

不同生长调节剂配比对‘皖马铃薯1号’ 和‘皖马铃薯2号’试管苗生长的影响

闫冲冲¹, 江芹¹, 王前前¹, 杨月英¹, 宁志怨¹, 薛炳杰², 廖华俊^{1*}

(1. 安徽省农业科学院园艺研究所, 合肥 230031; 2. 阜南县农业技术推广中心, 阜南 236300)

摘要: ‘皖马铃薯1号’和‘皖马铃薯2号’为安徽省农业科学院马铃薯研究团队选育, 适宜安徽地区种植的早熟菜用马铃薯新品种。由于存在基因型差异, 传统MS培养基所培养的试管苗较弱, 不能满足后期进一步繁种的要求, 为获得适宜两个新品种的壮苗培养基, 以二者试管苗为试验材料, 采用MS培养基添加不同比例 α -萘乙酸(NAA)和6-苄氨基嘌呤(6-BA), 进行不同生长调节剂配比对这两个马铃薯试管苗壮苗生长的影响试验, 以筛选出适宜‘皖马铃薯1号’和‘皖马铃薯2号’的试管苗壮苗培养基。结果表明, ‘皖马铃薯1号’试管苗最适壮苗培养基是MS + 0.5 mg·L⁻¹ NAA + 0.1 mg·L⁻¹ 6-BA; ‘皖马铃薯2号’最适壮苗培养基是MS + 1.0 mg·L⁻¹ NAA + 0.1 mg·L⁻¹ 6-BA。

关键词: 马铃薯; 试管苗; 生长; 植物生长调节剂

中图分类号: S532

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X(2019)03-0515-06

Effect of different plant growth regulators on the growth of *in vitro* plantlets of *Solanum tuberosum* ‘Wanmalingshu 1’ and ‘Wanmalingshu 2’

YAN Chongchong¹, JIANG Qin¹, WANG Qianqian¹, YANG Yueying¹,
NING Zhiyuan¹, XUE Bingjie², LIAO Huajun¹

(1. Institute of Horticulture, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei 230031;

2. Funan County Agricultural Technology Promotion Center, Funan 236300)

Abstract: The new early-maturing potato varieties ‘Wanmalingshu 1’ and ‘Wanmalingshu 2’ were bred and selected by Institute of Horticulture, Anhui Academy of Agricultural Sciences. Due to the genetic background difference, *in vitro* plantlets cultured on traditional Murashige & Skoog (MS) medium were weak and could not meet further cultivation requirements. In order to obtain a suitable culture medium, *in vitro* potato plantlets of ‘Wanmalingshu 1’ and ‘Wanmalingshu 2’ were inoculated on MS medium supplemented with different concentrations of 1-Naphthylacetic acid (NAA) and 6-Benzylaminopurine (6-BA) to understand plant growth regulator effect on production of robust *in vitro* plantlets. The results showed that, the optimum medium for ‘Wanmalingshu 1’ is MS + 0.5 mg·L⁻¹ NAA + 0.1 mg·L⁻¹ 6-BA, and the suitable medium for ‘Wanmalingshu 2’ is MS + 1.0 mg·L⁻¹ NAA + 0.1 mg·L⁻¹ 6-BA.

Key words: *Solanum tuberosum* L.; *in vitro* plantlet; growth; plant growth regulator

马铃薯 (*Solanum tuberosum* L.) 属茄科多年生草本植物, 在国内外广泛种植, 已成为仅次于水稻、小麦和玉米的世界第4大粮食作物, 目前我国正在大力推进马铃薯主食化。由于马铃薯主要通过块茎进行无性繁殖, 在生产过程中容易受到病毒侵染, 病毒通过在块茎内积累, 使马铃薯品种特性发生变

化, 导致马铃薯产量下降及品质变差^[1-2]。茎尖分生组织培养脱毒技术, 是减少各种病毒病对马铃薯的危害和提高其产量的有效途径; 利用茎尖脱毒技术进行无病毒试管苗扩繁, 再利用试管苗进行原种生产, 从而使种薯不携带或携带很少的病毒^[3-5]。因此, 通过优化培养基配方建立试管苗快速繁殖体系, 培

