

# 大花卷丹百合组培快繁技术研究

朱岩, 王红, 代宁, 郑敏学, 杨蕾, 马艳丽

(长春大学园林学院, 吉林 长春 130012)

**摘要:** 为获得大花卷丹百合的优质种苗, 促进其规模化生产, 以大花卷丹百合的鳞片为外植体, 采用 MS、N<sub>6</sub>、B<sub>5</sub> 培养基, 添加激素 NAA、6-BA、GA<sub>3</sub>, 进行了大花卷丹百合的快繁技术研究。结果表明, 外植体在 N<sub>6</sub> 培养基中产生愈伤组织最快、效果最好。愈伤组织及不定芽诱导最佳培养基配方为 N<sub>6</sub>+1.0 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA; 不定芽增殖最佳培养基为 N<sub>6</sub>+0.5 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA+1.0 mg/L GA<sub>3</sub>。NAA 诱导小鳞茎效果最佳, 最适培养基为 N<sub>6</sub>+1.0 mg/L NAA; 促进小鳞茎膨大生根要在诱导鳞茎的基础上加入 IBA, 即最适培养基为 N<sub>6</sub>+0.1 mg/L NAA+2.0 mg/L IBA。

**关键词:** 大花卷丹百合; 组织培养; 快繁技术

**中图分类号:** S682.2

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1001-1463(2022)09-0076-05

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2022.09.018

## Study on Techniques of Rapid Propagation for the Tissue Culture of *Lilium leichtlinii* var. *maximowiczii* (Regel) Baker

ZHU Yan, WANG Hong, DAI Ning, ZHENG Minxue, YANG Lei, MA Yanli  
(College of Landscape Architecture, Changchun University, Changchun Jilin 130012, China)

**Abstract:** To obtain the premium seedlings of *Lilium leichtlinii* var. *maximowiczii* (Regel) Baker and to promote its large-scale production, using scales as the explant, MS, N<sub>6</sub> and B<sub>5</sub> media with the addition of NAA, 6-BA and GA<sub>3</sub> were applied to conduct the study on techniques of rapid propagation for the tissue culture of *Lilium leichtlinii* var. *maximowiczii* (Regel) Baker. Results showed that N<sub>6</sub> medium was the quickest and the best medium to induce the callus formation, optimum medium for the induction of callus and adventitious buds was N<sub>6</sub> plus 1.0 mg/L 6-BA plus 0.1 mg/L NAA. The optimum medium for adventitious bud proliferation was N<sub>6</sub> plus 0.5 mg/L 6-BA plus 0.1 mg/L NAA plus 1.0 mg/L GA<sub>3</sub>. NAA showed the best effect in inducing small bulblets and the optimum medium was N<sub>6</sub> plus 1.0 mg/L NAA whereas IBA ought to be added to promote the rooting of bulblet enlargement with the optimum medium selected as N<sub>6</sub> plus 1.0 mg/L NAA plus 2.0 mg/L IBA.

**Key words:** *Lilium leichtlinii* var. *maximowiczii* (Regel) Baker; Tissue culture; Rapid propagation technique

大花卷丹百合 [*Lilium leichtlinii* var. *maximowiczii* (Regel) Baker] 是百合科百合属球根花卉, 原产我国秦岭山区、华北和东北地区, 是一种观赏价值较高的花卉。由于种球自毒的原因, 组培扩繁是大花卷丹百合重要的繁殖方式, 组培快繁体系有一定的基因差异性, 因此, 规模化生产需要建立高效的再生体系。成海钟等<sup>[1]</sup>研究发现在培养基中添加 0.1 mg/L 6-BA 或 KT 可显著提高百合继代培养中芽的增殖效果, 6-BA 的效果优于 KT 的效果; 石印等<sup>[2]</sup>研究发现, 大花卷丹组织培养启动阶段添加 6-BA 和 NAA 可获得较好的不定芽

诱导率, 其中 6-BA 效果较明显。大量研究证明, 植物组织培养是植物繁育过程中高效、安全、可推广得最适方法, 探索大花卷丹百合组织培养最适宜培养基在实际生产中具有重要意义。

