

不同浓度的激素组合和有机物组合 对甘薯脱毒苗快繁的影响

闫明明 陈秋骏 唐敏 刘志文

(大连工业大学生物工程学院, 116034, 辽宁大连)

摘要 以甘薯一号脱毒试管苗为材料, 研究了在 MS 基本培养基中添加不同浓度激素组合和有机物组合对其生长和快繁的影响。结果表明: 各激素及有机物对甘薯脱毒苗生长指标总值的作用为 6-BA>NAA>IAA 和烟酸>肌醇>VB₁>甘氨酸>VB₆。激素及有机物最佳浓度组合分别为 NAA (0mg/L) +6-BA (0.1mg/L) +IAA (0.1mg/L) 和甘氨酸 (3.0mg/L) +VB₁ (0.6mg/L) +VB₆ (0.25mg/L) +烟酸 (100mg/L) +肌醇 (1.00mg/L), 在此组合下, 试管苗光照培养 30d, 形态指标总值和繁殖系数分别为 25.52 和 24.98, 达到最佳。

关键词 激素; 有机物; 甘薯; 脱毒苗; 快繁

甘薯 [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] 作为一种高产、优质、抗旱和耐瘠的经济作物, 具有较高的栽培价值, 是适合我国农业产业化发展的食品产业、化工企业和能源行业的重要原料^[1-5]。利用植物组培快繁技术得到甘薯的脱毒苗不仅可以大大降低甘薯种植过程中品种老化和品质下降问题, 还可以不受季节限制地对甘薯脱毒苗进行工厂化快速整齐繁育, 提高经济效益^[6-8]。近年来, 各国在甘薯外植体组织培养、植株再生、茎尖脱毒、种质保存和基因工程等方面进展较快, 特别是茎尖脱毒已进入实际应用阶段^[9-11]。目前, 甘薯无病毒苗的主要获得途径是通过茎尖分生组织剥离和培养, 许多学者对其培养条件和方式等进行了深入的研究, 取得了一定的成果并用于指导生产^[12-15]。

在植物组培快繁中, 组培苗的叶片数、根数、茎尖数、株高及增重量是影响组培快繁的关键^[16-18]。影响脱毒试管苗生长的因素很多, 例如基本培养基的选择、激素的种类及浓度、光源、有机物的种类和浓度等^[19-20]。研究表明, 萘乙酸 (NAA)、6-苄氨基腺嘌呤 (6-BA) 和吲哚乙酸 (IAA) 的浓度对甘薯脱毒试管苗组培快繁的影响很大^[21-22], 但关于这些激素的组合对甘薯脱毒试管苗的影响

及有机物的种类和浓度对植物组培快繁的影响研究很少。

在组培快繁中, 添加激素的种类和浓度及添加有机物的种类及浓度直接影响脱毒试管苗形态指标的改善和提高。为了提高甘薯脱毒试管苗的形态指标, 在前人研究的基础上利用正交试验方法研究 NAA、6-BA 和 IAA 及甘氨酸、维生素 B₁ (VB₁)、维生素 B₆ (VB₆)、肌醇和烟酸的不同浓度组合对甘薯脱毒苗快繁的影响和作用。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验于 2014-2015 年在大连工业大学生物工程学院生物实验室进行。供试材料为脱毒甘薯一号, 由大连工业大学生物工程学院实验室提供。

1.2 试验设计

采用 L₂₅(5³) 正交试验进行激素因素的研究。3 种激素分别为 NAA、6-BA 和 IAA, 每种激素设置 5 个浓度水平。

有机物因素采用 L₁₆(4⁵) 正交试验, 5 种有机物分别为甘氨酸、VB₁、VB₆、肌醇和烟酸, 每种有机物设置 4 个浓度水平。

根据因素数和水平数, 激素和有机物的研究分别进行 25 次和 16 次处理 (详见表 1、表 2)。

各处理在超净工作台中进行切段快繁, 接种材料为长 1.5cm 左右单节且不带展开叶片的甘薯

作者简介: 闫明明, 硕士生, 主要从事植物组织培养研究; 陈秋骏为并列第一作者, 在读硕士生, 主要从事植物组织培养和分子生物学研究
刘志文为通信作者, 副教授, 主要从事植物分子生物学和脱毒技术研究

