

植物生长调节剂对兰州百合鳞片扦插繁殖的影响

张 丹¹, 赵 洁¹, 安小勇², 晋小军¹

(1. 甘肃农业大学 植物生产类实验教学中心, 甘肃农业大学 农学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 兰州大学 药学院, 甘肃 兰州 730020)

摘 要:以兰州百合为试材, 采用单因素随机区组设计和正交设计, 研究了 NAA、IAA、IBA、6-BA、2,4-D、GA₃ 6 种植物生长调节剂及 6-BA、NAA、2,4-D 不同浓度配合对其鳞片扦插繁殖小鳞茎的影响。结果表明:植物生长调节剂能促进兰州百合鳞片扦插繁殖小鳞茎。180 d 后, 200 mg/L IBA 处理的百合鳞片扦插繁殖系数最高, 达到 5.50, 比对照高 153.46%。综合分析, 在激素配合处理中, 6-BA 20 mg/L+NAA 200 mg/L+2,4-D 30 mg/L 处理, 繁殖系数最高, 平均为 2.20; 6-BA 10 mg/L+NAA 100 mg/L+2,4-D 20 mg/L 处理, 生成的小鳞茎重量最大, 平均为 1.83 g/瓣, 产量最高, 为 3.16 g/个。

关键词:兰州百合; 植物生长调节剂; 鳞片扦插; 小鳞茎

中图分类号:S 682.2⁺65 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)20-0068-04

兰州百合(*Lilium davidii* var. *unicolor*)属多年生鳞茎类的草本植物, 是百合科川百合的变种^[1]。兰州百合个头大、味香甜、纤维少、营养丰富、洁白如玉, 备受人们的青睐, 在国内外享有很高的知名度^[2]。兰州百合中含有的百合皂甙、秋水仙碱等多种药用成分以及维生素、矿质元素、氨基酸等, 具有良好的营养滋补之功效^[3]。有研究表明, 百合多糖具有明显的降血糖功能^[4]。

近年来, 兰州百合的市场需求量不断增加, 种植面积不断扩大, 导致百合母籽供不应求。在甘肃栽培历史中兰州百合以无性繁殖进行生产, 繁殖方式有小鳞茎分株繁殖和单鳞片扦插^[5]。生产中应用广泛的是小鳞茎分株繁殖, 简单易行, 但繁殖系数非常低, 且长期进行无

性繁殖容易导致病毒积累、品种退化和分瓣现象的增加^[6]。种球鳞片扦插是百合种球繁殖的一种重要方法, 其优点是可以保持品种的特性, 繁殖速度快, 繁殖系数高。王爱勤等^[7]研究了百合鳞片发育程度、切割方式及晾晒处理天数等因素对鳞茎形成的影响; 魏洪涛^[8]研究了不同鳞片重量及扦插基质对百合鳞片扦插繁殖的影响。植物生长调节剂方面, 赵莉等^[9]研究发现植物生长调节剂能提高百合的光合作用能力; 孙红梅等^[10]研究发现 IBA 能显著提高东方百合‘Sorbonne’鳞片的繁殖系数; 蔡宣梅等^[11]、Blankenship 等^[12]研究发现复合生长调节剂可以使百合植株提前开花; 周秀玲等^[13]研究了不同植物生长调节剂对卷丹百合鳞片扦插繁殖的影响, 而鲜见关于植物生长调节剂影响兰州百合繁殖的研究。

现以兰州百合为试材, 利用植物生长调节剂处理百合鳞片, 研究了 NAA、IAA、IBA、6-BA、2,4-D、GA₃ 6 种植物生长调节剂及 6-BA、NAA、2,4-D 不同浓度配合对其鳞片扦插繁殖小鳞茎的影响, 以期提高兰州百合鳞片扦插的繁殖系数, 促进小鳞茎生长, 为兰州百合母籽的繁育提供技术支撑。

第一作者简介:张丹(1989-), 女, 甘肃庆阳人, 硕士研究生, 现主要从事药用植物资源与利用等研究工作。E-mail: 659694548@qq.com.

