

7种大量养分对非洲菊组培苗生长和繁殖的影响

曹荣祥, 高年春, 张晓燕, 林久军, 王苏宁, 毛秋生

(江苏丘陵地区南京农业科学研究所, 江苏南京 210046)

摘要: 采用正交设计, 研究了7种大量养分对非洲菊组培苗植株鲜重及增殖系数的影响。结果表明: 在25个试验因素中, NO_3^- 、 PO_4^{3-} 、 K^+ 、 NO_3^- 与 SO_4^{2-} 交互、 NH_4^+ 与 K^+ 交互等5个因素对组培苗鲜重有显著影响, 有利于增加组培苗鲜重的大量养分组合为 NO_3^- 40 mmol/L、 NH_4^+ 4 mmol/L、 K^+ 25 mmol/L、 PO_4^{3-} 5 mmol/L、 Ca^{2+} 1 mmol/L、 Mg^{2+} 1 mmol/L、 SO_4^{2-} 5 mmol/L; NO_3^- 与 PO_4^{3-} 交互、 PO_4^{3-} 、 NH_4^+ 、 K^+ 与 PO_4^{3-} 交互等4个因素对组培苗增殖系数有显著影响, 有利于提高组培苗增殖系数的大量养分组合为 NO_3^- 20 mmol/L、 NH_4^+ 4 mmol/L、 K^+ 25 mmol/L、 PO_4^{3-} 5 mmol/L、 Ca^{2+} 1 mmol/L、 Mg^{2+} 1 mmol/L、 SO_4^{2-} 1 mmol/L。

关键词: 大量养分; 非洲菊; 组培苗; 植株鲜重; 繁殖系数

中图分类号: S682.1+10.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-1302(2007)06-0171-04

非洲菊 (*Gerbera jamesonii*) 为菊科大丁草属的一种多年生草本花卉, 品种繁多、花色艳丽、花形独特, 世界各地广泛栽培。组织培养是非洲菊优质种苗生产的主要方式, 基本培养基一直沿用由 Murashige 和 Skong 于 1962 年为烟草细胞培养而设计的配方——简称 MS 培养基^[1]。但是植物的种类不同, 培养的组织细胞所需要的各种养分的量, 特别是大量养分的量是有差异的, 同时对离子的形式也有不同要求^[2]。随着非洲菊品种的不断更新以及对生产工艺要求的进一步提高, 研究更为有效的基本培养基配方显得尤为迫切。雷加容等^[3]研究发现, 1/2MS培养基比全量 MS 培养基更利于非洲菊愈伤组织和根系的诱导; Partha - Sarathy 等^[4]认为 B_5 是非洲菊愈伤组织成苗的最佳培养基; 彭儒胜等^[5]研究了 MS、SH、 B_5 等3种基本培养基对非洲菊愈伤组织继代的影响, 认为基本培养基的种类对愈伤组织继代的影响很大, SH 为最佳培养基, 但所有研究均未涉及培养基中各养分及其相互作用对非洲菊组培苗生长与繁殖的影响。本试验研究了7种大量养分离子 NO_3^- 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 PO_4^{3-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 等对非洲菊组培苗植株鲜重和增殖系数的影响, 以期

为非洲菊组织培养工艺的优化提供一定依据。

1 材料与方法

1.1 材料

非洲菊组培苗由江苏丘陵地区南京农业科学研究所组培中心提供, 品种为从荷兰引进的 Tiramisù (黄色黑心)。用于培养基配制的化学药品 NaNO_3 、 NH_4Cl 、 KCl 、 $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 CaCl_2 、 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、 Na_2SO_4 、铁盐、微量元素、有机添加物、激素、蔗糖、琼脂等均为市售分析纯。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验采用7因素2水平正交设计 $L_{32}(2^7)$, 大量养分的用量水平是参考几种常用培养基 (White、Heller、MS、ER、 B_5 、Nitsch、NT 培养基等) 确定的 (表1)。试验用培养基中铁盐、微量元素、有机添加物等参照 MS 培养基, 蔗糖为 30.0 g/L, 激素为 6-BA 0.4 mg/L + IAA 0.1 mg/L, 琼脂为 7.0 g/L。选择个体相同的非洲菊组培苗, 在无菌操作台上随机接种至32个不同处理的培养基上, 每处理5瓶, 每瓶接种5株, 置于光照 12 h/d、温度 (25 ± 1) °C 的环境条件下培养 30 d。

