

刘高峰,巨秀婷,唐楠,等. 不同培养基质和肥力水平对兰州百合小鳞茎生长的影响[J]. 江苏农业学报, 2021, 37(3): 718-723.
doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2021.03.022

不同培养基质和肥力水平对兰州百合小鳞茎生长的影响

刘高峰^{1,2}, 巨秀婷^{1,2}, 唐楠^{1,2}, 唐道城^{1,2}

(1.青海大学高原花卉研究中心,青海 西宁 810016; 2.青海省园林植物研究重点实验室,青海 西宁 810016)

摘要: 为探究不同培养基质和肥力水平对兰州百合小鳞茎生长的影响,分别在5种培养基质中进行不同施肥水平试验,并连续2年对其主要形态指标进行测定。试验结果表明:培养基质中速效钾含量与小鳞茎周径、鲜质量、根数呈极显著正相关,基质可溶性盐浓度(EC值)与小鳞茎鲜质量、根长、根数呈极显著负相关。在进口草炭:蛭石:河沙=1:1:1(质量比)培养条件下,2019年的小鳞茎鲜质量为4.51 g,周径为6.39 cm,产量为2 560.33 g/m²,生长势表现最好,为小鳞茎看护培养的最佳种植条件。

关键词: 兰州百合; 小鳞茎; 培养基质; 施肥水平; 产量

中图分类号: S682.2⁺9 文献标识码: A 文章编号: 1000-4440(2021)03-0718-06

Effects of different media and fertility levels on the growth of bulblets of *Lilium davidii* var. *unicolor* Salisb

LIU Gao-feng^{1,2}, JU Xiu-ting^{1,2}, TANG Nan^{1,2}, TANG Dao-cheng^{1,2}

(1. Plateau Flower Research Center of Qinghai University, Xining 810016; 2. Key Laboratory of Qinghai Province for Landscape Plants Research, Xining 810016, China)

Abstract: In order to explore the effects of different culture media and fertility levels on the growth of Lanzhou lily bulblets, experiments of different fertilization levels were carried out in five culture media, and the main morphological indicators were measured for two consecutive years. The test results showed that the content of available potassium in the culture medium was in extremely significant positive correlation with the circumference, fresh weight and root number of the bulblets, and the soluble salt concentration (EC value) of the substrate was in extremely significant negative correlation with the fresh weight, root length and root number of the bulblets. Under the cultivation condition of imported peat: vermiculite: river sand = 1:1:1 (mass ratio), the fresh mass of bulblets was 4.51 g, the circumference was 6.39 cm, the yield was 2 560.33 g/m², and the growth vigor was the best, indicating the cultivation condition was the best for bulblets.

Key words: *Lilium davidii* var. *unicolor* Salisb; bulblet; culture matrix; fertility levels; yield

兰州百合(*Lilium davidii* var. *unicolor* Salisb)是百合科(Liliaceae)百合属(*Lilium*)川百合的变种,为多年生球根观赏花卉^[1]。兰州百合花色鲜艳绚丽,可用于观赏;鳞茎富含人体所需的营养元素,具有食

用、保健价值^[2]。兰州百合作为唯一的食用甜百合,是高原旱作条件下的特色产业。兰州百合目前主要分布在甘肃、青海、宁夏和新疆等地。近年来,兰州百合生产面积不断扩大,生产区域发展迅速,然而在有限的土地上无法实现轮作倒茬,农民世代种植导致土壤养分平衡被打破,病虫害频发且严重,鳞茎营养品质下滑,产量降低。因此,研究兰州百合配套栽培技术,提高兰州百合产量和品质是目前生产中亟待解决的问题。

收稿日期:2020-09-07

基金项目:青海省重点研发计划项目(2018-NK-102)

作者简介:刘高峰(1995-),男,湖北鄂州人,硕士研究生,主要从事园艺植物栽培与生理研究。(E-mail)957856097@qq.com

通讯作者:巨秀婷,(E-mail)juxiuting@163.com

兰州百合以无性繁殖为主,包括鳞茎自然繁殖、仔球繁殖、扦插繁殖、组培等。鳞片扦插是百合繁殖小鳞茎的重要方式,其操作简单,繁殖系数高,每一个小鳞茎都可以发育成为一个新个体。小鳞茎催培时间短,体积小,养分含量少,直接种植于大田时其生根率、出芽率低,生长缓慢。为提高小鳞茎质量可进行1~2年的看护培养,即在日光节能温室内采用适宜的培养基质,根据生长发育特性补充营养,促进小鳞茎快速生长,提高生根率、出芽率。本研究拟对小鳞茎看护培养的基质种类进行筛选,并设定不同肥力水平,观测不同培养基质、不同肥力条件下小鳞茎的生长势,通过多重比较优化小鳞茎高产栽培的看护培养环境,以期对兰州百合工厂化、规模化繁育

