

不同水肥管理对铃兰生长及开花品质的影响

张慧敏¹, 徐亮², 张裔雯^{3*}, 张庆春³, 杨志臣⁴

¹北京市大兴区林业工作站, 北京, 中国

²北京市大兴区月季产业促进中心, 北京, 中国

³北京市大兴区花卉技术推广示范站, 北京, 中国

⁴北京市农林科学院草业花卉与景观生态研究所, 北京, 中国

【摘要】为明确铃兰盆栽优质栽培的适宜水肥配比, 以“新娘优选”铃兰为试材, 设置水分、肥料二因素三水平正交水肥处理, 探究不同水肥组合对铃兰成活率、开花动态、观赏品质、营养生长及基质理化性质的影响。结果表明: 水肥配比对铃兰生殖生长与营养生长调控作用显著, 空白对照(CK)仅显蕾不开花, 无养分供应是花芽败育的主要原因; 各处理植株成活率均达83.33%以上, 低浓度营养液处理植株成活率相对更高。灌水量200 mL/盆、施肥量0.15 g/盆的W2F2处理综合表现最优, 该处理营养液浓度0.75 g/L, 铃兰花蕾数、开花数、花序长度、花葶长度及花冠直径均显著优于其他处理, 单花花期8 d、群花花期17 d, 花期持续性良好; 同时植株株高、茎叶生长、叶绿素含量及地上生物量积累最佳, 且基质理化性质稳定。基质含水量随灌水量升高显著上升, 基质pH随水肥用量增加小幅下降, EC值则呈上升趋势。综上, W2F2水肥组合为该栽培条件下铃兰盆栽的最优管理模式, 可有效兼顾植株营养生长与开花品质, 可为铃兰标准化盆栽栽培提供技术参考。

【关键词】铃兰; 水肥配比; 生长指标; 开花品质; 基质理化特性

1. 引言

铃兰为多年生草本观赏花卉, 花型雅致、花香浓郁, 兼具极高的园林观赏与经济应用价值, 广泛应用于盆栽造景、花艺装饰等领域。尽管铃兰的应用前景广阔, 但因其野生资源濒危、传统根状茎分株繁殖效率较低, 市场供应愈发不足。目前关于铃兰的研究多集中在园林绿化观赏、药用价值、快速繁殖及高效栽培等方面[1-6]。有研究指出[3], 浸种温度40℃、培养温度25℃及100 mg/L赤霉素处理可显著提升铃兰种子的发芽率、发芽势及发芽指数, 能有效解决种子休眠难题。研究还发现使用沙:草炭:珍珠岩(1:1:1)的混合繁殖基质能显著提高根茎生根率, 促进根系生长, 为高效分株繁殖提供了关键参数。铃兰喜阴, 夏季高温强光易导致日灼。刘影等发现[4], 采取不同遮阴率的遮阴网处理可显著改善铃兰的生长发育, 有效解决露地栽培夏季休眠问题。王越等发现[5]泥炭:椰糠:腐殖质(5:3:2)可作为铃兰的栽培基质, 能促进植株光合作用, 提高干物质积累。这些研究为发挥铃兰经济生态价值及可持续利用提供了有益的探索。

水分和养分作为限制花卉生长的关键因子, 其相互作用深刻影响着植物的生理代谢

与生长发育进程[7]。郑宇晨等[8]研究得出, 不同品种的切花菊需水量也不一样, 并为此确定了不同的灌溉标准。王占超等[9]研究发现, 使用1.2g/L的均衡型水溶肥能够显著提高伊藤牡丹促成栽培过程中枝、叶及花的协调性, 在茎伸长初期能显著促进早日成花, 花色靓丽, 显著提升盆花整体品质。张庆瑞等[10]发现全水溶肥和有机肥均可有效促进牡丹‘洛阳红’的营养生长花蕾发育, 提高开花质量。随着设施栽培的发展, 水肥一体化生产技术在月季、红掌等花卉上也日益成熟, 取得了不错的效果[11,12]。目前国内铃兰栽培研究多集中于基础养护技术、温光调控措施及基质配方优化方面, 针对精准水肥配比的定量试验研究较为匮乏, 标准化水肥栽培技术体系不完善, 难以支撑优质高效栽培生产。水肥管理是铃兰人工栽培的核心技术, 水分与矿质养分协同调控植株花芽分化、枝叶生长及干物质积累, 水肥失衡易导致植株长势衰弱、花期缩短、开花品质下降, 严重制约铃兰盆栽观赏效果与规模化栽培生产。因此, 本试验通过设置梯度水分、肥料组合处理, 系统探究不同水肥水平对铃兰生长发育与开花品质的影响, 筛选最优水肥配比, 旨在完善铃兰盆栽栽培技术, 为其优质化、