基金项目: 辽宁省自然科学基金 (2015020682)

收稿日期: 2017-12-08; 修回日期: 2018-01-23

组培苗。接种后置于光照强度为 2 000lx、温度为 25℃ (昼)/22℃ (夜) 的光照培养箱中培养, 每天光照 12h。

1.3 统计方法

每个处理接种 6 瓶, 每瓶 1 株苗, 并随机设置 3 次重复。外植体接种 30d 后统计新生叶片数、根生长数、茎尖新生数、株高增加值和苗的增重量, 数据运用 F 分布分析检验法进行方差显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同浓度激素组合对甘薯脱毒苗快繁的影响

从表 1 可以看出, 不同浓度组合处理对试管

苗的形态指标产生了不同程度的影响, 各指标在处理间大多差异显著 ($P < 0.05$)。而试管苗在仅加 1.0mg/L 的 NAA (I_5) 时, 其生长缓慢, 形态指标和较低, 而 I_1 、 I_2 、 I_3 、 I_7 、 I_8 、 I_9 、 I_{10} 、 I_{11} 、 I_{13} 、 I_{15} 、 I_{16} 、 I_{17} 、 I_{19} 、 I_{21} 、 I_{23} 和 I_{25} 这些处理的指标低于 I_5 , 这表明不合适的处理不仅不能促进试管苗的生长, 反而抑制其生长, 因此对这 16 个处理不予考虑。组培苗快繁时在保证植株生长健壮的前提下, 新生叶片数和茎尖新生数越多, 其繁殖系数越高, 越有利于快繁。因此, 对其余的 9 个处理进行综合考虑后选定 I_{14} 为快繁的较优组合。

从表 1 的极差分析看出, 各因素的影响顺序依

表 1 3 种激素的不同浓度组合对甘薯脱毒苗快繁的影响
Table 1 Effects of the three hormones with different combination ratios to proliferation of sweet potato seedlings