小鳞茎提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于2018-2019年在青海省互助县沙塘川农业示范园区(北纬36°84'20",东经101°95'50",海拔2490 m)的日光节能温室中进行,供试材料为兰州百合2018年经过鳞片繁殖的小鳞茎(直径0.5 cm)。栽培方式为兰州百合小鳞茎带鳞片在低槽内撒播,栽培槽面积为10 m²,种植密度为1 m² 200粒。试验肥料为:尿素(含N 46%)、磷酸二铵(含N 16%,含P₂O₅ 46%)、农用硫酸钾(含K₂O 48%)、铁肥(FeSO₄)、有机肥。试验共设8个处理,如表1显示。

表1 不同培养基质及肥力水平试验设计

Table 1 Experimental design of different media and fertility levels

处理	基质种类	肥力水平(g/m ²)
A1	羊板粪	0
A2	进口草炭:蛭石:河沙=1:1:1(质量比)	0
A3	露地园土	0
A4	草炭	有机肥:钾肥:磷肥:氮肥=1 500.00:45.83:12.50:25.00(质量比)
A5	草炭	有机肥:钾肥:磷肥:氮肥=500.00:45.83:12.50:25.00(质量比)
A6	草炭:羊板粪=1:1(质量比)	铁肥:钾肥=36.00:45.83(质量比)
A7	羊板粪	铁肥:钾肥=36.00:45.83(质量比)
A8	露地园土	铁肥:钾肥:磷肥:氮肥=36.00:45.83:12.50:25.00(质量比)

1.2 测定指标与方法

对8个处理下基质的容质量、总孔隙度、相对含水量、pH值、可溶性盐浓度(EC值)、速效氮含量、速效磷含量、速效钾含量进行测定。每个处理随机挖取1 m²小鳞茎,称鲜质量,折算产量。随机取30个小鳞茎,擦去鳞茎表面泥土杂质,逐一称鲜质量并测量周径,统计生根(根数、根长)情况,所有处理重复3次。于2018年10月、2019年10月分别取样。

1.3 数据处理与分析

采用Microsoft Excel 2010进行数据处理,使用SPSS 22.0软件完成数据分析。

2 结果与分析

2.1 不同培养基质的理化性质

适合农作物生长的培养基质容质量为0.10~0.80 g/m³,相对含水量为60.00%~80.00%,总孔隙

度为54.00%~96.00%^[3-4]。表2显示,本研究8个处理中,A2和A7处理的基质容质量最接近农作物生长要求,A8处理的基质容质量最大,达到1.50 g/m³。除A8和A3处理外,其他处理的总孔隙度均在适合农作物生长的范围内。A6处理的基质相对含水量可达到64.67%,其他处理的基质相对含水量均在60.00%以下,A8处理的基质相对含水量仅为11.67%。A2处理的基质EC值和pH值最低,显示偏酸性,其他处理的基质EC值均在0.85 mS/cm以上且pH值均在7.00以上,显示偏中性或碱性,A7处理的基质EC值最高,为1.07 mS/cm,A8处理的基质pH值最高,为7.88。A5处理的基质速效氮含量最高,但与A1、A2、A7处理的基质无显著差异。A4处理的基质速效磷含量最高。A2处理的基质速效钾含量最高,且均极显著高于其他处理的基质。综合考虑不同处理的培养基质理化性质,可以得出