1.2.2 非洲菊组培苗植株鲜重的测定 将经 30 d 培养的非洲菊组培苗从瓶中取出, 每处理随机抽取 3 株, 洗净琼脂后用吸水纸吸干植株表面附着的水分, 分别称重 (g/株), 取平均值。

1.2.3 非洲菊组培苗增殖系数的测定 非洲菊组培苗经 30 d 增殖培养后, 会从每株幼苗基部产生较

收稿日期: 2007-07-11

基金项目: 南京市科技兴农项目 (编号: 200305052)。

作者简介: 曹荣祥 (1971—), 男, 江苏高邮人, 助理研究员, 从事园艺作物组织培养与栽培技术研究。Tel: (025) 85860026; E-mail: caorongxing2006@yahoo.com.cn。

表1 培养基中7种养分离子 $L_{32}(2^{31})$ 正交试验因素水平

水平	因素 (mmol/L)						
	NO_3^- (A)	NH_4^+ (B)	K^+ (C)	PO_4^{3-} (D)	Ca^{2+} (E)	Mg^{2+} (F)	SO_4^{2-} (G)
1	20	4	10	1	1	1	1
2	40	20	25	5	3	5	5

多新的个体,计数称重后组培苗的新个体数,取平均值作为增殖系数。

2 结果与分析

2.1 大量养分对非洲菊组培苗植株鲜重的影响

植株鲜重是评价非洲菊组培苗质量高低的重要指标。由方差分析结果(表2)可见,在试验所考察的25个因素中,A、C、D对植株鲜重的影响为极显著, $A \times G$ 、 $B \times C$ 为显著,其他因素均不显著,5个显著因素的主次排序为 $A > D > C > A \times G > B \times C$ 。表明大量养分 NO_3^- 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 PO_4^{3-} 、 SO_4^{2-} 的用量对非洲菊组培苗植株鲜重有显著影响,其中 NO_3^-

与 SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 与 K^+ 之间存在着明显的相互作用。因素A、C、D的最佳水平由极差分析结果直接确定,A、C、D均以取2水平最好(表3)。B、G最佳水平分别由B与C、G与A的搭配效果以及A、C的最佳水平共同决定,由表4可得, B_1C_2 和 A_2G_2 在各自所有4种搭配中,组培苗的植株鲜重最大,即B、G的最佳水平分别为1水平和2水平。E、F的用量水平则可任选,从节约角度来说,均取1水平。因此,生产上宜采用 $A_2B_1C_2D_2E_1F_1G_2$ (NO_3^- 40 mmol/L、 NH_4^+ 4 mmol/L、 K^+ 25 mmol/L、 PO_4^{3-} 5 mmol/L、 Ca^{2+} 1 mmol/L、 Mg^{2+} 1 mmol/L、 SO_4^{2-} 5 mmol/L)的大量养分组合来增加非洲菊组培苗的植株鲜重。