编号 Code	NAA	6-BA	IAA	空列 Null column	新生叶片数 No. of new leaf	根生长数 No. of root	茎尖新生数 No. of stem tip	株高增加 (cm) Increasing plant height	苗的增重量 (g) Increasing seedling weight	总值 Total value
I_1	1(1.0)	1(2.0)	1(2.0)	1	0.00 ± 0.00g	1.33 ± 0.15f	0.00 ± 0.00g	0.00 ± 0.00e	3.47 ± 0.32ab	4.80
I_2	1	2(1.0)	2(1.0)	2	0.40 ± 0.08f	4.60 ± 0.98d	0.20 ± 0.03f	0.00 ± 0.00e	2.71 ± 0.30d	7.91
I_3	1	3(0.5)	3(0.5)	3	0.80 ± 0.08f	3.40 ± 0.47e	2.00 ± 0.19d	0.53 ± 0.05cd	3.31 ± 0.31bc	10.04
I_4	1	4(0.1)	4(0.1)	4	3.00 ± 0.25cd	25.75 ± 4.78a	2.75 ± 0.26cd	0.77 ± 0.07cd	3.34 ± 0.24bc	35.61
I_5	1	5(0)	5(0)	5	3.40 ± 0.32c	5.00 ± 1.05d	5.00 ± 0.85ab	1.98 ± 0.16ab	2.90 ± 0.27cd	18.28
I_6	2(0.5)	1	2	3	5.20 ± 0.36b	3.40 ± 0.51e	7.75 ± 1.78a	0.78 ± 0.08cd	3.89 ± 0.41a	21.02
I_7	2	2	3	4	0.75 ± 0.78f	2.75 ± 0.32e	0.75 ± 0.06e	0.65 ± 0.06cd	3.06 ± 0.26c	7.96
I_8	2	3	4	5	1.40 ± 0.15e	2.80 ± 0.42e	1.40 ± 0.11de	0.30 ± 0.03d	2.90 ± 0.25cd	8.80
I_9	2	4	5	1	0.00 ± 0.00g	1.40 ± 0.13f	0.00 ± 0.00g	0.50 ± 0.06cd	2.89 ± 0.28cd	4.79
I_{10}	2	5	1	2	2.60 ± 0.19d	5.20 ± 1.05d	2.60 ± 0.23cd	1.06 ± 0.78bc	2.90 ± 0.26cd	14.36
I_{11}	3(0.1)	1	3	5	1.00 ± 0.12ef	2.00 ± 0.21f	1.40 ± 0.11de	1.00 ± 0.10bc	2.75 ± 0.32d	8.15
I_{12}	3	2	4	1	1.00 ± 0.11ef	12.6 ± 2.78b	1.40 ± 0.12de	0.60 ± 0.06cd	3.40 ± 0.29bc	19.00
I_{13}	3	3	5	2	0.40 ± 0.07f	2.80 ± 0.31e	1.20 ± 0.08e	1.20 ± 0.11bc	3.27 ± 0.30bc	8.87
I_{14}	3	4	1	3	7.20 ± 0.58a	2.00 ± 0.18f	7.40 ± 1.56a	2.64 ± 0.25a	3.05 ± 0.32c	22.29
I_{15}	3	5	2	4	3.80 ± 0.34c	3.80 ± 0.65de	4.00 ± 0.56bc	1.14 ± 0.12bc	3.76 ± 0.38a	16.50
I_{16}	4(0.02)	1	4	2	0.80 ± 0.09f	3.40 ± 0.57e	1.40 ± 0.13de	1.55 ± 0.15b	3.21 ± 0.28bc	10.36
I_{17}	4	2	5	3	2.40 ± 0.22de	2.60 ± 0.24e	3.00 ± 0.32c	1.10 ± 0.10bc	2.82 ± 0.29cd	11.92
I_{18}	4	3	1	4	3.20 ± 0.29cd	9.20 ± 2.46bc	3.00 ± 0.35c	2.04 ± 0.17ab	3.93 ± 0.45a	21.37
I_{19}	4	4	2	5	5.20 ± 0.28b	1.80 ± 0.15f	5.60 ± 1.12a	2.10 ± 0.18ab	2.98 ± 0.33cd	17.68
I_{20}	4	5	3	1	6.00 ± 0.51b	2.80 ± 0.28e	5.20 ± 0.97ab	2.66 ± 0.28a	3.22 ± 0.32bc	19.88
I_{21}	5(0)	1	5	4	1.60 ± 0.17e	6.80 ± 1.23c	1.40 ± 0.15de	2.08 ± 0.19ab	3.06 ± 0.25c	14.94
I_{22}	5	2	1	5	6.00 ± 0.45b	5.00 ± 1.12d	6.60 ± 1.26a	2.22 ± 0.21a	3.38 ± 0.25bc	23.20
I_{23}	5	3	2	1	2.60 ± 0.21d	7.40 ± 1.45c	2.40 ± 0.20cd	2.50 ± 0.18a	3.37 ± 0.26bc	18.27
I_{24}	5	4	3	2	4.40 ± 0.28c	7.00 ± 1.27c	5.60 ± 1.01a	2.30 ± 0.25a	3.61 ± 0.40ab	22.91
I_{25}	5	5	4	3	3.25 ± 0.27cd	4.25 ± 1.01d	3.50 ± 0.48bc	0.86 ± 0.09cd	3.06 ± 0.31c	14.92
K_1	76.64	59.27	86.02	66.74						
K_2	56.93	69.99	81.38	64.41						
K_3	74.81	67.35	68.94	80.19						
K_4	81.21	103.28	88.69	96.38						
K_5	94.24	83.94	58.80	76.11						
R	7.46	8.80	5.98	6.39						

注: 同列小写字母不同表示组间差异显著 ($P < 0.05$), 下同

Note: The different letters on the same column mean significant difference ($P < 0.05$), the same below

次为6-BA>NAA>IAA。一般而言,新生叶片数、根生长数、茎尖新生数、株高增加值和苗的增重量5个生长指标越大,表明植株生长越健壮。分析表1中每一因素的各水平之和K₁、K₂、K₃、K₄和K₅,可获得最佳水平组合为NAA(0mg/L)+6-BA(0.1mg/L)+IAA(0.1mg/L)。

