的培养温度，锦化系数达到 1.75 (图 1(C))。

3.3. 生根培养

挑选高度超过 2 cm 的锦化无菌苗，培养于不同激素种类及浓度的生根培养基中，光照强度为 2500 lx，培养温度为 20℃ ± 1℃，培养至第 10 d 时，基部出现粒状的根原基突起，随着培养时间的延长，突起逐渐拉长形成根系。‘蜘蛛网’八角金盘生根速度较慢，形成完整的根系需要 45 d 左右，不同生长素种类和浓度对生根率和生根时间影响差别不明显，但会出现不同程度的退锦现象，对锦化率影响显著，激素浓度越高锦化率越低(表 5)。在培养基 1/2MS + IBA 0.2 mg·L⁻¹ + NAA 0.2 mg·L⁻¹ 中，生根率可以达到 95%，锦化率也能达到 95%，为‘蜘蛛网’八角金盘适宜的生根培养基(图 1(D))。

Table 4. Effects of different culture temperature on the sterile seedlings multiplication and splendid
表 4. 不同培养温度对无菌苗增殖及锦化的影响

Culture temperature (°C)	Inoculated number	Multiplication number	Multiplication coefficient	Splendid number	Splendid coefficient
15°C ± 1°C	20	25	1.25 ^E	25	1.25 ^C
20°C ± 1°C	20	35	1.75 ^C	35	1.75 ^A
25°C ± 1°C	20	34	1.70 ^D	31	1.55 ^B
28°C ± 1°C	20	45	2.25 ^A	27	1.35 ^D
30°C ± 1°C	20	43	2.15 ^B	17	0.85 ^E

Table 5. Effects of different concentrations of hormone on the sterile seedlings rooting and splendid
表 5. 不同激素种类和浓度对无菌苗生根及锦化的影响

Rooting culture medium (mg·L ⁻¹)	Inoculated number	Rooting number	Rooting rate%	Splendid number	Splendid rate%
1/2MS + IBA 0.2 + NAA 0.2	20	19	95 ^B	19	95 ^A
1/2MS + IBA 0.5 + NAA 0.2	20	19	95 ^B	18	90 ^B
1/2MS + IBA 1.0 + NAA 0.2	20	19	95 ^B	18	90 ^B
1/2MS + IBA 2.0 + NAA 0.2	20	20	100 ^A	15	75 ^D
MS + IBA 0.2 + NAA 0.2	20	17	85 ^D	18	90 ^B
MS + IBA 0.5 + NAA 0.2	20	18	90 ^C	17	85 ^C
MS + IBA 1.0 + NAA 0.2	20	19	95 ^B	17	85 ^C
MS + IBA 2.0 + NAA 0.2	20	20	100 ^A	14	70 ^E

3.4. 炼苗移栽

‘蜘蛛网’八角金盘根系发育完整，根长 1~2 cm 时可洗苗移栽。初期培养瓶不开口置于温室大棚内一周，之后将无菌苗洗净并移栽入 50 孔穴盘。保持拱棚小环境空气湿度为 85%~95%，温度为 20°C~25°C 之间，按组培苗常规移栽管理[11]-[14] 30 d 后，新根发生，至 90 d 后根系抱团土不散，株高能达到 5~10 cm (图 1(E)~(G))，即可出圃销售或移植入更大的种植盆(图 1(H))。

移栽过程中也会有少量种苗退锦，不同基质配比中，移栽成活率及锦化率略有不同(表 6)，当珍珠岩：草炭(v:v) = 2:1 时，基质透气性好，营养适中，移栽成活率及锦化率较高；添加 NPK 复合肥后，显著提高了成活率，但肥料过高，会降低锦化率，当珍珠岩：草炭：复合肥(v:v:v) = 2:1:3 时，锦化率为 88%；在此基础上继续添加豆饼肥，移栽成活率及锦化率也会明显提高，同理添加豆饼肥过高，也会降低锦化率。筛选珍珠岩：草炭：复合肥：豆饼肥(v:v:v:v) = 2:1:2:2 为‘蜘蛛网’八角金盘生根苗最佳移栽基质，成活率最高可以达到 95%，锦化率最高为 93%。

Table 6. Effects of different substrate combinations on the sterile seedlings transplanting and splendid
表 6. 不同基质及配比对移栽成活及锦化的影响