收稿日期: 2018-07-06

基金项目: 安徽省农业科学院院长青年基金 (17B0306)和安徽省农业科学院新进博士项目启动基金共同资助。

作者简介: 闫冲冲, 博士研究生。E-mail: 527927758@qq.com

* 通信作者: 廖华俊, 副研究员。E-mail: chenyl9871215@163.com

育出健康茁壮的无病毒试管苗, 保证试管苗在较短时间内获得较高的繁殖倍数, 是提高马铃薯试管苗质量的重要技术手段, 对马铃薯生产具有重大的现实意义^[6-8]。

目前研究人员已建立了‘费乌瑞它’、‘早大白’、‘大西洋’、‘夏波蒂’和‘中薯3号’等品种马铃薯试管苗的壮苗快繁体系^[9-13]。但由于不同马铃薯品种遗传背景存在差异, 最适宜的壮苗培养基也存在较大差异, 例如, ‘早大白’最适壮苗培养基是MS + 0.01 mg·L⁻¹ 6-BA + 0.05 mg·L⁻¹ NAA, 而‘克新16’最适壮苗培养基却是不添加任何生长调节剂的MS培养基^[14]。冯璐等^[15]以紫马铃薯为材料, 发现其最适壮苗培养基成分为MS + 1.0 mg·L⁻¹ IBA + 1.0 mg·L⁻¹ 6-BA。‘皖马铃薯1号’和‘皖马铃薯2号’是安徽省农业科学院马铃薯团队分别通过‘Sientje’ × ‘Ari’和‘Hrita’ × ‘Gelda’杂交选育的适宜安徽地区种植的优质、早熟、菜用马铃薯新品种^[16], 其产业化发展离不开高效的脱毒试管苗壮苗繁殖技术, 但其试管苗壮苗培养基的相关研究还鲜见报道。鉴于此, 笔者从基本培养基入手, 通过添加不同种类和浓度的植物生长调节剂, 对培养基组成进行优化, 以期筛选出适宜2个新品种试管苗的最佳壮苗培养基配方, 为提高试管苗品质及脱毒种薯规模化生产提供技术基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

安徽省农业科学院园艺研究所新选育马铃薯新品种‘皖马铃薯1号’和‘皖马铃薯2号’, 试管苗为安徽省农业科学院园艺所组织培养研究室通过茎尖培养脱毒所得。

1.2 培养基种类和培养条件

1.2.1 培养基种类 以MS培养基为基本培养基, 琼脂量为8.0 g·L⁻¹, 蔗糖浓度为30 g·L⁻¹, pH值调至5.8, 添加不同浓度的6-苄氨基嘌呤(6-BA)和 α -萘乙酸(NAA), 其中CG代表对照组, EG1-EG7代表7个不同生长调节剂比例培养基, 具体培养基种组成如下:

CG: MS+8 g·L⁻¹ (琼脂)+30 g·L⁻¹ (蔗糖);

EG1: MS+8 g·L⁻¹ (琼脂)+30 g·L⁻¹ (蔗糖)+0.1 mg·L⁻¹ (NAA);

EG2: MS+8 g·L⁻¹ (琼脂)+30 g·L⁻¹ (蔗糖)+0.1 mg·L⁻¹ (6-BA);

EG3: MS+8 g·L⁻¹ (琼脂)+30 g·L⁻¹ (蔗糖)+0.1 mg·L⁻¹ (6-BA)+0.1 mg·L⁻¹ (NAA);

EG4: MS+8 g·L⁻¹ (琼脂)+30 g·L⁻¹ (蔗糖)+0.1 mg·L⁻¹ (6-BA)+0.5 mg·L⁻¹ (NAA);

EG5: MS+8 g·L⁻¹ (琼脂)+30 g·L⁻¹ (蔗糖)+0.5 mg·L⁻¹ (6-BA)+0.1 mg·L⁻¹ (NAA);

EG6: MS+8 g·L⁻¹ (琼脂)+30 g·L⁻¹ (蔗糖)+0.1 mg·L⁻¹ (6-BA)+1.0 mg·L⁻¹ (NAA);