各因素的方差分析表明:NAA对甘薯脱毒苗快繁的影响效果达显著水平($P<0.05$),6-BA为极显著($P<0.01$),而IAA不显著。利用双因素无重复试验方差分析方法,分析NAA和6-BA以及二者交互作用(NAA×6-BA)对快繁的影响,结果显示NAA和6-BA的交互作用对生长和快繁没有显著性影响。

为了进一步的验证上述2个方案的优劣,进行

组培快繁的比较试验,结果发现NAA(0mg/L)+6-BA(0.1mg/L)+IAA(0.1mg/L)和I₁₄的形态指标总值分别为24.81和23.13,其中前者的新生叶片数和茎尖新生数更多,分别高出1.06和0.85。因此选择NAA(0mg/L)+6-BA(0.1mg/L)+IAA(0.1mg/L)为快繁的最佳激素添加种类及浓度组合。

2.2 不同浓度有机物组合对甘薯脱毒试管苗快繁的影响

在上述试验基础上,进一步进行了5种有机物组合对甘薯试管苗快繁的影响研究。从表2可以看出,不同浓度有机物处理对试管苗的形态指标产生了不同程度的影响,各指标在处理间大多数差异显著($P<0.05$)。同上述激素种类及浓度组合分析,先分析形态指标和值,再考量新生叶片数和茎尖新

表2 5种有机物的不同浓度组合对甘薯脱毒苗快繁的影响

Table 2 Effects of the five organics with different concentration combination to proliferation of sweet potato seedlings

编号 Code	有机物 Organic matter (mg/L)					结果 Result					
	甘氨酸 Glycine	VB ₁	VB ₆	肌醇 Inositol	烟酸 Niacin	新生叶片数 No. of new leaf	根生长数 No. of root	茎尖新生数 No. of stem tip	株高增高 (cm) Increasing plant height	苗的增重量 (g) Increasing seedling weight	总值 Total value
II ₁	1(1.0)	1(0.2)	1(0.25)	1(50)	1(0.25)	2.00 ± 0.26e	2.00 ± 0.17b	3.00 ± 0.29f	0.75 ± 0.11d	4.63 ± 0.51a	12.38
II ₂	1	2(0.4)	2(0.50)	2(100)	2(0.50)	4.20 ± 0.51cd	1.60 ± 0.13b	4.60 ± 0.42d	1.80 ± 0.15b	4.06 ± 0.37b	16.26
II ₃	1	3(0.6)	3(0.75)	3(150)	3(0.75)	4.00 ± 0.38cd	1.80 ± 0.18b	4.40 ± 0.39d	0.73 ± 0.10d	4.51 ± 0.48a	15.44
II ₄	1	4(0.8)	4(1.00)	4(200)	4(1.00)	4.75 ± 0.77bc	2.50 ± 0.28a	6.00 ± 0.72bc	2.13 ± 0.22b	4.37 ± 0.37ab	19.75
II ₅	2(2.0)	1	2	3	4	4.20 ± 0.49cd	2.00 ± 0.18b	5.20 ± 0.51c	1.60 ± 0.17bc	3.75 ± 0.34bc	16.75
II ₆	2	2	1	4	3	4.20 ± 0.59cd	2.00 ± 0.22b	5.20 ± 0.55c	1.90 ± 0.21b	4.19 ± 0.38ab	17.49
II ₇	2	3	4	1	2	4.80 ± 0.96bc	1.80 ± 0.17b	5.80 ± 0.48bc	1.34 ± 0.15c	4.42 ± 0.40a	18.16
II ₈	2	4	3	2	1	5.80 ± 1.29b	1.80 ± 0.16b	6.60 ± 0.68ab	3.24 ± 0.41a	3.37 ± 0.37c	20.81
II ₉	3(3.0)	1	3	4	2	4.50 ± 0.68c	2.50 ± 0.22a	3.75 ± 0.41e	1.58 ± 0.14bc	4.37 ± 0.32ab	16.70
II ₁₀	3	2	4	3	1	5.20 ± 1.16b	2.00 ± 0.21b	5.00 ± 0.47cd	2.68 ± 0.35a	3.88 ± 0.43bc	18.76
II ₁₁	3	3	1	2	4	7.00 ± 1.78a	2.00 ± 0.16b	7.50 ± 0.79a	2.50 ± 0.28ab	4.19 ± 0.48ab	23.19
II ₁₂	3	4	2	1	3	3.40 ± 0.41d	1.00 ± 0.11c	5.20 ± 0.45c	1.68 ± 0.14bc	4.00 ± 0.42b	15.28
II ₁₃	4(4.0)	1	4	2	3	4.20 ± 0.47cd	1.80 ± 0.16b	4.20 ± 0.41de	1.70 ± 0.16bc	4.32 ± 0.44ab	16.22
II ₁₄	4	2	3	1	4	4.80 ± 0.87bc	1.60 ± 0.14b	5.20 ± 0.49c	1.84 ± 0.17b	4.46 ± 0.51a	17.90
II ₁₅	4	3	2	4	1	4.40 ± 0.58c	2.00 ± 0.19b	4.20 ± 0.44de	1.66 ± 0.15bc	4.27 ± 0.39ab	16.53
II ₁₆	4	4	1	3	2	2.60 ± 0.32e	0.80 ± 0.09c	3.60 ± 0.40ef	1.16 ± 0.12cd	4.36 ± 0.41ab	12.52
K ₁	63.83	62.05	65.58	63.72	68.48						
K ₂	73.21	70.41	64.82	76.48	63.64						
K ₃	73.93	73.32	70.85	63.47	64.43						
K ₄	63.17	68.36	72.89	70.47	77.59						
R	2.69	2.82	2.02	3.25	3.49						