A2 处理的培养基质更适合农作物生长。

表 2 不同处理的培养基质理化指标

Table 2 Physical and chemical indicators of different culture media

处理	容质量 (g/m ³)	总孔隙度 (%)	相对含水量 (%)	pH 值	可溶性盐浓度值 (mS/cm)	速效氮含量 (mg/kg)	速效磷含量 (mg/kg)	速效钾含量 (mg/kg)
A1	0.85CDcde	66.01ABCbc	58.67Aa	7.71Aab	0.97ABb	128.80Aab	64.80Cc	110.89CDc
A2	0.75Def	69.09ABab	21.33Cc	6.73Cd	0.31Cd	130.67Aab	63.62Cc	135.75Aa
A3	1.24Bb	53.03Dd	21.84Cc	7.44ABbc	0.86Bc	48.50Bd	62.74Cc	86.71Ee
A4	0.93Cc	63.15Bc	59.33Aa	7.17BCc	0.91Bbc	93.33ABbc	83.45Aa	103.81Dd
A5	0.80CDdef	67.33ABab	50.00ABa	7.13BCc	0.87Bbc	139.07Aa	76.02Bb	90.74Ee
A6	0.89CDed	64.58Bc	64.67Aa	7.66Aab	0.91Bbc	87.27ABbc	73.89Bb	124.12Bb
A7	0.69Df	71.298Aa	44.33Bb	7.57Aab	1.07Aa	138.14Aa	75.07Bb	114.07Cc
A8	1.50Aa	44.45Ee	11.67Cd	7.88Aa	0.90Bbc	60.83Bcd	62.48Cc	97.41Dd

A1~A8 见表 1。同列数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著 ($P<0.05$)；同列数据后不同大写字母表示不同处理间差异极显著 ($P<0.01$)。

2.2 不同处理兰州百合小鳞茎形态指标差异性分析

表 3 显示,兰州百合小鳞茎看护培养第一年(2018 年),A2 处理的小鳞茎周径最大,并极显著高于其他处理,其次为 A1 处理,A3 处理的周径最小。观察不同处理的小鳞茎鲜质量发现,A2 处理的小鳞茎鲜质量最高,为 2.48 g,显著高于其他处理,其次为 A8 处理,A3 处理的小鳞茎鲜质量最低,仅为 0.78 g。从小鳞茎生根情况来看,A2 处理的根数最多,达到 11.37 条,A8 处理次之,A4 处理的小鳞茎根数最少,为 6.64 条。A2、A5、A8 处理的小鳞茎根长均在 9 cm 以上。

兰州百合小鳞茎看护培养第二年(2019 年),A2 处理的小鳞茎周径最大,并极显著高于其他处理;其次为 A1 处理,但 A1、A4、A5、A6、A7、A8 处理之间无显著差异;A3 处理的小鳞茎周径最小,且极显著低于其他处理。根据不同处理的小鳞茎鲜质量可知,A2 处理的小鳞茎鲜质量可达 4.51 g,显著高于其他处理;A8 处理次之,但与 A1、A4、A5、A6、A7 处理无显著差异;A3 处理的小鳞茎鲜质量最小,仅为 1.27 g。A2、A5 处理的小鳞茎根长在 9 cm 以上,8 个处理的小鳞茎根数之间无显著性差异。

表 3 不同处理兰州百合小鳞茎形态指标

Table 3 Morphological indices of bulblets of *Lilium davidii* var. *unicolor* Salisb under different treatments

年份	处理	周径(cm)	鲜质量(g)	根长(cm)	根数(条)
2018 年	A1	4.18±0.17Bb	1.66±0.19Bbc	7.82±0.39Bbc	8.13±0.26CDcd
	A2	4.58±0.09Aa	2.48±0.12Aa	9.72±0.26Aa	11.37±0.27Aa
	A3	2.81±0.10Ff	0.78±0.08Cd	7.22±0.17Cc	7.02±0.04Ee
	A4	3.12±0.09EFef	0.81±0.11Cd	7.80±0.24BCc	6.64±0.09Ee
	A5	3.42±0.11DEce	1.13±0.14BCcd	9.69±0.07Aa	7.46±0.42DEde
	A6	3.98±0.05BCbc	1.45±0.06Bbc	8.08±0.43BCb	8.53±0.12BCDbc
	A7	4.03±0.15BCb	1.49±0.12Bbc	8.28±0.16BCb	8.61±0.40BCbc
	A8	3.93±0.13Cdc	1.84±0.16Bb	9.22±0.31ABa	9.26±0.28Bb
2019 年	A1	5.28±0.24Bb	2.84±0.21ABb	7.52±0.27Bbc	8.36±0.67a
	A2	6.39±0.15Aa	4.51±0.44Aa	11.51±0.90Aa	9.88±1.63a
	A3	3.92±0.09Cc	1.27±0.02Bc	8.34±0.06Bbc	8.07±0.13a
	A4	5.23±0.12Bb	2.92±0.23Ab	7.99±0.22Bbc	8.41±0.66a
	A5	4.70±0.37Bb	2.55±0.30ABb	9.13±1.19ABb	8.15±0.66a
	A6	5.04±0.10Bb	3.27±0.77Ab	6.14±0.69Cc	9.57±0.75a
	A7	4.78±0.18Bb	2.37±0.46ABb	7.27±0.04Bc	8.05±0.33a
	A8	5.16±0.34Bb	3.34±0.59Ab	8.21±0.36Bbc	8.03±0.93a