表2 非洲菊组织培养7种大量养分 $L_{32}(2^{31})$ 正交试验方差分析

变异来源	植株鲜重				增殖系数			
	SS	df	MS	F	SS	df	MS	F
A	2.60	1	2.60	65.00**	0.09	1	0.09	0.43
B	0.07	1	0.07	1.75	1.24	1	1.24	5.90*
A×B	0.04	1	0.04	1.00	0.02	1	0.02	0.10
C	0.46	1	0.46	11.50**	0.53	1	0.53	2.52
A×C	0.06	1	0.06	1.50	0.20	1	0.20	0.95
B×C	0.18	1	0.18	4.50*	0.75	1	0.75	3.57
D×E+F×G	0.01	1	0.01	0.25	0.58	1	0.58	2.76
D	0.74	1	0.74	18.50**	1.32	1	1.32	6.29*
A×D	0	1	0	0	2.59	1	2.59	12.33**
B×D	0.08	1	0.08	2.00	0.58	1	0.58	2.76
C×E	0.10	1	0.10	2.50	0.01	1	0.01	0.05
C×D	0	1	0	0	1.24	1	1.24	5.90*
B×E	0.05	1	0.05	1.25	0.75	1	0.75	3.57
A×E	0.03	1	0.03	0.75	0	1	0	0
E	0.09	1	0.09	2.25	0.63	1	0.63	3.00
F	0.15	1	0.15	3.75	0.03	1	0.03	0.14
A×F	0.07	1	0.07	1.75	0.05	1	0.05	0.24
B×F	0.14	1	0.14	3.50	0	1	0	0
C×G	0.03	1	0.03	0.75	0.17	1	0.17	0.81
C×F	0	1	0	0	0.34	1	0.34	1.62
B×G	0.11	1	0.11	2.75	0.03	1	0.03	0.14
A×G	0.22	1	0.22	5.50*	0.43	1	0.43	2.05
G	0.02	1	0.02	0.50	0.07	1	0.07	0.33
D×F+E×G	0.01	1	0.01	0.25	0.81	1	0.81	3.86
E×F+D×G	0.03	1	0.03	0.75	0.03	1	0.03	0.14
误差	0.69	18	0.04		4.19	20	0.21	

注:(1) $F_{0.95}$ (鲜重)=4.41, $F_{0.95}$ (增殖系数)=4.35, $F_{0.99}$ (鲜重)=8.29, $F_{0.99}$ (增殖系数)=8.10。(2)本表将因子列变动平方和小于空列平均变动平方和的各列均作为误差列来计算误差。

表3 非洲菊组织培养7种大量养分组合 $L_{32}(2^{31})$ 正交试验主要结果

试验号	因素水平					植株鲜重 (g/株)	因素水平				增殖系数
	A	C	D	A×G	B×C		A×D	D	B	C×D	
1	1	1	1	1	1	0.54	1	1	1	1	3.9
2	1	1	1	2	1	0.68	1	1	1	1	4.9
3	1	1	2	1	1	0.75	2	2	1	2	6.1
4	1	1	2	2	1	0.75	2	2	1	2	4.4
5	1	2	1	2	2	0.57	1	1	1	2	4.0
6	1	2	1	1	2	1.03	1	1	1	2	4.9
7	1	2	2	2	2	1.24	2	2	1	1	6.6
8	1	2	2	1	2	1.87	2	2	1	1	5.7
9	1	1	1	2	2	0.70	1	1	2	1	4.8
10	1	1	1	1	2	0.78	1	1	2	1	5.6
11	1	1	2	2	2	0.80	2	2	2	2	4.7
12	1	1	2	1	2	1.04	2	2	2	2	5.1
13	1	2	1	1	1	0.93	1	1	2	2	3.5
14	1	2	1	2	1	1.03	1	1	2	2	3.6
15	1	2	2	1	1	0.88	2	2	2	1	5.6
16	1	2	2	2	1	1.08	2	2	2	1	4.8
17	2	1	1	1	1	1.34	2	1	1	1	5.3
18	2	1	1	2	1	1.09	2	1	1	1	5.8
19	2	1	2	1	1	1.38	1	2	1	2	5.1
20	2	1	2	2	1	1.90	1	2	1	2	5.4
21	2	2	1	2	2	1.46	2	1	1	2	5.1
22	2	2	1	1	2	1.78	2	1	1	2	4.5
23	2	2	2	2	2	1.63	1	2	1	1	4.8
24	2	2	2	1	2	1.95	1	2	1	1	5.7
25	2	1	1	2	2	1.08	2	1	2	1	4.9
26	2	1	1	1	2	1.35	2	1	2	1	5.3
27	2	1	2	2	2	1.53	1	2	2	2	4.7
28	2	1	2	1	2	1.61	1	2	2	2	5.1
29	2	2	1	1	1	1.37	2	1	2	2	4.9
30	2	2	1	2	1	1.06	2	1	2	2	4.8
31	2	2	2	1	1	1.95	1	2	2	1	4.6
32	2	2	2	2	1	1.31	1	2	2	1	3.9
K_1	14.67	17.32	16.79	20.55	18.04		74.5	75.8	82.2	82.2	
K_2	23.79	21.14	21.69	17.91	20.42		83.6	82.3	75.9	75.9	
R	9.12	3.82	4.88	2.64	2.38		9.1	6.5	6.3	6.3	