EG7: MS+8 g·L⁻¹ (琼脂)+30 g·L⁻¹ (蔗糖)+1.0 mg·L⁻¹ (6-BA)+0.1 mg·L⁻¹ (NAA)。

1.2.2 培养条件 试验于2017年4月在安徽省农业科学院园艺研究所组织培养研究室培养室中进行。培养容器为250 mL罐头瓶, 每个处理接种3瓶, 每瓶接种10株苗(带1个腋芽的0.5~1.0 cm长的单节茎段), 每个处理7次重复。置于光照2000 lx, 温度22~25℃条件下培养, 光照时间为14 h·d⁻¹。

1.3 数据统计整理

采用Excel软件整理实验数据, 利用SPSS 22.0数据处理软件中的Duncan氏检验方法, 对Excel中整理后的数据进行方差分析。

1.4 观测记录

接种后28 d, 从各个处理的7次重复中剔除长势最好、最差的2个处理, 统计剩下5个重复中试管苗的生长情况、株高、株直径、株重、根的数量、长度和叶片数等指标, 详细记录后, 进行生物统计学分析。

2 结果与分析

2.1 不同生长调节剂对比对马铃薯试管苗株高影响

随着外源生长调节剂浓度的变化, 马铃薯试管苗的株高也出现一定的变化。表1为不同生长调节剂处理后对‘皖马铃薯1号’株高的影响, 各处理株高由高到低依次为: EG1 > CG > EG4 > EG6 > EG3 > EG2 > EG7 > EG5, 各不同生长调节剂处理的MS培养基中, 只添加0.1 mg·L⁻¹ NAA的EG1培养基中的试管苗株高最高, 达到70.13 mm, 较第二高的对照组高出7.75 mm, 与其他处理之间均达到显著差异, 随着6-BA浓度增加, 试管苗株高逐渐降低, 当6-BA和NAA比例为5:1(EG5)时, ‘皖马铃薯1号’试管苗株高最低, 说明NAA可以显著促进皖马铃薯1号试管苗株高的生长, 较高浓度的6-BA对试管苗株高起到抑制作用, 这与冯璐等人的研究结果一致^[15]。

不同生长调节剂处理的‘皖马铃薯2号’株高排列依次为: EG1 > CG > EG2 > EG3 > EG4 > EG6 > EG5 > EG7(表2), 在只加入0.1 mg·L⁻¹ NAA处理的培养基中试管苗株高最高。随着6-BA和NAA

激素比例升高, 试管苗株高逐渐降低, 当两者激素比达到 10:1 (EG7) 时, 试管苗株高最低, 仅有 42.13 mm, 比最高 EG1 矮 32.2 mm。说明 NAA 促进皖‘马

铃薯 2 号’试管苗增高, 而 6-BA 抑制试管苗的增高, 与‘皖马铃薯 1 号’结果一致。

表 1 不同培养基对‘皖马铃薯 1 号’试管苗生长的影响

Table 1 Effects of different mediums on plant growth of ‘Wanmalingshu1’

培养基 Medium	株高/mm Plant height	株直径/mm Plant diameter	株鲜重/g Plant fresh weight	根长/mm Plant root length	根数/根 Plant root number	叶片数/片 Plant leaf number
EG1	70.13±10.34 ^a	0.79±0.110 ^{ab}	0.18±0.048 ^{bc}	41.25±6.11 ^{bc}	8.75±1.49 ^b	8.38±0.92 ^a
EG2	50.50±8.52 ^{bc}	0.74±0.043 ^{bc}	0.073±0.007 ^c	29.88±8.58 ^{cd}	1.70±0.67 ^e	6.88±0.64 ^{ab}
EG3	54.50±4.63 ^b	0.77±0.058 ^b	0.16±0.014 ^c	43.63±8.94 ^b	6.63±1.41 ^c	7.00±2.24 ^{ab}
EG4	59.00±8.12 ^b	0.87±0.055 ^a	0.21±0.018 ^a	65.13±9.22 ^a	11.90±1.46 ^a	8.75±2.77 ^a
EG5	40.75±5.50 ^c	0.78±0.065 ^b	0.091±0.020 ^d	26.00±3.41 ^d	3.60±0.89 ^d	6.25±1.42 ^b
EG6	58.63±3.38 ^b	0.77±0.046 ^b	0.20±0.049 ^b	36.00±3.42 ^c	11.40±2.07 ^a	8.13±0.64 ^a
EG7	43.75±5.68 ^c	0.68±0.064 ^c	0.095±0.029 ^d	11.43±7.76 ^e	3.83±1.47 ^d	7.75±1.28 ^a
CG	62.38±4.14 ^{ab}	0.82±0.072 ^{ab}	0.10±0.022 ^d	25.75±9.25 ^d	4.50±0.93 ^d	8.00±1.60 ^a