标准化生产提供理论依据与实践支撑。

2.材料与方法

2.1 试验材料与环境

试验于 2025 年 5 月 7 日—6 月 9 日在天津市农业科学院资源与环境研究所室内开展。供试铃兰品种为“新娘优选”，种球来源于荷兰，由北京瑞承国际农业科技有限公司提供，选取芽体饱满、长势均匀的健壮球根为试材。栽培基质为蛭石：珍珠岩=1：1（体积比）混配基质，容重 0.23 g/cm³，总孔隙度 72.49%，pH 6.37，EC 152.99 us/cm。采用统一规格花盆（上口径 16 cm、底径 12.5 cm、高 17.5 cm），每盆装填基质 2.0 L。灌溉地下水 pH 6.15、EC 785.9 us/cm，供试肥料为 20-20-20 平衡型水溶肥。

2.2 试验设计

试验采用二因素随机设计，设水分（W）、肥料（F）2 个试验因素。水分设 3 个水平：100 mL/盆（W1）、200 mL/盆（W2）、300 mL/盆（W3）；肥料设 3 个水平：0.075 g/盆（F1）、0.15 g/盆（F2）、0.30 g/盆（F3），交叉组合形成 9 组水肥处理，以全程仅灌水（200 mL/盆）不施肥为空白对照（CK），共 10 个处理，每处理 3 次重复，每重复 1 盆，每盆定植 4 株修剪一致的铃兰球根（根系留 5 cm、单饱满芽）。

2025 年 5 月 7 日统一定植，定植当天每盆灌水 400 mL；5 月 12 日启动水肥处理，分别于 5 月 12 日、5 月 19 日（显蕾期）、5 月 24 日（盛花期）水肥同步施用，6 月 1 日仅灌水不施肥，各处理除水肥梯度外，其余田间管理保持一致。各处理水肥配比及营养液浓度见表 1。

表 1.各处理水肥配比

处理	每次灌水量/ (mL/盆)	每次施肥量/ (g/盆)	营养液浓度/ (g/L)
CK	200	0	0
W1F1	100	0.075	0.75
W1F2	200	0.150	1.50
W1F3	300	0.300	3.00
W2F1	100	0.075	0.375
W2F2	200	0.150	0.75
W2F3	300	0.300	1.50
W3F1	100	0.075	0.25
W3F2	200	0.150	0.50
W3F3	300	0.300	1.00

2.3 测定指标与方法

成活率与开花指标：试验末期统计植株成活率；全程观测记录显蕾期、始花期、盛

花期、末花期，计算单花花期与群花花期；测定花蕾数、开花数、花序长、花葶长、花冠直径、花朵高度等观赏品质指标。

营养生长指标：分别于 5 月 12 日、5 月 13 日、5 月 26 日、6 月 9 日测定株高；试验末期测定叶长、叶宽、叶片数、茎粗，采用 SPAD-502 叶绿素仪测定叶片 SPAD 值。每处理选取植株测定地上、地下部鲜重，经 90℃ 杀青 30 min、65℃ 烘干至恒重后测定干重，计算生物量。

基质理化指标：烘干法测定基质含水量；采用基质：去离子水=1：5（V/V）浸提，磁力搅拌、静置后，利用梅特勒 Seven Excellence pH 计测定基质 pH、EC 值。

2.4 数据处理

采用 Excel 2013 进行数据整理与绘图，DPS 7.05 软件开展方差分析与显著性检验。

3.结果与分析

3.1 不同水肥处理对铃兰成活率的影响

各水肥处理铃兰成活率无显著差异，整体成活率均≥83.33%，植株存活状况良好。其中低营养液浓度的 W2F1（0.375 g/L）、W3F1（0.25 g/L）处理成活率超 90%，表明轻度低浓度水肥环境更利于铃兰球根萌发与幼苗成活，高浓度水肥对植株存活无致命抑制作用，但会小幅降低成活率。