A1~A8 见表 1。相同年份同列数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著 ($P<0.05$),不同大写字母表示不同处理间差异极显著 ($P<0.01$)。

对比 2018 年和 2019 年小鳞茎的生长势可以看出,2019 年的小鳞茎周径和鲜质量大于 2018 年,但根长和根数并无明显差异。甚至出现小鳞茎的根长、根数 2019 年低于 2018 年的情况,这与采挖鳞茎过程中造成的根部机械损伤有关。

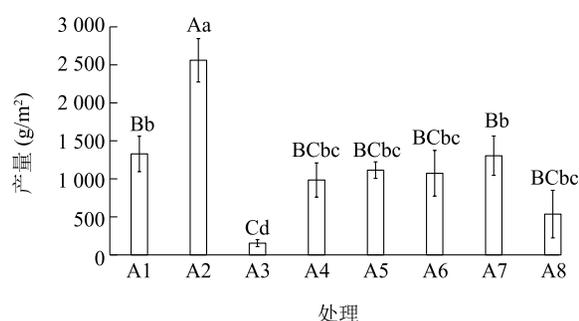
对小鳞茎的形态指标进行综合评价,2018 年、2019 年 A2 处理的小鳞茎的生长势均表现最佳,A1 处理的小鳞茎周径、质量也表现出较好的生长势。

2.3 不同处理兰州百合小鳞茎产量与分级比较

图 1 显示,A2 处理的兰州百合小鳞茎的产量最高,高达 2 560.33 g/m²,A1 处理次之,为 1 328.27 g/m²,A3 处理最低,仅为 154.49 g/m²,A2、A1、A3 处理间均存在极显著差异。A1、A4、A5、A6、A7、A8 处理间的产量均无显著差异,产量高低表现为 A1>A7>A5>A6>A4>A8,6 个处理的产量均显著高于 A3 处理。

图 2 显示,A2、A4 和 A7 处理的一级鳞茎占比较高,A2 和 A4 处理最高,均为 27.78%,A6 处理最低,仅为 13.33%;A4 处理的二级鳞茎占比最高,为

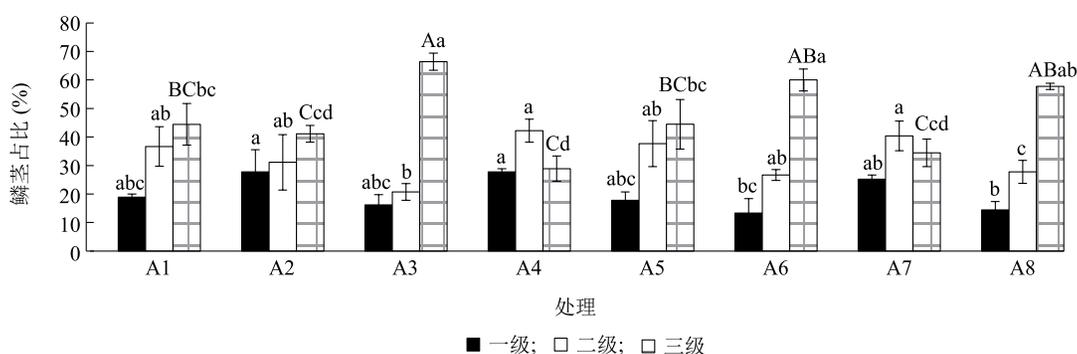
42.22%,A7 处理次之,为 40.37%,A3 处理最低,仅占 20.74%;A3 处理的三级鳞茎占比最高,高达 66.39%,其次为 A6 处理,为 60.00%,A4 处理最低,为 28.89%。A2 处理的兰州百合小鳞茎产量最高,一级鳞茎占 27.78%,二级鳞茎占 31.11%,三级鳞茎占 41.11%。



A1~A8 见表 1。图中不同小写字母表示不同处理间差异显著 ($P<0.05$),不同大写字母表示不同处理间差异极显著 ($P<0.01$)。

图 1 不同处理兰州百合小鳞茎产量

Fig.1 Yield of bulblets of *Lilium davidii* var. *unicolor* Salisb under different treatments