注:因篇幅所限,本表仅列出显著因素的试验结果。

表4 A与G搭配、B与C搭配对非洲菊植株鲜重的影响

A与G搭配	植株鲜重 (g/株)	B与C搭配	植株鲜重 (g/株)
A_1G_1	0.98	B_1C_1	1.05
A_1G_2	0.86	B_1C_2	1.44
A_2G_1	1.38	B_2C_1	1.11
A_2G_2	1.59	B_2C_2	1.20

2.2 大量养分对非洲菊组培苗增殖系数的影响

增殖系数是衡量非洲菊组培苗繁殖能力大小的主要指标。由方差分析结果(表2)可见,在25个试验因素中, $A \times D$ 对增殖系数的影响为极显著, B 、 D 、 $C \times D$ 为显著,其他因素均不显著,4个显著因素的

主次排序为 $A \times D > D > B > C \times D$ 。表明大量养分 NO_3^- 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 PO_4^{3-} 的用量水平对非洲菊组培苗增殖系数有显著影响,其中 NO_3^- 与 PO_4^{3-} 、 K^+ 与 PO_4^{3-} 之间存在着明显的相互作用。因素B的最佳水平由极差分析结果直接确定,B取1水平最佳(表3)。 A 、 D 的最佳水平由两者的搭配效果决定, A_1D_2 在所有4种搭配中组培苗的增殖系数最高,即A取1水平、D取2水平最佳;C的最佳水平分别由C与D的搭配效果以及D的最佳水平共同决定, C_2D_2 在所有4种搭配中组培苗的增殖系数最高,即C的最佳水平为2水平(表5)。 E 、 F 、 G 的用量水平则可任选,从节约角度来说,均取1水平。因此,生产上宜

采用 A₁B₁C₂D₂E₁F₁G₁ (NO₃⁻ 20 mmol/L、NH₄⁺ 4 mmol/L、K⁺ 25 mmol/L、PO₄³⁻ 5 mmol/L、Ca²⁺ 1 mmol/L、Mg²⁺ 1 mmol/L、SO₄²⁻ 1 mmol/L) 的大量养分组合来提高非洲菊组培苗的增殖系数。

表5 A与D搭配、C与D搭配对非洲菊增殖系数的影响

A与D搭配	增殖系数	C与D搭配	增殖系数
A ₁ D ₁	4.40	C ₁ D ₁	4.69
A ₁ D ₂	5.38	C ₁ D ₂	5.48
A ₂ D ₁	5.08	C ₂ D ₁	4.68
A ₂ D ₂	4.91	C ₂ D ₂	4.93