生数,最终选定II₁₁为最佳有机物浓度组合。

通过极差分析可以看出,各因素影响的主次顺序为烟酸>肌醇>VB₁>甘氨酸>VB₆。分析表2中每一因素的各水平之和K₁、K₂、K₃和K₄,可获得最佳水平组合为甘氨酸(3.0mg/L)+VB₁(0.6mg/L)+

VB₆(1.00mg/L)+烟酸(100mg/L)+肌醇(1.00mg/L)。

比较发现,II₁₁的新生叶片数和茎尖新生数更多。因此选择II₁₁,即甘氨酸(3.0mg/L)+VB₁(0.6mg/L)+VB₆(0.25mg/L)+烟酸(100mg/L)+肌醇(1.00mg/L)为快繁的最佳有机物浓度组合。

2.3 优化后的甘薯试管苗快繁

应用上述优化后的培养基分别对试管苗进行快繁研究。从表 3 可以看出, 各项指标在优化后大多有较大的提高, 特别是新生叶片数和茎尖新生数,

且大多差异达显著水平, 其中添加激素和有机物的培养基与 MS 间的差异均达显著水平, 表明优化是有效的。优化后的繁殖系数也得到极大提高, 增加了 1.8~2.2 倍, 差异也达显著水平 ($P < 0.05$)。

表 3 激素和有机物因素优化前后甘薯试管苗生长比较
Table 3 The comparison of the growing performance of the virus-free plantlet on the un-optimization and optimization mediums

处理 Treatment	新生叶片数 No. of new leaf	根生长数 No. of root	茎尖新生数 No. of stem tip	株高增高 (cm) Increasing plant height	苗的增重量 (g) Increasing seedling weight	总值 Total value	繁殖系数 Propagation coefficient
MS	5.00 ± 0.45c	2.50 ± 0.36a	5.05 ± 0.29b	2.45 ± 0.21b	2.95 ± 0.36b	18.40	11.21 ± 1.34c
MS+NAA(0mg/L)+6-BA (0.1mg/L)+IAA(0.1mg/L)	6.70 ± 0.68b	2.31 ± 0.21a	7.46 ± 1.27a	2.84 ± 0.25a	4.05 ± 0.44a	23.36	20.36 ± 1.81b
MS+II ₁₁	8.41 ± 1.25a	2.45 ± 0.26a	7.09 ± 0.59a	3.12 ± 0.28a	4.45 ± 0.41a	25.52	24.98 ± 2.51a

优化后的培养基培养的甘薯脱毒试管苗的叶片数、茎数及茎高等都有很大程度的增加, 叶片更加浓绿, 生长状况得到极大改善。

3 结论和讨论

应用脱毒技术可以提高作物产量及质量, 这为甘薯病毒病的防治展示了广阔的前景, 组培脱毒技术也得到越来越多的研究与应用, 目前应用脱毒技术在果树、蔬菜、花卉及药用植物上的研究已经十分成功和普遍^[23-24]。目前, 在最佳试验方案的选择中, 正交设计法是一种颇为有效的方法, 其优越性在于省时省力等^[25-26]。国内已有将正交设计试验法应用于植物组织培养的报道, 但是正交设计在甘薯脱毒茎尖培养中的应用少见报道^[27-29]。