责任作者:晋小军(1965-), 男, 甘肃天水人, 硕士, 研究员, 硕士生导师, 现主要从事药用植物资源与利用及旱地农业推广与研究工作。E-mail: jingxj@gsau.edu.cn.

收稿日期:2014-05-27

1 500 倍液防治轮纹病, 77%可杀得可湿性粉剂 800 倍液防治叶尖枯斑病; 叶片细菌病主要为褐斑病, 可用 50%代森铵水剂、72%农用硫酸链霉素 1 000 倍液防治; 叶片病毒病主要是花叶病, 可用 1.5%植病灵乳油 800~1 000 倍液, 或是 5%菌毒清水剂 300~500 倍液防治。花梗主要有因真菌引起的花梗霉腐病, 可用 40%百可得可湿性粉剂 1 500 倍液, 或是 50%施保功可湿性粉剂 2 000 倍液防治。假鳞茎的真菌病主要有白绢病、枯萎

病、立枯病疫病等, 可用 20%甲基立枯灵乳油 600~800 倍液防治白绢病, 75%敌克松 800~1 000 倍液防治枯萎病, 25%施保克乳油 800~1 000 倍液防治立枯病, 25%甲霜灵 800 倍液防治疫病; 对于因细菌引起的假鳞茎软腐病, 可用 50%代森铵水剂、72%农用硫酸链霉素 1 000 倍液防治。根部病害主要是因线虫引起的根腐病, 可用 40%克线磷乳剂 1 000 倍液, 20%益舒宝颗粒或 10%米尔颗粒每盆 2~3 g 防治。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为当地无病虫害、健壮的优质兰州百合母籽,剥去外围腐烂或干枯的鳞片,从百合鳞茎基部将鳞片剥下,选取健壮、无创伤、无病虫害,长度为2~3 cm的中层鳞片,用清水冲洗干净,备用。

1.2 试验方法

试验于2012年4—10月在甘肃省临夏市永靖县良种场进行。

1.2.1 植物生长调节剂对鳞片扦插繁殖小鳞茎的影响

将备用的百合鳞片用浓度分别为50、100、200、300 mg/L的萘乙酸(NAA)、3-吲哚乙酸(IAA)、3-吲哚丁酸(IBA)、6-苄氨基嘌呤(6-BA)、2,4-二氯苯氨基乙酸(2,4-D)、赤霉素(GA₃)6种激素进行处理,共24个处理,以清水为对照(CK),浸泡2 h后晾干定植于基质(含水量为60%的蛭石粉)中,深度3 cm,每处理300瓣,3次重复。

1.2.2 植物生长调节剂配合处理对鳞片扦插的影响

试验采用L₉(3³)正交组合设计(表1),6-BA、NAA、2,4-D和浓度分别设置3个水平。将备用的百合鳞片用不同浓度的6-BA、NAA、2,4-D配合液浸泡2 h,以清水浸泡鳞片为对照(CK)。将处理后的鳞片晾干后定植于基质(含水量为60%的蛭石粉)中,深度3 cm,每处理300瓣,3次重复。

表1 L₉(3³)正交实验设计

Table 1 The orthogonal design L₉(3³)

处理号 Experiment No.	因素 Factor A(6-BA) /(mg·L ⁻¹)	因素 Factor B(NAA) /(mg·L ⁻¹)	因素 Factor C(2,4-D) /(mg·L ⁻¹)	试验设计 Design of experiment
CK	0	0	0	CK
1	10	50	10	A ₁ B ₁ C ₁
2	10	100	20	A ₁ B ₂ C ₂
3	10	200	30	A ₁ B ₃ C ₃
4	20	50	20	A ₂ B ₁ C ₂
5	20	100	30	A ₂ B ₂ C ₃
6	20	200	10	A ₂ B ₃ C ₁
7	30	50	30	A ₃ B ₁ C ₃
8	30	100	10	A ₃ B ₂ C ₁
9	30	200	20	A ₃ B ₃ C ₂

1.3 项目测定

繁殖系数=小鳞茎总数/处理鳞片总数^[14]。鳞茎重量:随即选取10个小鳞茎,测总重量,重复3次取平均值。每个百合鳞片的平均生产量=繁殖系数×平均重量。

1.4 数据分析

试验数据采用SPSS 17.0和Excel软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同植物生长调节剂及浓度对兰州百合鳞片扦插