3.2 不同水肥处理对铃兰开花动态的影响

表 2.不同处理花期时长

处理	显蕾期	始花期	盛花期	末花期	单花花期/d	群花花期/d
CK	5.12-5.19	—	—	—	—	—
W1F1	5.12-5.18	5.20	5.21-5.27	5.28-6.3	7	15
W1F2	5.12-5.20	5.21	5.22-5.23	5.24-5.29	5	9
W1F3	5.12-5.20	5.21-5.22	5.23-5.30	5.31-6.6	8	17
W2F1	5.12-5.20	5.21	5.22-5.28	5.29-6.9	8	20
W2F2	5.12-5.20	5.21-5.22	5.23-5.28	5.29-6.6	8	17
W2F3	5.13-5.24	5.25	5.26-5.28	5.29-6.6	5	13
W3F1	5.13-5.21	5.22-5.23	5.24-5.29	5.30-6.4	8	14
W3F2	5.13-5.22	5.23-5.24	5.25-5.28	5.29-6.1	6	10
W3F3	5.13-5.21	5.22-5.23	5.24-5.30	5.31-6.1	7	12

水肥供应对铃兰花芽发育与花期进程影响极显著，CK 组因全程无养分供应，花芽发育受阻，仅显蕾、无开花现象，花蕾后期逐渐黄化萎蔫、褐化枯死。其余各处理开花率均为 8.33%，花期时长差异显著（表 2）。各处理显蕾期集中在 5 月 12—22 日，始花期、盛花期、末花期随水肥配比不同存在明显差异。W2F1、W2F2、W1F3 处理单花花期最长（8 d），其中 W2F1 群花花期达 20 d，花期持续性最优；W1F2 处理花期最短，单花花期 5 d、群花花期 9 d，主要源于水肥配比失衡导致花蕾大量败育脱落。

3.3 不同水肥处理对铃兰观赏品质的影响

水肥对比对铃兰花部形态及观赏品质影响显著（表 3）。200 mL/盆灌水量（W2）梯度下各处理花蕾数、开花数量整体显著优于 W1、W3 梯度，表明中度供水更适配铃兰花芽分化。其中 W2F2 处理观赏品质最优，花蕾数 16 个、开花数 16 朵，花序长度 12.3 cm、花葶长度 24.6 cm、花冠直径 8.46 mm，均为全组最高；W2F1 处理花朵高度最优（6.29 mm），花型饱满规整。高浓度水肥失衡处理（W1F2、W1F3）开花数量少、花部器官短小，观赏品质显著下降，其中 W1F2 开花数仅 3 朵，品质最差。

表 3.不同处理花部形态及观赏品质

处理	花蕾数	开花数	花序长/cm	花葶长/cm	花冠直径/mm	花朵高度/mm
CK	9	0	9.5	13.9	—	—
W1F1	11	11	11.9	13.9	8.27±0.29a	5.99±0.40a
W1F2	13	3	5.4	16.8	6.52±0.17d	5.05±0.48bc
W1F3	10	9	8.5	18.6	7.43±0.15b	5.10±0.20bc
W2F1	14	14	10.3	21.8	7.06±0.28bc	6.29±0.29a
W2F2	16	16	12.3	24.6	8.46±0.18a	5.71±0.22ab
W2F3	13	13	8.2	18.3	6.33±0.06d	4.52±0.06c
W3F1	11	11	8.2	17.2	7.22±0.09bc	5.07±0.26bc
W3F2	12	7	4.6	16.9	6.85±0.10cd	4.64±0.28c
W3F3	11	8	7.7	18.6	6.34±0.18d	3.41±0.24d

3.4 不同水肥处理对铃兰营养生长的影响

铃兰株高生长呈现“前期快速、后期平缓”的动态规律，施肥初期日生长量超 2 cm，中期生长放缓，后期基本停滞。营养液浓度 0.75~1.00 g/L 可显著促进株高生长，其中 W2F2 处理株高达 32.13 cm，显著优于其他处理；浓度 >1.5 g/L 或 <0.5 g/L 会产生生长

胁迫，抑制株高伸长，高肥少水的 W1F3 处理株高最低。

各处理叶片数无显著差异（2~3 片/株），叶长、叶宽、茎粗及叶绿素含量受水肥调控差异显著。W2F2 处理叶长、茎粗、SPAD 值均为全组最高，叶片肥厚、光合性能最优；W1F1、W3F3 处理长势次之。高浓度水肥、极低水肥配比会导致叶片瘦小、叶绿素含量降低，植株长势衰弱。