### 1 材料和方法

#### 1.1 供试材料

供试大花卷丹百合鳞茎于 2020 年 10 月采自吉林省辉南县博硕寒地花卉基地。

#### 1.2 试验方法

1.2.1 试验条件及外植体预处理 组织培养室温度控制在 (25 ± 1) °C<sup>[3]</sup>, 光周期为 16 h 光照 / 8 h

收稿日期: 2022-03-26

基金项目: 吉林省科技厅科技计划项目(212566YY010286378)。

作者简介: 朱岩(1994—), 女, 吉林长春人, 硕士, 研究方向为植物繁殖与栽培技术。Email: 1175399397@qq.com。

通信作者: 马艳丽(1971—), 女, 吉林长春人, 教授, 硕导, 主要从事寒冷地区经济植物资源开发与应用研究。Email: 1513776399@qq.com。

黑暗, 光强为 1 500 ~ 2 000 lx, 空气相对湿度为 65%。培养基中均添加 30 g/L 蔗糖、6.5 g/L 琼脂, pH 5.8 ~ 6.2。每处理接种 30 个, 设 3 次重复, 下同。

将百合鳞片轻轻取下, 用洗衣粉水浸泡 20 min, 自来水冲洗 1 h。将外植体置于超净工作台上, 用 75% 酒精消毒 30 s 后用去离子水漂洗 3 遍, 再用 0.1% 升汞处理 15 min, 去离子水漂洗 3 遍, 用无菌滤纸吸干表面水分, 备用。

**1.2.2 外植体切割方式筛选** 在  $N_6$  培养基中添加 1.0 mg/L 6-BA 和 0.1 mg/L NAA, 制成诱导培养基。选取生长状况良好的中部鳞片, 经消毒处理后, 将整个鳞片、半个鳞片、纵向长条鳞片(宽约 0.10 ~ 0.15 cm)分别接种于诱导培养基上, 培养 20 d 后观察鳞片愈伤组织形成情况。实验设置 3 次生物学重复。

**1.2.3 基础培养基筛选** 选用  $N_6$ 、MS、 $B_5$  作为基础培养基, 添加相同浓度的 6-BA (1.0 mg/L) 和 NAA (0.1 mg/L)。将消毒处理后的百合鳞片沿其纵轴方向切成宽 0.10 ~ 0.15 cm 的长条形小块, 接种于培养基上, 记录愈伤组织形成的时间及诱导出愈伤组织的数量。

**1.2.4 愈伤组织及不定芽诱导** 以  $N_6$  为基本培养基, 添加不同浓度的 NAA (0.1、0.3、0.5 mg/L) 和 6-BA (0.5、1.0、1.5 mg/L), 制成不同配比组合的诱导培养基。将消毒处理后的百合鳞片沿其纵轴方向切成宽 0.10 ~ 0.15 cm 的长条形小块, 接种于培养基中, 先在黑暗条件下培养 7 d, 后转入光下培养, 18 d 后统计愈伤组织及不定芽的诱导。

**1.2.5 不定芽增殖培养** 以  $N_6$  为基本培养基, 添加不同浓度的 NAA (0.1、0.3 mg/L)、6-BA (0.5、

1.0、1.5 mg/L)、GA<sub>3</sub> (0.5、1.0 mg/L), 制成不同配比组合的增殖培养基。丛生芽长度约为 2 cm 时, 将其切成单丛, 接种在增殖培养基中, 培养 20 d 后统计增殖倍数及生长情况。

**1.2.6 小鳞茎诱导培养** 以  $N_6$  为基本培养基, 添加不同浓度的 NAA (0.5、1.0 mg/L) 和 6-BA (0、0.5 mg/L), 制成不同配比组合的鳞茎诱导培养基。将丛生芽分割成合适的单丛, 接种于鳞茎诱导培养基中, 25 d 后统计不定芽平均形成鳞茎数, 记录生长情况<sup>[4]</sup>。

**1.2.7 小鳞茎膨大生根培养** 以  $N_6$  为基本培养基, 添加不同浓度的 NAA (0.1、0.2、0.3 mg/L) 和 IBA (1.0、1.5、2.0 mg/L), 制成不同配比组合的生根培养基, 将带有小鳞茎的丛生芽接种于生根培养基中, 25 d 后统计生根数并观察记录生长情况<sup>[5]</sup>。

### 1.3 数据统计方法

诱导率 = (出芽外植体数 / 接种数) × 100%;

增殖倍数 = 增殖总芽数 / 接种总芽数;

不定芽平均形成鳞茎数 = 不定芽形成的鳞茎总数 / 接种的不定芽总数;