Substrate combinations (v:v)	Transplanting number	Surviving number	Surviving Rate%	Splendid number	Splendid rate%
Prlite:turf = 1:1	100	78 ^G	78 ^G	70 ^F	70 ^F
Prlite:turf = 2:1	100	85 ^E	85 ^E	79 ^{DE}	79 ^{DE}
Prlite:turf = 3:1	100	82 ^F	82 ^F	75 ^E	75 ^E
Prlite:turf:compound fertilizer = 2:1:1	100	87 ^D	87 ^D	80 ^D	80 ^D
Prlite:turf:compound fertilizer = 2:1:2	100	91 ^C	91 ^C	88 ^C	88 ^C
Prlite:turf:compound fertilizer = 2:1:3	100	93 ^B	93 ^B	75 ^E	75 ^E
Prlite:turf:compound fertilizer:bean cake fertilizer = 2:1:2:1	100	93 ^B	93 ^B	91 ^{AB}	91 ^{AB}
Prlite:turf:compound fertilizer:bean cake fertilizer = 2:1:2:2	100	95 ^A	95 ^A	93 ^A	93 ^A
Prlite:turf:compound fertilizer:bean cake fertilizer = 2:1:2:3	100	95 ^A	95 ^A	78 ^{DE}	78 ^{DE}

备注：复合肥为 NPK 复合肥，含量各约 10%。

3.5. 母株苗龄对锦化的影响

从不同苗龄的母株上取样做外植体，按以上流程及筛选的最佳培养基及培养条件，发现母株苗龄对后期锦化影响很明显(表 7)。苗龄为 1~2 年生的，虽然初代培养锦化率比较高，但后续三个环节中锦化率明显降低，总体锦化系数仅达到 0.191~0.283；苗龄为 3~5 年生的，四个培养步骤中，锦化率差异不大，总体锦化系数介于 0.600~0.740 之间；苗龄为 6~8 年之间的，锦化率明显下降，总体锦化率全部低于 0.1。鉴于此，‘蜘蛛网’八角金盘组培繁殖时，应选择苗龄为 3~5 年生的母株，锦化稳定性较强。

Table 7. Effects of different age of stock plant on the splendid of tissue culture seedlings
表 7. 母株不同苗龄对组培苗锦化的影响

Age of stock plant (year)	Splendid rate of primary culture %	Splendid coefficient of multiplication culture	Splendid rate of rooting culture%	Splendid rate of transplation %	Global splendid coefficient
1	45 ^A	1.35 ^D	45 ^C	70 ^C	0.191 ^E
2	40 ^B	1.45 ^C	65 ^B	75 ^B	0.283 ^D
3	35 ^C	1.90 ^B	95 ^A	95 ^A	0.600 ^C
4	35 ^C	2.10 ^A	95 ^A	95 ^A	0.663 ^B
5	40 ^B	2.05 ^A	95 ^A	95 ^A	0.740 ^A
6	25 ^D	1.30 ^E	40 ^D	60 ^D	0.078 ^F
7	25 ^D	1.25 ^F	45 ^C	55 ^E	0.077 ^F
8	20 ^E	1.00 ^G	35 ^E	50 ^F	0.035 ^G



Figure 1. Tissue culture and rapid propagation of *Fatsia japonica* 'Spider's Web'. (A) the stock plant of *Fatsia japonica* 'Spider's Web'; (B) Primary culture; (C) Multiplication culture; (D) Rooting culture; (E)~(G) Spatula seedling; (H) Potted seedling (Bars = 1 cm)

图 1. ‘蜘蛛网’八角金盘组培繁殖过程。(A) ‘蜘蛛网’八角金盘母株；(B) 初代培养；(C) 增殖培养；(D) 生根培养；(E)~(G) 穴盘苗；(H) 盆栽苗(Bars = 1 cm)

4. 分析与讨论

植物锦化由多种因素引起, 包括环境因素和内在基因改变, 多为自然突变, 调控机理还处于研究阶段。本文做为组培繁殖锦化植物的首次报道, 详细研究了母株年龄、激素种类和浓度、培养温度和光照强度对‘蜘蛛网’八角金盘锦化的影响, 初步探索出比较完善的繁殖体系。筛选出适宜的初代培养基 $MS + 6-BA\ 1.0\ mg\cdot L^{-1} + GA_3\ 0.2\ mg\cdot L^{-1}$, 萌发率可达 55%, 锦化率可达 25%; 最佳的增殖培养基 $MS + 6-BA\ 1.0\ mg\cdot L^{-1} + IBA\ 0.2\ mg\cdot L^{-1}$, 最佳的光照强度为 2500 lx, 最佳的培养温度为 $20^{\circ}C \pm 1^{\circ}C$, 增殖系数最高为 1.75, 锦化系数最高为 1.75; 筛选出最佳生根培养基 $1/2MS + IBA\ 0.2\ mg\cdot L^{-1} + NAA\ 0.2\ mg\cdot L^{-1}$, 生根率可达 95%, 锦化率达 95%; 筛选出最佳移栽基质, 珍珠岩: 草炭: 复合肥: 豆饼肥(v:v:v:v) = 2:1:2:2, 移栽成活率最高达 95%, 锦化率最高达 93%。建立的繁殖体系, 可应用于生产培育出高价值的产品, 也可为其它锦化植物的繁殖提供借鉴, 并能成为研究锦化机理的模式物种。