A1~A8 见表 1。图中不同小写字母表示同一指标不同处理间差异显著 ($P<0.05$);不同大写字母表示同一指标不同处理间差异极显著 ($P<0.01$)。

图 2 不同处理兰州百合小鳞茎各等级占比

Fig.2 Proportion of each grade of bulblets of *Lilium davidii* var. *unicolor* Salisb under different treatments

2.4 兰州百合小鳞茎形态指标与各影响因子的相关性分析

对小鳞茎形态指标和各影响因子进行相关性分析,结果(表 4)显示,小鳞茎周径与基质速效氮含量、速效钾含量呈正相关;小鳞茎鲜质量与速效钾含量呈正相关,与 EC 值、速效磷含量呈负相关;小鳞茎根长与基质 pH 值、EC 值呈负相关;根数与速效钾含量呈正相关,与速效磷含量、基质 EC 值呈负相关。所有影响因子中,只有基质速效钾含量与百合小鳞茎的周径、鲜质量、根数均呈极显著

正相关,基质 EC 值与小鳞茎鲜质量、根长、根数均呈极显著负相关。

3 讨论

施用合理配比的氮、磷、钾肥可以提高作物产量和品质^[5-8]。化肥种类对兰州百合产量的影响表现为:钾肥最大、氮肥次之、磷肥最小,施入适量钾肥可增加兰州百合产量,也可增加总糖及粗淀粉的含量^[9-10]。植株营养吸收的关键时期为幼苗期至现蕾期,鳞茎发育对钾的需求大于氮和磷^[11]。在本研究

中,基质速效钾含量与小鳞茎周径、鲜质量呈极显著正相关,说明兰州百合为喜钾作物。买自珍等^[12]在食用百合需肥规律的研究中得出兰州百合鳞茎对氮、磷、钾的需求比例为1.00:0.34:1.56(质量比);黄鹏^[13]在田间施肥试验中发现,最佳施肥方案为氮肥:150 kg/hm²,磷肥:75 kg/hm²,钾肥:150 kg/hm²;黄伟等^[14]发现,当田间食用百合施钾量达到81 kg/hm²时,可带来良好的经济效益。本研究

参照前人对兰州百合需肥规律的研究结果,将氮肥、磷肥、钾肥的基质施肥比例统一确定为氮:磷:钾=1.00:0.50:1.83(质量比)。不施肥的3个处理中,A2处理的小鳞茎各项指标在第一年、第二年均表现最佳,在实际生产中,如需在温室中进行兰州百合小鳞茎的看护培养,可以选择进口草炭:蛭石:河沙=1:1:1(质量比)的混合基质进行培养,无需施肥就能为小鳞茎提供最佳的生长条件。

表4 兰州百合小鳞茎形态指标与各影响因子的相关性

Table 4 Correlation between morphological indicators of *Lilium davidii* var. *unicolor* Salisb with various influencing factors

形态指标	基质容质量 (g/m ³)	总孔隙度 (%)	相对含水量 (%)	pH值	可溶性盐浓度 值(mS/cm)	速效氮含量 (mg/kg)	速效磷含量 (mg/kg)	速效钾含量 (mg/kg)
周径(cm)	-0.351	0.354	-0.042	-0.090	-0.375	0.448*	-0.302	0.799**
鲜质量(g)	-0.140	0.142	-0.312	-0.185	-0.598**	0.300	-0.496*	0.711**
根长(cm)	-0.122	0.118	-0.284	-0.423*	-0.526**	0.373	-0.098	0.229
根数(条)	-0.127	0.129	-0.392	-0.259	-0.683**	0.232	-0.486*	0.724**

*、** 分别表示在0.05、0.01水平上显著相关。

兰州百合适宜在肥沃、土质疏松、透气性好、利于排水的土壤中生长^[15-19]。兰州百合小鳞茎形态指标与各影响因子相关性分析结果表明,在兰州百合小鳞茎培养过程中,对氮肥、钾肥的需求量较大,对磷肥需求量较低。随着氮肥含量增加,小鳞茎的周径增加,当钾肥含量增加时,小鳞茎周径、鲜质量、根数也随之增加。培养基质pH值与小鳞茎根长呈负相关,EC值与小鳞茎鲜质量、根长、根数呈负相关。在兰州百合小鳞茎看护培养中,适宜的基质理化性质也是保证稳产的关键。