数据采用 Excel 和 SPSS 23 进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 外植体切割方式诱导筛选

比较鳞片不同切割处理方式发现, 相比整个鳞片或半个鳞片接种, 按百合鳞片纵轴方向切成宽 0.10 ~ 0.15 cm 的长条形小块可获得更多的愈伤组织(表 1)。

### 2.2 基础培养基筛选

从表 2 可知, MS、 $N_6$ 、 $B_5$  培养基均对愈伤组织的形成有一定的促进作用。其中  $N_6$  作为基础培

表 1 外植体不同切割方式诱导效果

外植体切割方式	培养基	接种数 /个	存活率 /%	愈伤组织形成时间 /d	愈伤组织诱导率 /%
整个鳞片	$N_6$ +1.0 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA	90	83.3	17	59.56±2.56 c
半个鳞片	$N_6$ +1.0 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA	90	83.3	16	65.56±2.65 b
纵向长条鳞片	$N_6$ +1.0 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA	90	86.7	16	73.54±2.62 a

表 2 不同培养基对愈伤组织及不定芽的诱导效果

培养基	接种数 /个	存活率 /%	愈伤组织形成时间 /d	愈伤组织诱导率 /%
MS+1.0 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA	90	83.3	25	24
$N_6$ +1.0 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA	90	86.7	16	26(愈伤组织旺盛)
$B_5$ +1.0 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA	90	70.0	23	17(褐化现象严重)

培养基对大花卷丹百合的诱导培养效果最好；其次是MS作为基础培养基也可获得较好的愈伤组织状态，但愈伤组织形成的时间相对较长；B<sub>5</sub>作为基础培养基，通常用作木本植物的组织培养中，在本试验中的存活率及诱导愈伤组织的效果表现最差，不适宜大花卷丹百合快速繁育培养。

### 2.3 愈伤组织及不定芽诱导培养

在光培养下，外植体由白色逐渐转为鲜绿色，经过18 d的培养，鳞片创口出长出淡黄绿色的愈伤组织，而后形成白绿色突起（图1），28 d后突起处长出不定芽，后进行伸长生长（图2）。其中N<sub>6</sub>+1.0 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA培养基效果最好，诱导率达73.30%，与其他培养基差异显著（表3）。即当添加1.0 mg/L 6-BA、0.1 mg/L NAA时，最适宜大花卷丹百合诱导愈伤组织及小鳞茎。



图1 外植体接种



图2 长条形切割方式及启动培养



图3 诱导丛生芽

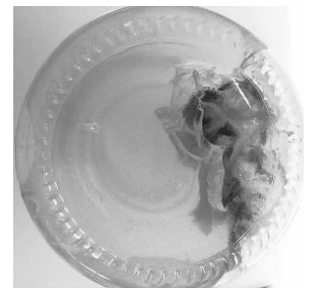


图4 生根培养

### 2.4 不定芽增殖培养

从图3可以看出，接种20 d后，丛生芽可见到明显增殖，不同浓度及配比的6-BA、NAA、GA<sub>3</sub>对大花卷丹百合丛生芽增殖的影响差异显著（表4）。其中N<sub>6</sub>+0.5 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA+1.0 mg/L GA<sub>3</sub>增殖倍数最高，为2.73倍，且与其他处理差异均显著。即N<sub>6</sub>+0.5 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA+1.0 mg/L GA<sub>3</sub>为大花卷丹百合最适宜的增殖培养基。

### 2.5 小鳞茎诱导培养

丛生芽分株后的单芽，经小鳞茎培养基培养25 d左右膨大并形成小鳞茎，其中N<sub>6</sub>+1.0 mg/L NAA处理诱导小鳞茎数个数最多，为5.56个，且与其他处理差异均显著。即基础培养基中只添加1.0 mg/L NAA，可获得最好的小鳞茎增殖效果（图4、表5）。