锦化实质是叶绿素的不规则缺失, 与常规植株比较, 生长势较弱, 繁殖力下降, 通过添加外源激素和调整培养条件, 提高繁殖能力的同时还需兼顾锦化特性, 激素的浓度配比和环境条件需要精准。在‘蜘蛛网’八角金盘的初代培养、增殖培养和生根培养中, 激素浓度提高到一个临界点, 锦化率会显著下降, 估计是高浓度激素促进了绿色细胞的快速增长, 覆盖了生长速度较慢的锦化细胞, 从而导致退锦。同样道理, 培养温度及光照强度增强以及移栽过程中施用肥料, 虽然能提高繁殖系数和移栽成活率, 但也促进了绿色细胞的更快生长, 覆盖了锦化细胞。

研究结果显示, 取样母株苗龄对锦化率影响显著, 1~2 年生母株在初代诱导中锦化率比较高, 但后续环节中锦化率降低, 估计是初代培养时间较短, 更多的保留了母株的锦化特性, 但锦化并不稳定导致后期锦化率降低。从超过 5 年生苗龄的母株上取样, 各环节锦化率均显著降低, 估计是母株在自然界生长时间过长, 受外界环境影响大, 锦化潜能下降。筛选出最佳取样母株苗龄为 3~5 年生, 总体锦化系数介于 0.600~0.740 之间, 相对来说比较稳定, 能应用于规模化生产。

为了获得优良的锦化植株, 提高总体锦化系数, 从初代培养开始, 需要挑选锦化良好的材料进入下

一个流程, 舍弃返祖的全绿材料才能避免更多的损失。目前建立的锦化繁殖体系能满足生产所需, 但与市场需求量相比, 繁殖速度还是较慢, 导致种苗价格居高不下, 繁殖体系有待进一步优化。

基金项目

上海城投科技创新产业化引导项目(CTKY-CYHYD-2023-003)和上海市绿化和市容管理局科技攻关项目(G229911)资助。

参考文献

- [1] 胡凯, 李远. 小谈锦化植株的提纯培养[J]. 中国花卉盆景, 2012(7): 22-23.
- [2] 吕秀立, 陈香波, 杜安. 两种锦化植物在景观绿化中的应用[J]. 植物学研究, 2025, 14(1): 73-79.
- [3] 依巴代提·阿外都, 嵇云, 许辉, 宋峰, 曹叶飞. 八角金盘的组培研究[J]. 新疆农业科技, 2009(5): 42.
- [4] 李秋静, 林丹, 卿霞, 周天宇, 唐忠炳, 张文昊, 庞玉华, 秦祥. 一种组织培养快速繁育花叶八角金盘的方法[P]. 中国专利, 201910892308.4. 2019-09-20.
- [5] 朱志勇. 蜘蛛网八角金盘组培快繁技术研究[J]. 东南园艺, 2023, 11(4): 276-280.
- [6] 安佰义, 郭才男, 包文慧, 李凤飞, 赵赫, 陈丽, 安丰云. 白檀离体快繁技术[J]. 植物学报, 2018, 53(5): 693-699.
- [7] 吕秀立, 张群, 陈香波, 李圃锦, 吴伟, 关媛. 岩白菜属植物规模化繁殖及遗传稳定性[J]. 植物学报, 2018, 53(5): 643-652.
- [8] 张群, 吕秀立, 何小丽, 朱义, 崔心红. 海三棱藨草的组织培养与快繁体系[J]. 植物学报, 2016, 51(5): 684-690.
- [9] 吕秀立, 陈香波, 于泽群, 傅仁杰, 缪珊珊, 杜安. “粉美人”萱草的快繁技术与大田种植[J]. 植物学报, 2022, 57(3): 350-357.
- [10] 师群航, 刘艳军, 易元慧. 丝棉木组培快繁体系的优化[J]. 天津农学院学报, 2024, 31(6): 39-43.
- [11] 郑永晓, 张晓敏, 郭贝怡, 胡杏, 邹沛珊, 王伟, 刘国锋. ‘水红’三角梅离体快繁体系的建立[J/OL]. 分子植物育种, 2025, 1-7. <https://link.cnki.net/urlid/46.1068.S.20241217.1343.004>, 2014-12-17.
- [12] 卢佳卉, 崔永一. 春兰‘宋梅’组织培养技术[J/OL]. 分子植物育种, 2025, 1-10. <https://link.cnki.net/urlid/46.1068.S.20241113.1526.012>, 2024-11-14.
- [13] 李静, 郭成博, 赵铨叙, 白卉. 欧丁香组织培养技术研究[J/OL]. 林业科技, 2025, 1-8. <https://link.cnki.net/urlid/23.1183.S.20241111.1618.004>, 2024-11-12.
- [14] 郑云凤, 张晓曼, 刘晓. 红宝石球花报春腋芽再生体系的建立[J]. 植物学报, 2018, 53(5): 686-692.