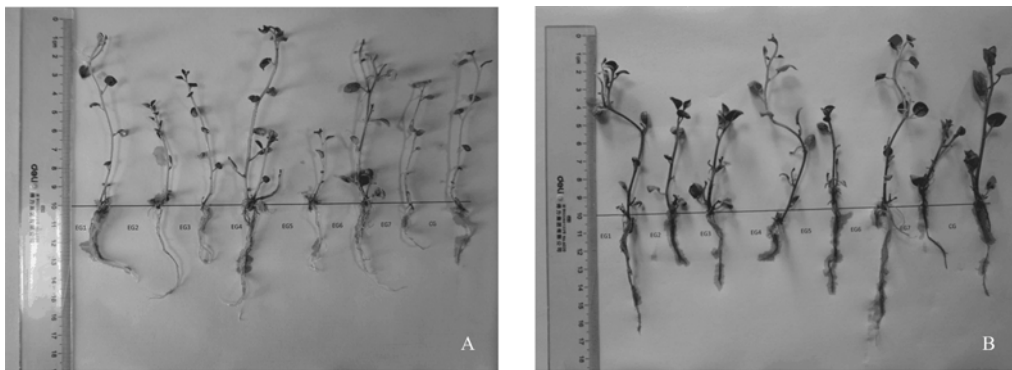
注: 表中的数值为平均值±标准差, 数字后的小写字母代表 0.05 显著性水平。下同。

Note: The data in the table are mean±SD, and the small letters followed by numerical values stand for significant difference at the 0.05 level. The same below.

表 2 不同培养基对‘皖马铃薯 2 号’试管苗生长的影响

Table 2 Effects of different mediums on plant growth of ‘Wanmalingshu 2’

培养基 Medium	株高/mm Plant height	株直径/mm Plant diameter	株鲜重/g Plant fresh weight	根长/mm Plant root length	根数/根 Plant root number	叶片数/片 Plant leaf number
EG1	74.33±8.18 ^a	0.76±0.069 ^b	0.12±0.029 ^c	46.75±5.68 ^b	4.75±1.49 ^b	11.10±1.51 ^a
EG2	62.00±7.60 ^{bc}	0.74±0.072 ^b	0.13±0.029 ^c	32.88±8.08 ^c	2.25±0.50 ^c	9.75±0.71 ^a
EG3	58.50±6.35 ^{bc}	0.69±0.039 ^c	0.14±0.040 ^{bc}	29.63±5.48 ^c	4.63±1.69 ^{bc}	8.38±1.19 ^b
EG4	55.38±6.67 ^c	0.85±0.071 ^{ab}	0.23±0.059 ^a	64.38±7.71 ^a	8.00±2.83 ^a	7.33±1.21 ^{bc}
EG5	44.75±4.98 ^d	0.73±0.086 ^b	0.09±0.016 ^d	19.57±3.65 ^d	2.71±0.95 ^c	7.00±0.76 ^c
EG6	52.75±9.59 ^{cd}	0.88±0.029 ^a	0.28±0.031 ^a	25.25±6.86 ^{cd}	9.50±4.21 ^a	6.38±1.41 ^c
EG7	42.13±5.22 ^d	0.75±0.079 ^b	0.08±0.020 ^d	7.50±2.35 ^e	2.25±1.04 ^c	6.88±1.36 ^c
CG	73.25±5.65 ^b	0.87±0.047 ^a	0.17±0.037 ^b	21.38±8.57 ^d	5.38±1.06 ^b	10.5±1.51 ^a



A 是不同培养基配方对‘皖马铃薯 1 号’试管苗生长影响; B 是不同培养基配方对‘皖马铃薯 2 号’试管苗生长影响
A is the effect of different media on plant growth of ‘Wanmalingshu1’; B is the effect of different media on plant growth of ‘Wanmalingshu2’

图 1 不同培养基对‘皖马铃薯 1 号’和‘皖马铃薯 2 号’试管苗生长的影响

Figure 1 Effects of different mediums on plant growth of ‘Wanmalingshu 1’ and ‘Wanmalingshu 2’