繁殖小鳞茎的影响

2.1.1 不同植物生长调节剂对鳞片繁殖系数、生产量和小鳞茎重量的影响 由表2可知,经过不同植物生长调节剂对百合鳞片浸泡处理,计算同种植物生长调节剂不同浓度下鳞片繁殖系数的平均值,与对照相比,除了GA₃,其余5种植物生长调节剂不同浓度处理后的鳞片繁殖系数平均值均高于对照。IBA处理的繁殖系数平均值最高为4.65,比对照高114.29%,其次是2,4-D>IAA>NAA>6-BA>GA₃,相同浓度的不同植物生长调节剂之间对百合鳞片繁殖系数影响差异显著,只有50 mg/L GA₃和300 mg/L 6-BA处理的繁殖系数低于对照,分别比对照低23.04%和12.44%;与对照相比,生成小鳞茎重量大部分低于对照(除了50 mg/L IAA、100 mg/L 6-BA、50 mg/L GA₃和100 mg/L GA₃),表明使用植物生长调节剂后对小鳞茎的重量有抑制作用,综合分析得出抑制顺序依次为:2,4-D>IBA>NAA>6-BA>GA₃>IAA,低浓度的GA₃对小鳞茎重量的增加

表2 不同植物生长调节剂及浓度对鳞片扦插繁殖小鳞茎的影响

Table 2 The influence of different plant growth regulators and concentrations on small bulblet from scale

处理 Treatment	繁殖系数 Reproduction coefficient	重量 Weight/(g·瓣 ⁻¹)	生产量 Production/(g·个 ⁻¹)
CK	2.17±0.010m	1.29±0.036abc	2.79±0.046k
NAA ₁	2.67±0.007ij	1.09±0.055cdef	2.90±0.057j
NAA ₂	3.00±0.071g	1.08±0.043cdef	3.25±0.045gh
NAA ₃	3.53±0.035de	1.19±0.057bcd	4.16±0.046cd
NAA ₄	2.77±0.070h	0.88±0.065ghi	2.44±0.045l
2,4-D ₁	3.57±0.032d	0.95±0.040fghi	3.39±0.035f
2,4-D ₂	3.97±0.046c	0.99±0.055efgh	3.92±0.287e
2,4-D ₃	3.47±0.056e	0.97±0.054efgh	3.36±0.056fg
2,4-D ₄	2.10±0.057m	0.57±0.044k	1.20±0.060p
IAA ₁	2.80±0.036hi	1.46±0.081a	4.08±0.061d
IAA ₂	3.13±0.040f	1.20±0.030bcd	3.77±0.050e
IAA ₃	3.47±0.045e	1.21±0.046bcd	4.18±0.057cd
IAA ₄	2.73±0.046hi	0.98±0.043efgh	2.69±0.070k
IBA ₁	3.83±0.035c	1.16±0.045cde	4.43±0.055a
IBA ₂	3.85±0.061c	1.14±0.024cdef	4.37±0.045ab
IBA ₃	5.50±0.060a	0.78±0.026ij	4.29±0.070bc
IBA ₄	5.40±0.070b	0.63±0.042jk	3.42±0.065f
6-BA ₁	2.73±0.030hi	1.13±0.035cdef	3.08±0.070i
6-BA ₂	2.43±0.044k	1.31±0.040abc	3.19±0.075hi
6-BA ₃	2.63±0.015j	1.04±0.034defg	2.73±0.046k
6-BA ₄	1.90±0.117n	0.93±0.051fghi	1.77±0.056o
GA ₃ (1)	1.67±0.042o	1.35±0.036ab	2.26±0.045m
GA ₃ (2)	2.10±0.056m	1.45±0.040a	3.04±0.070ij
GA ₃ (3)	2.30±0.060l	0.87±0.035ghi	1.97±0.040n
GA ₃ (4)	2.50±0.062k	0.84±0.015hi	2.10±0.091lm

注:表中数值为平均值±标准差,同列不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。下同。

Note: Data are mean values±SD of three repetitions in the same treatment, the different lowercase letters in the same column show significant difference at 0.05 level. The same below.