表3 愈伤组织及不定芽诱导培养结果

培养基	接种数 /个	18 d 愈伤组织诱导率 /%	28 d 不定芽诱导率 /%
N <sub>6</sub> +0.5 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA	90	37.65±2.54 d	39.97±3.35 d
N <sub>6</sub> +0.5 mg/L 6-BA+0.3 mg/L NAA	90	27.54±1.46 f	27.73±1.96 f
N <sub>6</sub> +0.5 mg/L 6-BA+0.5 mg/L NAA	90	18.65±3.21 g	18.87±1.96 g
N <sub>6</sub> +1.0 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA	90	73.21±0.56 a	73.30±3.30 a
N <sub>6</sub> +1.0 mg/L 6-BA+0.3 mg/L NAA	90	47.26±1.56 c	47.73±1.96 c
N <sub>6</sub> +1.0 mg/L 6-BA+0.5 mg/L NAA	90	39.56±2.56 d	39.97±3.35 d
N <sub>6</sub> +1.5 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA	90	62.42±4.23 b	62.17±5.10 b
N <sub>6</sub> +1.5 mg/L 6-BA+0.3 mg/L NAA	90	43.56±2.85 d	43.30±3.30 d
N <sub>6</sub> +1.5 mg/L 6-BA+0.5 mg/L NAA	90	33.21±3.20 e	33.30±3.30 e

表4 植物生长调节剂不同配比对大花卷丹百合不定芽的增殖效果

培养基	增殖芽倍数 /倍
N <sub>6</sub> +0.5 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA+0.5 mg/L GA <sub>3</sub>	0.48±0.06 i
N <sub>6</sub> +0.5 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA+1.0 mg/L GA <sub>3</sub>	2.73±0.15 a
N <sub>6</sub> +1.0 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA+0.5 mg/L GA <sub>3</sub>	1.95±0.06 d
N <sub>6</sub> +1.0 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA+1.0 mg/L GA <sub>3</sub>	2.37±0.05 b
N <sub>6</sub> +1.5 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA+0.5 mg/L GA <sub>3</sub>	1.32±0.06 g
N <sub>6</sub> +1.5 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA+1.0 mg/L GA <sub>3</sub>	2.13±0.08 c
N <sub>6</sub> +0.5 mg/L 6-BA+0.3 mg/L NAA+0.5 mg/L GA <sub>3</sub>	0.68±0.09 h
N <sub>6</sub> +0.5 mg/L 6-BA+0.3 mg/L NAA+1.0 mg/L GA <sub>3</sub>	0.50±0.02 i
N <sub>6</sub> +1.0 mg/L 6-BA+0.3 mg/L NAA+0.5 mg/L GA <sub>3</sub>	1.61±0.09 f
N <sub>6</sub> +1.0 mg/L 6-BA+0.3 mg/L NAA+1.0 mg/L GA <sub>3</sub>	1.61±0.03 h
N <sub>6</sub> +1.5 mg/L 6-BA+0.3 mg/L NAA+0.5 mg/L GA <sub>3</sub>	0.81±0.06 f
N <sub>6</sub> +1.5 mg/L 6-BA+0.3 mg/L NAA+1.0 mg/L GA <sub>3</sub>	1.81±0.06 e

表5 植物生长调节剂对大花卷丹百合不定芽小鳞茎诱导效果

培养基	接种数/个	25 d 诱导小鳞茎数/个
N <sub>6</sub> +0.5 mg/L NAA	90	1.62±0.07 f
N <sub>6</sub> +1.0 mg/L NAA	90	5.56±0.29 a
N <sub>6</sub> +1.5 mg/L NAA	90	3.04±0.06 c
N <sub>6</sub> +0.5 mg/L 6-BA+0.5 mg/L NAA	90	2.65±0.22 d
N <sub>6</sub> +0.5 mg/L 6-BA+1.0 mg/L NAA	90	2.20±0.11 e
N <sub>6</sub> +0.5 mg/L 6-BA+1.5 mg/L NAA	90	4.08±0.05 b

## 2.6 小鳞茎膨大生根培养

小鳞茎在膨大及生根培养基中 12 d 左右开始生根, 21 d 生根完成, 对表 6 数据分析可知, NAA 浓度为 0.1 mg/L 时, 随着 IBA 浓度不断增加, 小鳞茎膨大效果逐渐变好, 且根系生长状态也转好(图5)。即当 IBA 浓度为 2.0 mg/L、NAA 浓度为 0.1 mg/L 时, 最适宜大花卷丹百合小鳞茎膨大及生根培育。

## 2.7 组培苗移栽

对组培苗进行炼苗移栽, 约 8 d 后开始长出新叶(图6), 成活率达 90% 以上。



图5 小鳞茎膨大



图6 炼苗移栽

## 3 结论与讨论

快速繁殖体系的建立对规范百合工厂化繁育流程、脱毒材料及种质资源保存都具有重大意义。不同种类百合的形态特征、生理特性、器官的发生发育都存在着极大差异, 这也直接导致了不同百合快速繁殖体系的建立拥有不同的培育方式及