2.2 不同生长调节剂配比对马铃薯试管苗株直径的影响

由表 1 可知, ‘皖马铃薯 1 号’株直径由粗到细

依次为: EG4 > CG > EG1 > EG5 > EG3 > EG6 > EG2 > EG7, EG4 培养基的试管苗株直径最粗, 达到 0.87 mm, 其培养基中分别加了 0.5 mg·L⁻¹ 的 NAA

和 $0.1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 6-BA, NAA 和 6-BA 比例为 5:1, 其次是 CG, 再次是 EG1; ‘皖马铃薯 2 号’ 株直径由粗到细依次为: $\text{EG6} > \text{CG} > \text{EG4} > \text{EG1} > \text{EG7} > \text{EG2} > \text{EG5} > \text{EG3}$, 当 NAA 浓度 $1.0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 6-BA 浓度为 $0.1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, NAA 和 6-BA 比例为 10:1 时, 试管苗株直径最粗。可以看出, NAA 浓度大于 6-BA 时, 可以同时促进 ‘皖马铃薯 1 号’ 和 ‘皖马铃薯 2 号’ 试管苗株直径的增加, 但两个品种株直径增加的最适培养基不同。

2.3 不同生长调节剂配比对马铃薯试管苗鲜重影响

‘皖马铃薯 1 号’ 试管苗鲜重由高到低依次为: $\text{EG4} > \text{EG6} > \text{EG1} > \text{EG3} > \text{CG} > \text{EG7} > \text{EG5} > \text{EG2}$, EG4 培养基中的试管苗鲜重最重, 达到 0.21 g , 其次是 EG6 和 EG1。与对照组以及其他生长调节剂处理间均存在显著差异。说明最适宜 ‘皖马铃薯 1 号’ 试管苗干物质积累的培养基生长调节剂比例分别为: $\text{NAA}:\text{6-BA} = 5:1$, $\text{NAA}:\text{6-BA} = 10:1$ 以及只含有 NAA 的培养基, 说明 NAA 可以显著促进 ‘皖马铃薯 1 号’ 试管苗干物质的积累。

‘皖马铃薯 2 号’ 试管苗鲜重由高到低依次为: $\text{EG6} > \text{EG4} > \text{CG} > \text{EG3} > \text{EG2} > \text{EG1} > \text{EG5} > \text{EG7}$, NAA 和 6-BA 浓度比为 10:1 时, 最有利于试管苗干物质积累。当 NAA 和 6-BA 浓度比为 5:1 时, 试管苗鲜重为 0.23 g , 比对照组重 0.06 g , 且与其他组之间都存在显著差异, 说明 NAA 可以促进 ‘皖马铃薯 2 号’ 试管苗干物质的积累, 并且在 6-BA 浓度不变的情况下, 随着 NAA 浓度增加, ‘皖马铃薯 2 号’ 试管苗干物质含量也不断增加, 但 ‘皖马铃薯 2 号’ 与 ‘皖马铃薯 1 号’ 最适培养基存在一定差异。

2.4 不同生长调节剂配比对马铃薯试管苗根长影响

‘皖马铃薯 1 号’ 试管苗根长由高到低依次是: $\text{EG4} > \text{EG3} > \text{EG1} > \text{EG6} > \text{EG2} > \text{EG5} > \text{CG} > \text{EG7}$; EG4 培养基中的试管苗根长最长, 达到 65.13 mm , 比排第 2 的 EG3 长 21.5 mm , 与对照以及其他生长调节剂处理间存在显著差异。说明当 NAA 与 6-BA 浓度比为 5:1 时, 最有利于 ‘皖马铃薯 1 号’ 试管苗的根部生长, 当 NAA 和 6-BA 之间比值为 1:10 时, 试管苗根长最短 (表 1)。

‘皖马铃薯 2 号’ 根长由高到低依次是: $\text{EG4} > \text{EG1} > \text{EG2} > \text{EG3} > \text{EG6} > \text{CG} > \text{EG5} > \text{EG7}$, 当 6-BA 与 NAA 浓度比为 5:1 时, ‘皖马铃薯 2 号’ 试管苗根长最长, 达到 64.38 mm , 与其他处理之间存在显著差异; 其次是只添加 $0.1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NAA 的培养基, 其试管苗根长为 46.75 mm 。当 NAA 和 6-BA