有显著作用。不同植物生长调节剂随着浓度的升高抑制作用有所不同,抑制作用最强的是 2,4-D,小鳞茎的重量比对照低 56%,没有抑制作用的 100 mg/L GA_3 小鳞茎的重量为 1.45 g/瓣,比 2,4-D 高 154.49%;同种植物生长调节剂不同浓度下鳞片平均生产量与对照相比,除了 6-BA 和 GA_3 ,其余处理均高于对照,影响顺序依次为 IBA>IAA>NAA>2,4-D>CK>6-BA> GA_3 ,其中 50 mg/L IBA 处理的小鳞茎生产量最大,为 4.43 g/个,比对照高 58.78%,比生产量最低的 300 mg/L 2,4-D 处理(对小鳞茎重量抑制作用最强)高出 269.17%。

2.1.2 不同浓度植物生长调节剂对百合鳞片繁殖系数、生产量和小鳞茎重量的影响 不同浓度下同种植物生长调节剂对兰州百合鳞片的繁殖系数、生产量和小鳞茎重量的影响有显著差异。在 50~300 mg/L 浓度范围内,IBA、IAA、NAA、2,4-D 4 种植物生长调节剂对鳞片繁殖系数的影响呈抛物线型(GA_3 呈直线型),如 IBA 浓度 200 mg/L 时繁殖系数为 5.50,比 50 mg/L 处理高 43.60%。不同浓度对小鳞茎重量的抑制作用表现为浓度越高抑制作用越大,如 GA_3 ,300 mg/L 处理比 100 mg/L 小鳞茎重量下降了 42.07%。浓度对鳞片生产量的影响规律与繁殖系数相同,受小鳞茎重量的影响,IBA 在 50~300 mg/L 范围内,生产量呈下降趋势,与繁殖系数不相符,但是整体还是显著高于其它处理。

2.2 植物生长调节剂配合对百合鳞片扦插繁殖小鳞茎的影响

通过对表 3 中百合鳞片繁殖系数、生产量和小鳞茎的重量进行方差分析,发现植物生长调节剂配合对百合鳞片扦插繁殖小鳞茎的繁殖系数、生产量和小鳞茎的重量有一定的影响,但是差异不显著。

表 3 植物生长调节剂配合对鳞片扦插繁殖小鳞茎的影响

Table 3 The influence of cooperation of plant growth regulator on small bulblet from scale

处理 Treatment	繁殖系数 Reproduction coefficient	重量 Weight/(g·瓣 ⁻¹)	生产量 Production/(g·个 ⁻¹)
CK	1.97±0.031c	1.25±0.015f	2.46±0.021e
1	1.77±0.030e	1.71±0.017b	3.03±0.046b
2	1.73±0.025e	1.83±0.006a	3.16±0.025a
3	2.20±0.038a	1.30±0.031de	2.85±0.026c
4	2.23±0.020a	1.17±0.025g	2.61±0.022d
5	2.00±0.025c	1.34±0.056c	2.67±0.024d
6	2.13±0.028b	1.36±0.025cd	2.89±0.015c
7	1.73±0.021e	1.12±0.023g	1.95±0.025f
8	1.83±0.025d	1.29±0.046ef	2.37±0.027e
9	1.86±0.015d	1.41±0.020c	2.58±0.020d

从表 4 中选择繁殖系数平均数大的水平 A_2 、 B_3 、 C_3 组合成最优水平组合 $A_2B_3C_3$,即植物生长调节剂组合为 6-BA 20 mg/L+NAA 200 mg/L+2,4-D 30 mg/L 时繁殖系数达到最大值;影响生产量的最优组合为 $A_1B_2C_1$;影响小鳞茎重量的最优水平组合为 $A_1B_2C_2$ (处理 2)。由于 $A_2B_3C_3$ 和 $A_1B_2C_1$ 在该试验中正交设计未设计到,因此结合多重比较结果,并考虑到扦插繁殖的目的是获得更高的繁殖系数,再综合考虑生产量和小鳞茎重量,得出该试验中的最优组合为 $A_1B_3C_3$ (处理 3),即植物生长调节剂组合为 6-BA 10 mg/L+NAA 200 mg/L+2,4-D 30 mg/L。