配方。如潘佑找等<sup>[6]</sup>研究发现百合外植体不同部位分化能力存在差异, 其差异由强到弱为: 鳞片、根、叶片。樊敏等<sup>[7]</sup>用兰州百合不同外植体进行了组织培养试验, 获得了较完善的数据。而本试验仅以鳞片为外植体, 重点研究大花卷丹组织培养不同阶段的最佳培养基, 而不同外植体对其影响, 有待进一步试验。试验结果表明, 在激素种类含量相同的条件下, 将大花卷丹鳞茎处理后分别接入 MS、B<sub>5</sub> 和 N<sub>6</sub> 的培养基中, 经观察发现, 外植体在 N<sub>6</sub> 培养基中产生愈伤组织最快、效果最好。愈伤组织及不定芽的诱导最佳培养基配方为 N<sub>6</sub>+1.0 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA, 不定芽增殖效果最佳的培养基为 N<sub>6</sub>+0.5 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA+1.0 mg/L GA<sub>3</sub>, 诱导小鳞茎最佳培养基为 N<sub>6</sub>+1.0 mg/L NAA, 小鳞茎膨大生根培养时要在诱导鳞茎的基础上加入 IBA 以促进生根, 最适培养基为 N<sub>6</sub>+0.1 mg/L NAA+2.0 mg/L IBA。在以百合鳞茎为外植体建立快繁体系时, 对于鳞片外植体的切割方式并没有过于严格的要求, 一般将鳞片消毒处理后一分为二接种到相应培养基中。在本试验发现, 将鳞片按照其纵轴方向切割成宽约 0.10~0.15 cm 的长条形外植体材料, 可获得更好的愈伤组织增殖效果, 且愈伤组织极易形成丛生芽, 这在实际生产中可极大地减少原材料的成本。

大花卷丹百合自外植体接入培养基后, 先是产生愈伤组织, 而后在愈伤组织处, 形成不定芽, 不定芽经扩增繁殖后, 在小鳞茎膨大培养基的作用下<sup>[8]</sup>, 基部逐渐膨大, 进而形成籽球, 经过生根培养, 小籽球产生一定的根系后, 便可进行炼苗移栽, 直至形成完整植株。

本研究以大花卷丹百合的鳞片为外植体, 经过约 120 d 培养, 最终建立了大花卷丹百合的快繁

表6 添加植物生长调节剂的大花卷丹百合膨大倍数及生根情况

培养基	鳞茎膨大倍数/倍	根系生长状况
N <sub>6</sub> +0.1 mg/L NAA+1.0 mg/L IBA	1.94±0.05 c	叶少、根细
N <sub>6</sub> +0.1 mg/L NAA+1.5 mg/L IBA	2.32±0.09 b	叶少, 根粗壮
N <sub>6</sub> +0.1 mg/L NAA+2.0 mg/L IBA	2.65±0.08 a	叶较多, 根粗壮且多
N <sub>6</sub> +0.2 mg/L NAA+1.0 mg/L IBA	1.69±1.46 d	叶较多, 根少
N <sub>6</sub> +0.2 mg/L NAA+1.5 mg/L IBA	1.48±0.03 e	叶较多, 根少
N <sub>6</sub> +0.2 mg/L NAA+2.0 mg/L IBA	1.37±0.15 e	叶较多, 根少
N <sub>6</sub> +0.3 mg/L NAA+1.0 mg/L IBA	1.07±0.12 f	叶多, 根少
N <sub>6</sub> +0.3 mg/L NAA+1.5 mg/L IBA	1.30±0.06 e	叶多, 根少
N <sub>6</sub> +0.3 mg/L NAA+2.0 mg/L IBA	1.68±0.13 d	叶多, 根少

# 基于新疆粮食产量的灰色关联分析及其BP模型预测

刘昭雪<sup>1,2,3</sup>, 杨莉莉<sup>1,2,3</sup>, 支金虎<sup>1,2,3</sup>

(1. 塔里木大学农学院, 新疆 阿拉尔 843300; 2. 兵团环塔里木生态农业协同创新中心, 新疆 阿拉尔 843300; 3. 塔里木大学南疆绿洲农业资源与环境研究中心, 新疆 阿拉尔 843300)