之间比值为 1:10 时, 试管苗根长最短, 只有 7.5 mm (表 2)。说明培养基中 NAA 和 6-BA 比例为 5:1 时, 可以促进马铃薯试管苗根的生长。

2.5 不同生长调节剂比对马铃薯试管苗根数影响

不同培养基所培养 ‘皖马铃薯 1 号’ 试管苗根数由多到少依次为: $\text{EG4} > \text{EG6} > \text{EG1} > \text{EG3} > \text{CG} > \text{EG3} > \text{EG5} > \text{EG2}$; 当培养基中 NAA 和 6-BA 比值为 5:1 时 (EG4), 马铃薯试管苗的根数最多, 达到 11.9 根; 当 NAA 和 6-BA 的比值为 10:1 时, 试管苗根数为 11.4, 比排第 3 的多 2.65 根, 两者之间也达到显著差异。说明当 NAA 含量高于 6-BA 时, 有利于试管苗根数增加, 生长调节剂比值为 5:1 时, 试管苗根数最多 (表 1)。

‘皖马铃薯 2 号’ 试管苗根数由多到少依次为: $\text{EG6} > \text{EG4} > \text{CG} > \text{EG1} > \text{EG3} > \text{EG5} > \text{EG2} > \text{EG7}$, 当 NAA 和 6-BA 的比值为 10:1 时, 试管苗根数最多, 单株根数达到 9.5 根; 其次当 NAA 和 6-BA 比值为 5:1 时, 试管苗根数达到 8 根, 这两种培养基所培养试管苗的根数与其他培养基之间存在显著差异。当培养基中 NAA 与 6-BA 的比例为 1:10 和 0:1 时, 试管苗根数最少, 说明 6-BA 可能抑制 ‘皖马铃薯 2 号’ 试管苗根的形成。

2.6 不同激素比对试管苗叶片数的影响

由表 1 可知, ‘皖马铃薯 1 号’ 试管苗叶片数由多到少依次为: $\text{EG4} > \text{EG1} > \text{EG6} > \text{CG} > \text{EG7} > \text{EG3} > \text{EG2} > \text{EG5}$ 。NAA 和 6-BA 比值为 5:1 时叶片数最多; ‘皖马铃薯 2 号’ 叶片数由多到少依次为: $\text{EG1} > \text{CG} > \text{EG2} > \text{EG3} > \text{EG4} > \text{EG5} > \text{EG7} > \text{EG6}$ 。当培养基中 NAA 浓度为 $0.1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 6-BA 浓度为 0 时, 试管苗叶片数最多, 达到 11.1 片; 当 NAA 和 6-BA 浓度比值为 1:10 时, 试管苗叶片数最少, 只有 6.38 片。

试验结果表明 NAA 可以促进 ‘皖马铃薯 1 号’ 和 ‘皖马铃薯 2 号’ 试管苗叶片增加, 而高浓度的 6-BA 抑制马铃薯叶片的形成。

由表 1 可知, EG4 培养基培养的 ‘皖马铃薯 1 号’ 试管苗生长最好, 这一培养基中 NAA 浓度高于 6-BA 浓度, 表明 NAA 对 ‘皖马铃薯 1 号’ 试管苗生长具有显著的促进作用 (图 1A)。由表 2 可知, ‘皖马铃薯 2 号’ 试管苗生长的培养基配方是 EG6 和 EG1, 即在培养基中 NAA 和 6-BA 浓度比为 10:1, 此时, ‘皖马铃薯 2 号’ 试管苗最健壮 (图 1B)。

3 讨论与结论

马铃薯试管苗根、茎、叶片的长势直接反映试

管苗的健壮程度, 试管苗的株高、茎粗、鲜重、叶片大小和数目等都是重要的衡量指标。植物激素和生长调节剂作为重要的生理活性物质, 在极低浓度下就有明显生理效应, 对调节植物体生长发育具有十分重要的意义^[17], 在植物组织培养过程中起着重要作用。特别是生长素和细胞分裂素, 两者适当的比例可显著提高组织培养材料的壮苗率和繁殖系数, 但不同作物类型或相同作物类型的不同品系间, 对激素或生长调节剂的类型和浓度要求均不同^[18-20]。本试验利用安徽省农业科学院培育的马铃薯新品种‘皖马铃薯 1 号’和‘皖马铃薯 2 号’为材料, 研究了不同浓度的生长素、细胞分裂素对马铃薯试管苗生长的影响。