表 4 繁殖系数、小鳞茎重量、生产量直观分析

Table 4 Direct-viewing analysis of propagation coefficient, small bulb weight and production

因素 Factor	繁殖系数 Reproduction coefficient			小鳞茎重量 Weight			生产量 Production		
	Y_1	Y_2	Y_3	Y_1	Y_2	Y_3	Y_1	Y_2	Y_3
A	1.90	2.12	1.80	1.61	1.29	1.27	3.01	2.72	2.30
B	1.91	1.86	2.06	1.33	1.48	1.35	2.53	2.78	2.77
C	1.91	1.93	1.98	1.45	1.47	1.25	2.76	2.73	2.49

注: Y_1 、 Y_2 、 Y_3 分别为各因素水平 1、水平 2 和水平 3 的均值。

Note: Y_1 , Y_2 , Y_3 indicate the average of level 1, level 2 and level 3, respectively.

3 结论与讨论

6 种植物生长调节剂及不同浓度浸泡处理兰州百合鳞片,对其扦插繁殖有一定的影响。植物生长调节剂对繁殖系数影响顺序依次为 IBA>2,4-D>IAA>NAA>6-BA> GA_3 ,IBA、IAA、NAA、2,4-D 等 4 种植物生长调节剂对鳞片繁殖系数的影响呈抛物线型(GA_3 呈直线型),其中 200 mg/L IBA 繁殖系数最高,为 5.50,是对照的 2.53 倍,其次是 300 mg/L IBA,繁殖系数达到了 5.40,这与孙红梅等^[15]研究发现 IBA 处理可提高东方百合鳞片的繁殖系数和整齐度相符合。

与繁殖系数相反,植物生长调节剂对生成的小鳞茎重量有抑制作用,抑制顺序依次为:2,4-D>IBA>NAA>6-BA> GA_3 >IAA,低浓度 GA_3 却有利于小鳞茎的增大,这与孙红梅等^[16]研究 GA_3 和 IBA 对兰州百合鳞片扦插繁殖影响结果相符;浓度越大,越不利于小鳞茎的增大,说明植物生长调节剂不利于小鳞茎的增大。50~100 mg/L IBA 处理时小鳞茎的生产量最大,为 4.43~4.37 g/个,该处理下小鳞茎的平均重量 1.22 g/瓣仅次于 50~100 mg/L GA_3 下的 1.4 g/瓣。综合分析后可知,6 种植物生长调节剂中对百合鳞片扦插繁殖小鳞茎效果最好的是 IBA,且最适浓度范围为 100~200 mg/L。

应用组织培养中常用的 3 种植物生长调节剂配合处理百合鳞片,综合分析表明,在所有处理中,6-BA 10 mg/L+NAA 200 mg/L+2,4-D 30 mg/L 组合对百

合鳞片扦插繁殖小鳞茎效果最佳,不仅提高了繁殖系数,而且有利于小鳞茎的增大,桑林等^[17]以麝香百合为试材研究发现,6-BA 和 NAA 配合能显著提高鳞片扦插的繁殖系数。

适当浓度的植物生长调节剂可以增加鳞片的繁殖系数^[14],但繁殖系数增加的同时,对繁殖的小鳞茎的生长有明显的抑制作用。植物生长调节剂配合处理时,降低单种植物生长调节剂的浓度,可以提高繁殖系数^[18],同时也减小对小鳞茎的抑制作用,但繁殖系数没有单种高浓度植物生长调节剂处理时高。可以适当的增加植物生长调节剂配合处理中单种因素的浓度,以达到最大生产量。