在以茎尖培养方式获得甘薯脱毒苗的生长过程中, 受到诸多因素的影响, 其中基本培养基的选定、碳源及氮源的选定、光源等因素已有国内外的众多学者进行了深入的研究^[19-22]。本试验在前人研究基础上, 通过 L₂₅(5³) 和 L₁₆(4⁵) 正交试验对 3 种激素及 5 种有机物对甘薯脱毒苗组培快繁的影响进行了进一步研究, 并运用直观分析法、正交试验方差分析法以及双因素方差分析法^[30] 建立了一套高效的甘薯脱毒苗组培快繁体系。

NAA、6-BA 和 IAA 及 5 种有机物在甘薯茎尖分生组织培养过程中起着重要的作用, 其中 NAA 和 IAA 同属生长素类激素, NAA 在促进生根方面作用明显, 而 IAA 在促进茎和节间的伸长方面作用明显。甘薯在组织培养过程中生根比较容易, 不添加激素也能生根。在快繁过程中, 促进生根并不是

最重要的, 而叶节数和新生茎数对提高繁殖系数更重要。在组织培养中, IAA 在配合使用一定量的 6-BA 的作用下, 可诱导不定芽分化、侧芽萌发与生长, 因而更有利于达到快繁的目的。

本研究优化了甘薯脱毒苗组培快繁的最佳激素和有机物浓度组合。用优化培养基获得的快繁苗枝叶繁茂、叶色浓绿, 后期生长状态佳, 且繁殖系数高, 为甘薯脱毒苗的工业化生产提供了基础。

参考文献

- [1]Sun H, Mu T H, Xi L S, et al. Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves as nutritional and functional foods. *Food Chemistry*, 2014, 1: 79-81.
- [2]李仁崑, 梅丽, 王立征, 等. 北京市甘薯育苗生产与需求现状及发展建议. *作物杂志*, 2016(3): 17-30.
- [3]李晓青, 赵海红, 张晓申, 等. 不同脱毒甘薯品种的生理与产量变化研究. *农业科技通报*, 2013(8): 99-101.
- [4]刘倩, 侯松, 刘庆, 等. 移栽时期对食用型甘薯品种烟薯25号产量和品质的影响. *作物杂志*, 2017(5): 136-141.
- [5]刘中华, 李华伟, 许泳清, 等. 赏食兼用型甘薯及其应用前景. *作物杂志*, 2016(1): 7-11.
- [6]Liu C, Wang Z, Lan S, et al. Review on hygienically components of sweet potato and their functions. *Scientific Paper*, 2008, 8(1): 7-13.
- [7]Ma D F, Li X Y, Li H M, et al. Evaluation of the characteristics of virus-free sweet-potato and its use in hybridization. *Agriculture Sciences in China*, 2002, 1(3): 251-255.
- [8]闫明明, 徐碧莲, 吴琼, 等. 高效低耗的甘薯脱毒苗快繁技术研究. *南京农业大学学报*, 2015(4): 689-694.
- [9]周小丽, 王忠义, 张治国, 等. 北京地区甘薯主栽品种遗字138脱毒技术的建立及增产效果分析. *作物杂志*, 2012(6): 127-130.
- [10]周志林, 唐君, 张允刚, 等. 甘薯脱毒试管苗高效快繁体系研究. *西北农业学报*, 2008, 17(1): 257-262.
- [11]阮龙, 王钰, 张瑛, 等. 6-苄基腺嘌呤和萘乙酸对不同基因型甘薯茎尖培养的影响. *安徽农业科学*, 2003, 1(4): 551-552.
- [12]丁海兵, 宋吉轩, 颜谦, 等. 甘薯脱毒种薯(苗)生产技术. *贵州农业科学*, 2011, 39(5): 84-86.
- [13]姜秀芳, 贾朝阳, 王生军, 等. 甘薯茎尖分化及试管苗快繁培养基的创新. *中国园艺文摘*, 2014(7): 34-35.
- [14]王允祥, 李燕, 周龙, 等. 甘薯渣制备低聚糖发酵条件的优化. 核