关于小鳞茎分级方面目前还没有通用标准,只有关于兰州百合种球的分级标准^[20],要求种球周径大于10 cm,不适用于小鳞茎分级。本研究为判断小鳞茎鲜质量的分布范围,根据单个小鳞茎鲜质量初步划分了分级标准:一级(≥4.80 g)、二级(2.00~4.79 g)、三级(≤1.99 g)。按照此标准,产量最佳的A2处理一级鳞茎占比27.78%,二级鳞茎占比31.11%,三级鳞茎占比41.11%,分布相对均匀,产量达2560.33 g/m²;A1处理产量较高,达1328.27 g/m²,其中一级鳞茎占比18.89%,二级鳞茎占比36.67%,三级鳞茎占比44.44%。本研究8个处理中,A3处理产量最低,其中一级鳞茎占比16.19%,二级鳞茎占比20.74%,三级鳞茎占比最高,达到66.39%,产量仅为154.49 g/m²。

对兰州百合小鳞茎看护培养过程中的基质理化性质、小鳞茎形态指标进行综合评价,发现在温室条件下,进口草炭:蛭石:河沙=1:1:1(质量比)的混合基质(不施肥)最适宜兰州百合小鳞茎看护培养,但进口草炭的成本较高,在实际生产过程中,可以用羊板粪代替。在露地园土条件下,按照铁肥:氮肥:磷肥:钾肥=36.00:45.83:12.50:25.00(质量比)的施肥水平进行小鳞茎看护培养,小鳞茎可以达到一个较好的质量以及产量。

参考文献:

- [1] 王生林,王明霞. 兰州百合产业发展的思考与对策[J]. 甘肃农业大学学报, 2002, 37(1): 82-87.
- [2] 孔宪武. 兰州植物通志[M]. 兰州: 甘肃人民出版社, 1958.
- [3] 陈鹏. 不同施肥水平对兰州百合植株农艺性状及产量的影响[J]. 新疆农垦科技, 2013, 36(2): 43-46.
- [4] 王亚军, 魏兴璇, 谢忠奎, 等. 不同基质对切花百合生长及种球的影响[J]. 西北农业学报, 2003, 12(4): 109-112.
- [5] 孙羲. 植物营养与肥料[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [6] 王朝梁, 陈中坚, 孙玉琴, 等. 不同氮磷钾配比施肥对三七生长及产量的影响[J]. 现代中药研究与实践, 2007, 21(1): 5-7.
- [7] 王超, 霍爱伟, 王季槐. 不同施肥配比对大豆生长的影响[J]. 山西农业大学学报, 2007, 27(5): 22-24.
- [8] 沙之敏, 边秀举, 郑伟, 等. 最佳养分管理对华北冬小麦养分吸收和利用的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(5): 1049-1055.
- [9] 林玉红, 石有太, 崔文娟, 等. 不同肥料配比对旱地兰州百合产

- 量、品质及养分累积的影响[J].干旱地区农业研究,2013,31(5):186-190.
- [10] 林玉红,郭凤霞,罗俊杰,等.不同施氮水平对旱地兰州百合养分累积与氮肥利用的影响[J].草业学报,2011,20(2):101-108.
- [11] 孙红梅,李天来,李云飞.兰州百合发育过程中植株及鳞茎内氮磷钾的吸收与分配规律[J].中国农学通报,2004,20(5):206-208.
- [12] 买自珍,黄玉库.食用百合需肥规律的研究[J].宁夏农林科技,1993(1):19-22.
- [13] 黄 鹏.施钾对不同栽培模式兰州百合植株生长及鳞茎产量的影响[J].甘肃农业大学学报,2007,42(1):41-44.
- [14] 黄 伟,张晓光,李文杰,等.施用钾肥对食用百合光合作用、产量和经济效益的影响[J].干旱地区农业研究,2009,27(3):163-167.
- [15] 郝瑞杰,练从龙.不同处理对兰州百合子球根系生长的影响[J].西北林学院学报,2013,28(2):105-108.
- [16] 郭世荣.无土栽培学[M].北京:中国农业出版社,2011.
- [17] 谢德体,蒋先军,王昌全.土壤肥科学[M].北京:中国林业出版社,2015.
- [18] 巨秀婷,梁银娟,唐 楠,等.基于正交设计优化兰州百合鳞片埋培环境条件[J].南方农业学报,2020,51(6):1392-1399.
- [19] 崔光芬,段 青,杜文文,等.食用百合生态适应性及离体繁殖差异[J].江苏农业科学,2019,47(22):196-199.
- [20] 王伟东,杨迎东,胡新颖,等.百合种球无土栽培繁育技术[J].北方园艺,2016(13):75-76.

(责任编辑:王 妮)