参考文献

- [1] 冯亦平,王岩花,张利平,等.兰州百合叶片快速繁殖体系的建立[J].农业与技术,2009,29(1):40-43.
- [2] 林玉红.钾肥施用量对兰州百合生长、养分吸收剂品质的影响[J].草业学报,2012,21(1):141-148.
- [3] 黄鹏.施肥对兰州百合植株生长及鳞茎产量的影响[J].植物营养与肥料学报,2007,13(4):753-756.
- [4] 刘成梅,付桂明,涂宗材,等.百合多糖降血糖功能研究[J].食品科学,2002,23(6):113-114.
- [5] 赵秀芳,赵彦杰,张素凤.食用百合的繁殖与高产栽培技术[J].吉林蔬菜,2002(6):14-16.
- [6] 孙红梅,贾子坤,陆阳,等.百合鳞片扦插繁殖的研究进展[J].北方园艺,2009(2):141-146.
- [7] 王爱勤,何龙飞,盛玉萍,等.百合鳞片不同处理与鳞茎形成关系的研究[J].广西农业生物科学,2003,22(3):182-185.
- [8] 魏洪涛.不同鳞片重量对百合鳞片扦插繁殖的影响[J].科学之友,2011,20(3):144-146.
- [9] 赵莉,潘远智,朱娟,等.6-BA,GA₃和 IBA 对香水百合叶绿素含量及抗氧化酶活性的影响[J].草业学报,2012,21(5):248-256.
- [10] 孙红梅,陆阳,王春夏. GA₃、IBA 以及两张基质对东方百合‘Sorbonne’鳞片繁殖的影响[J].西北农业学报,2009,18(3):234-239.
- [11] 蔡宣梅,林真,郑大江,等.东方百合“Sorbonne”花期化学调控技术研究[J].中国农学通报,2006,22(6):280-282.
- [12] Blankenship S M, Bailey D A, Miller J E. Effects of continous low levels of ethylene on growth and flowering of Easter lily[J]. Scientia Horticulturae, 1993,53(4):311-317.
- [13] 周秀玲,李家敏.不同植物生长调节剂对卷丹百合鳞片扦插繁殖的影响研究[J].种子,2011,30(12):38-40.
- [14] 李林栖,孙红梅.植物生长调节剂对百合鳞片扦插繁殖的影响[J].安徽农业科学,2007,35(18):5396-5397,5399.
- [15] 孙红梅,谢佳,王春夏,等. GA₃、IBA 以及变温处理对东方百合鳞片扦插繁殖及淀粉降解的影响[J].园艺学报,2010,37(12):1109-1116.
- [16] 孙红梅,陶文玲,王春夏,等.锯木屑和草炭基质及 GA₃、IBA 植物生长调节剂对兰州百合鳞片扦插繁殖的影响[J].沈阳农业大学学报,2009,40(2):160-164.
- [17] 桑林,林卫东,谢庆华.激素对百合扦插繁殖的影响研究[J].西南农业学报,2006,19(3):473-475.
- [18] 孙红梅,张静,李雪艳,等.光暗不同培养条件下植物生长调节剂对亚洲百合鳞茎诱导的影响[J].沈阳农业大学学报,2011,42(5):549-554.

Effect of Plant Growth Regulators on Scale Cutting Propagation of *Lilium davidii* var. *unicolor*

ZHANG Dan¹, ZHAO Jie¹, AN Xiao-yong², JIN Xiao-jun¹

(1. College of Agronomy, Plant Production Experiment Center, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070; 2. College of Pharmacy, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730020)

Abstract: Taking *Lilium davidii* var. *unicolor* as materials, using single factor randomized block design and orthogonal design, the influence of different concentrations of NAA, IAA, IBA, 6-BA, 2,4-D, GA₃ and 6-BA, NAA, 2,4-D cooperate on scale cutting propagation of *Lilium davidii* var. *unicolor* were studied. The results showed that plant growth regulators could promote scale cutting propagation of *Lilium* bulblets. After 180 days, the treatment of 200 mg/L IBA, the propagation coefficient was the highest and reached 5.50, it was higher (153.46%) than CK. Consider comprehensively. In all of hormone cooperating, the combination genetrated the biggest propagation coefficient was 6-BA 20 mg/L+NAA 200 mg/L+2,4-D 30 mg/L, the propagation coefficient was 2.20. The combination genetrated the biggest quality and production of bulb was 6-BA 10 mg/L+NAA 100 mg/L+2,4-D 20 mg/L, the biggest quality was 1.83 g each one bulb and production was 3.16 g each scale.

Keywords: *Lilium davidii* var. *unicolor*; plant growth regulators; scale cutting; bulblet