- 农学报, 2014, 28(8): 1392-1399.
- [15]张雅琼, 郭华春. 甘薯茎尖分生组织培养的研究进展. 农业生物技术科学, 2005, 25(3): 74-76.
- [16]刘玲玲. $L_8(2^7)$ 正交实验优选马铃薯脱毒苗组培快繁条件. 青海农林科技, 2012(4): 8-10.
- [17]金建钧, 刘志文. 植物激素对马铃薯试管苗的影响及微型薯高效形成条件分析. 作物杂志, 2011(2): 20-24.
- [18]郑守贵, 刘克荣, 郑世千, 等. 2013-2014年几种甘薯育苗方法效果研究. 现代农业科技, 2014(17): 14-16.
- [19]后猛, 王欣, 张允刚, 等. 外源激素对甘薯生长发育的影响. 西南农业学报, 2013, 26(5): 1829-1831.
- [20]Ma D F, Li Q, Li X Y, et al. Selection of parents for breeding edible varieties of sweetpotato with high carotene content. *Agricultural Sciences in China*, 2009, 8(10): 1161-1173.
- [21]李强, 马代夫, 李洪民, 等. NAA和6-BA在甘薯组织培养中的应用研究. 江苏农业科学, 2003(4): 14-16.
- [22]孟德璇, 孙周平. 6-BA和NAA对不同甘薯品种茎尖培养的影响. 杂粮作物, 2010, 30(4): 286-287.
- [23]董芳, 张超凡. 甘薯病毒病防控措施研究进展与展望. 作物杂志, 2016(3): 6-11.
- [24]李军, 高广春, 李白, 等. 植物组培脱毒技术及其在药用植物藏红花中的应用. 生物技术通报, 2014(7): 44-47.
- [25]尹明华, 洪森荣, 徐卫红, 等. 应用正交设计法优选黄独脱毒苗快繁培养基. 亚热带植物科学, 2009, 38(3): 24-26.
- [26]李艳, 王青, 李英慧, 等. 正交设计在黄金鱼花组织培养中的应用. 园艺学报, 2001, 28(6): 570-571.
- [27]刘彤, 魏鹏, 赵新俊, 等. 应用均匀设计优化香梨脱毒苗生根培养基. 果树学报, 2006, 23(4): 635-637.
- [28]江宁, 刘春泉, 李大婧. 均匀设计法优化冬瓜膨化工艺. 核农学报, 2014, 28(2): 270-277.
- [29]孙杰, 张初署, 毕洁, 等. 枯草芽孢杆菌发酵制备花生粕饲料条件优化. 核农学报, 2014, 28(1): 101-107.
- [30]湛禹, 吴俊奇, 马龙友, 等. 水处理实验数据处理方法的综合应用研究. 北京建筑工程学院学报, 2011, 27(3): 23-27.

Effects of Different Concentration Combinations of Hormone and Organics on Rapid Propagation of Sweet Potato Virus-Free Seedling

Yan Mingming, Chen Qiujun, Tang Min, Liu Zhiwen

(School of Biological Engineering, Dalian Polytechnic University, Dalian 116034, Liaoning, China)

Abstract The effects of the MS basic mediums adding different concentration of hormone or organics combination on the growth of virus-free sweet potato Ganshu No.1 seedling rapid propagation were studied in this research. The results indicated that the order of all hormones and organics affecting the sum of the indexes of the virus-free plantlet was as follow: 6-BA > NAA > IAA and niacin > inositol > VB₁ > glycine > VB₆. The optimal combination of hormones and organics were NAA (0mg/L)+6-BA (0.1mg/L)+IAA (0.1mg/L) and glycine (3.0mg/L)+VB₁ (0.6mg/L)+VB₆ (0.25mg/L)+niacin (100mg/L)+inositol (1.00mg/L). The total value of morphological indicators of the seedlings was 25.52, and the index of the rapid propagation was up to 24.98 after culturing under the optimal medium for 30 days.

Key words Hormone; Organics; Sweet potato; Virus-free plantlet; Propagation