**摘要:** 为明确影响新疆粮食产量的主要因素及预测未来变化, 采用灰色关联法和BP神经网络预测模型, 对2000—2019年影响新疆粮食产量的9个关联指标进行分析。结果表明, 粮食作物播种面积、劳动力数量和有效灌溉面积是影响新疆粮食产量的主要因素, 其关联度均高于0.91。从新疆的实际情况和关联度分析出发, 确定影响粮食产量的6个重要因素是粮食作物播种面积、就业人数、有效灌溉面积、农业机械总动力、化肥施用量和新疆人口数量。利用matlab2015b软件构建BP神经网络模型, 预测2020年新疆粮食产量为1542.7万t, 预测值与当年的实际粮食产量相差不大, 说明BP神经网络模型对粮食产量的预测具有很好的匹配性。

**关键词:** 粮食产量; 关联度; BP神经网络模型; 影响因素; 新疆

**中图分类号:** S11

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1001-1463(2022)09-0080-06

[doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2022.09.019](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2022.09.019)

## Study on the Grain Yield in Xinjiang Using Grey Correlation Analysis and BP Model Prediction

LIU Zhaoxue<sup>1,2,3</sup>, YANG Lili<sup>1,2,3</sup>, ZHI Jinhu<sup>1,2,3</sup>

(1. College of Agronomy, Tarim University, Alar Xinjiang 843300, China; 2. Collaborative Innovation Centre of Eco-agriculture Around Tarim Basin, Alar Xinjiang 843300, China; 3. The Research Centre of Oasis Agriculture and Environment in Southern Xinjiang, Tarim University, Alar Xinjiang 843300, China)

**Abstract:** To determine factors affecting the grain yield in Xinjiang and to predict its potential changes in future, the BP neural network prediction model and grey correlation method were used in this study to analyze nine related indices from 2000 to 2019 on grain yield in Xinjiang. The results showed that sown area of grain crops, agricultural labor quantity and the effective irrigated area were the main factors affecting the grain yield in Xinjiang, their correlation factors were all higher than 0.91. Based on the actual situation and correlation degree analysis of Xinjiang grain production, six important factors affecting grain yield were determined i.e., sown area of grain crops, agricultural labor quantity, effective irrigated area, total power of agricultural machinery,

收稿日期: 2022-04-07

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFC0504303)。

作者简介: 刘昭雪(1998—), 女, 陕西兴平人, 硕士在读, 研究方向为植物营养与农业环境。Email: 3172437591@qq.com。

通信作者: 支金虎(1978—), 男, 甘肃张掖人, 教授, 研究方向为植物营养与农业环境。Email: zjhzy@163.com。

体系。使用最佳配方的繁殖系数最高可达25.49, 这相对于自然繁殖, 繁殖率大大提高, 同时也缩短了培育时间。

### 参考文献:

- [1] 成海钟, 唐蓉, 朱旭东, 等. 几种生长调节剂对观赏百合继代培养中芽增殖效果的影响 [C]// 浙江省科学技术协会. 首届长三角园艺论坛论文集. 杭州: [出版者不详], 2007: 234-236.
- [2] 石印, 向圆媛, 孙明. 大花卷丹离体培养快速繁殖体系的建立[J]. 河南农业科学, 2013, 42(1): 98-101.
- [3] 林玉红. 气温对兰州百合鳞茎粗淀粉累积含量的影响[J]. 甘肃农业科技, 2022, 53(1): 68-72.
- [4] 蔡文燕, 李媛媛, 张泽宏, 等. 水仙属植物的组织培养研究进展[J]. 闽南师范大学学报(自然科学版), 2021, 34(4): 84-91.
- [5] 李艳敏, 张晶, 王朝阳, 等. 渥丹组织培养技术研究[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(19): 52-55.
- [6] 潘佑找, 柯尊涛, 赵宇瑛. 不同外植体对兰州百合组织培养的影响[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(19): 242-245.
- [7] 樊敏, 唐亚玲, 王莉, 等. 兰州百合不同外植体植物组织培养[J]. 农业与技术, 2021, 41(18): 26-28.
- [8] 裴怀弟, 林玉红, 李淑洁, 等. 兰州百合组培小鳞茎诱导技术研究[J]. 甘肃农业科技, 2019(7): 29-32.