3 结论与讨论

增殖系数和植株鲜重是衡量非洲菊组培苗工厂化生产水平高低的两个重要指标。增殖系数的提高一般通过增加细胞分裂素的用量来实现,但高浓度的激素往往导致组培苗植株细弱、鲜重降低,甚至出现玻璃化现象^[6-7]。N、P、K、Ca、Mg、S是植物吸收和利用的大量营养元素,对于植物体的生长发育有着极其重要的影响。曹嘉喜等^[8]在研究氮素营养对非洲菊组培苗芽增殖的影响时发现,仅仅改变培养基中氮素浓度和NO₃⁻-N与NH₄⁺-N的比例便可使组培苗的增殖系数和植株鲜重产生明显变化。从本试验来看,显著影响非洲菊组培苗植株鲜重的大量养分主要有NO₃⁻、NH₄⁺、K⁺、PO₄³⁻、SO₄²⁻,显著影响组培苗增殖系数的大量养分主要有NO₃⁻、NH₄⁺、K⁺、PO₄³⁻,通过对基本培养基中上述几种大量养分用量的调整,改善非洲菊组培苗的营养供应状况,可在不增加激素用量的基础上,提高组培苗的增殖系数和植株鲜重。

本试验初步得出了非洲菊组培苗增殖过程中较为合理的大量养分组合,其中有利于增加组培苗植株鲜重的组合为NO₃⁻ 40 mmol/L、NH₄⁺ 4 mmol/L、K⁺ 25 mmol/L、PO₄³⁻ 5 mmol/L、Ca²⁺ 1 mmol/L、Mg²⁺ 1 mmol/L、SO₄²⁻ 5 mmol/L,有利于提高组培

苗增殖系数的组合为NO₃⁻ 20 mmol/L、NH₄⁺ 4 mmol/L、K⁺ 25 mmol/L、PO₄³⁻ 5 mmol/L、Ca²⁺ 1 mmol/L、Mg²⁺ 1 mmol/L、SO₄²⁻ 1 mmol/L。两种组合在NO₃⁻与SO₄²⁻的用量上存在不一致,NO₃⁻用量的差异可能与氮素对植物营养生长和生殖生长的作用效果不同有关,SO₄²⁻用量的差异一方面与节约成本有关,另一方面也与NO₃⁻、SO₄²⁻之间的相互作用有关。

养分离子间一般存在着不同程度的相互作用,某一种离子的存在可能会抑制或促进另一种离子的吸收和利用^[9]。本试验表明,在增加非洲菊组培苗植株鲜重方面,NO₃⁻与SO₄²⁻、NH₄⁺与K⁺之间表现出显著的相互作用;在提高组培苗增殖系数方面,NO₃⁻与PO₄³⁻、K⁺与PO₄³⁻之间表现出显著的相互作用。因此,各种养分之间的相互作用是调整非洲菊组培苗基本培养时必须考虑的一个重要因素。

参考文献:

- [1]张平. 非洲菊组织培养研究进展[J]. 宁德师专学报:自然科学版,2004,16(1):69-73.
- [2]薛庆善,肖渝平,林娟. 体外培养的原理与技术[M]. 北京:科学出版社,2003:108.
- [3]雷加容,张跃非,刘兴华,等. 非洲菊组培快繁技术研究[J]. 西南农业学报,2003,16(2):123-124.
- [4]Partha-Saraihy V A. Morphogenetic response of *Gerbera jamesonii* shoots to media and kenzyll amino purine[J]. Annals of Plant Physiology,1996,10(1):34-39.
- [5]彭儒胜,任风华,黄雁. 非洲菊组织培养研究[J]. 辽宁林业科技,2003(2):8-9,30.
- [6]杨光穗,谢振宇. 非洲菊组织培养研究进展[J]. 热带农业科学,2003,23(1):56-60.
- [7]王春彦,高年春,张效平,等. 非洲菊组织培养工厂化育苗关键技术研究[J]. 南京农专学报,2003,19(2):33-37.
- [8]曹嘉喜,胡静. 氮素营养对非洲菊组织培养增殖的影响[J]. 植物生理学通讯,1997,33(3):194.
- [9]刘芷宇,唐永良,罗质超. 主要作物营养失调症状图谱[M]. 北京:科学出版社,1982:39-40.