试验周期较短，各处理地下部生物量无显著差异，地上部生物量差异显著。W3F3、W2F2、W2F1 处理地上鲜重、干重积累量较高，干物质积累充足；高浓度胁迫的 W1F3 处理地上生物量最低，与营养生长指标变化规律一致。

3.5 不同水肥处理对基质理化性质的影响

基质含水量与灌水量呈极显著正相关，W1、W2、W3 水量梯度基质含水量依次升高，灌水越多，基质保水效果越好。水肥施用显著改变基质酸碱与盐分环境，随水肥用量增加，基质 pH 持续小幅下降、EC 值持续上升；同一水量下，施肥量越高，基质酸化、盐渍化越明显。低浓度水肥处理基质理化性质稳定，高浓度水肥长期施用易造成基质轻度酸化、盐分累积，不利于根系持续生长。

4.结论与讨论

水肥耦合作用显著调控铃兰营养生长与生殖生长，单一缺水、缺肥或水肥配比失衡均会制约植株生长与开花品质。无肥供应会导致铃兰花芽发育完全受阻，无法正常开花；水肥浓度过高会产生生理胁迫，抑制茎叶生长、降低开花质量；浓度过低则养分不足，无法支撑植株旺盛生长与持续开花。本试验条件下，灌水量 200 mL/盆、施肥量 0.15 g/盆的 W2F2 处理（营养液浓度 0.75 g/L）综合效果最佳，可有效兼顾铃兰营养生长与开花品质，植株成活率高、花期持久、花部形态优良，茎叶长势与干物质积累最优，且栽培基质理化性状稳定。

综上，该水肥配比可作为“新娘优选”铃兰盆栽优质栽培的适宜水肥管理方案。本试验为短期盆栽试验，仅针对单一基质与单一品种开展研究，后续可进一步探究铃兰全生育期差异化水肥管理模式、不同基质适配水肥方案，完善铃兰标准化、精细化栽培技术体系，为规模化优质生产提供更全面的理论支撑。

参考文献

- [1]朱玉宝.铃兰栽培丰产技术及应用价值[J].中国林副特产, 2015, (2): 62-63.
- [2]胡彦武, 关颖丽, 谢庆往.长白山区野生铃兰不同药用部位中总黄酮含量的测定[J].北方园艺, 2011, (8): 191-192.
- [3]王小涵, 谭坤, 缪天琳, 等.铃兰高效繁育体系条件探究[J].佳木斯大学学报(自然科学版), 2019, 37(5): 801-803, 836.
- [4]房晓君, 王馨若.铃兰的生长发育节律及萌发、繁殖特性研究[J].安徽农学通报, 2026, (12): 105-108.
- [5]刘影, 魏彪, 金虎, 等.遮阴处理对铃兰生长的影响研究[J].中国林副特产, 2025, (4): 12-13.
- [6]王越, 王烨阳, 潘亮, 等.不同栽培基质对铃兰光合特性的影响[J].林业科技通讯, 2024, (8): 58-63.
- [7]董永义, 郭园, 王聪, 等.水肥调控对设
- 施栽培花卉生产影响的研究进展[J].内蒙古民族大学学报(自然科学版), 2015, 30(2): 131-135.
- [8]郑宇晨, 李莹莹, 刘化毫, 等.基于光温条件确定基质栽培下切花菊的最佳灌溉水平[J].福建农林大学学报(自然科学版), 2025, 54(6): 747-757.
- [9]王占超, 史帅营, 高双成, 等.水溶肥对促成盆栽伊藤牡丹‘巴茨拉’开花品质的影响[J].西北植物学报, 2022, 42(5): 0845-0853.
- [10]张庆瑞, 朱瑞琪, 赵国栋.盆栽牡丹施肥技术研究[J].园艺与种苗, 2025, 45(11): 26-27, 82.
- [11]刘晨, 张宁宁, 瞿辉, 等.不同肥水 EC 值及多效唑处理对微型月季生长发育的影响[J].天津农业科学, 2020, 26(7): 66-70.
- [12]刘成, 金娟, 王晖.不同 EC 值营养液对红掌生长的影响[J].上海蔬菜, 2023, (2): 68-70.