前人研究表明, 不同类型的和浓度的激素或生长调节剂显著影响试管苗的根长、株高和叶片数等生理指标。例如, 何小谦等^[9]研究表明, ‘大西洋’、‘定薯 1 号’、‘夏波蒂’和‘费乌瑞它’试管苗壮苗最佳培养基分别为 MS + 0.5 mg·L⁻¹ IBA、MS + 1.0 mg·L⁻¹ IBA、MS + 0.5 mg·L⁻¹ IBA 和 MS + 1.0 mg·L⁻¹ IBA。周珊等^[21]研究发现, 添加 0.4 mg·L⁻¹ NAA 的 MS 培养基最适宜‘黑美人’试管苗生根; 金建钧和刘志文^[22]在研究‘川薯 3 号’时发现, 高浓度的 6-BA 对试管苗的生长具有一定的抑制作用。但也有研究报告, 不添加任何激素或生长调节剂的培养基也可以生产健壮的试管苗^[23]。

本试验中也发现, 未添加任何生长调节剂的培养基 CG 中, 试管苗也可以生长, 但是根数较少、根长较短, 叶片数较少, 鲜重也较低, 苗较弱。当添加一定浓度和比例的生长调节剂后, 根数增加, 根系粗壮, 试管苗长势较好。当培养基配方为 MS + 0.5 mg·L⁻¹ NAA + 0.1 mg·L⁻¹ 6-BA、MS + 0.1 mg·L⁻¹ NAA 以及 MS + 1.0 mg·L⁻¹ NAA + 0.1 mg·L⁻¹ 6-BA 时, 特别是在 NAA 与 6-BA 浓度比为 5:1 时, ‘皖马铃薯 1 号’试管苗植株健壮, 根系发达, 说明当含有较高浓度生长素和含有较低浓度细胞分裂素, 或者不含有细胞分裂素, 可以促进‘皖马铃薯 1 号’试管苗生长, 这与石晓云和王僧虎^[24]以‘大西洋’为材料进行壮苗研究的结果一致, 但与鲍红春等^[25]的研究结果存在一定的差异, 这可能是由于不同马铃薯品种遗传背景不同所致。

‘皖马铃薯 2 号’中, 当 NAA 浓度 1.0 mg·L⁻¹, 6-BA 浓度为 0.1 mg·L⁻¹ 时, 试管苗株直径、干物质含量以及根数都达到最大, 分别为 0.88 mm、0.28 g 和 9.5 根。即培养基配方为 MS + 1.0 mg·L⁻¹ NAA + 0.1 mg·L⁻¹ 6-BA 时, ‘皖马铃薯 2 号’试管苗生长最

健壮。这与金建钧和刘志文^[22]通过添加 NAA 促进‘荷兰十五’和‘川薯 3 号’试管苗生根、壮苗的研究结果一致。杨雅萍等^[26]在对白芥离体快繁体系研究时, 也发现 NAA 可显著增加试管苗的生根数, 使根粗壮, 利于壮苗, 更有利于试管苗的定植成活。

由此可知, 不同浓度的外源生长调节剂对马铃薯试管苗的作用不同, 同一类生长调节剂不同比例对其作用也不尽相同。因此, 研究不同外源生长调节剂对马铃薯试管苗生长的影响显得尤为重要。

参考文献:

- [1] LAWSON C, KANIEWSKI W, HALEY L, et al. Engineering resistance to mixed virus infection in a commercial potato cultivar: resistance to potato virus x and potato virus y in transgenic russet burbank[J]. Nat Biotechnol, 1990, 8(2): 127-134.
- [2] KUMLAY A M. Combination of the auxins NAA, IBA, and IAA with GA₃ improves the commercial seed-tuber production of potato (*Solanum tuberosum* L.) under *in vitro* conditions[J]. BioMed Res Int, 2014(1): 1-7.
- [3] 韦莹. 马铃薯组织培养及试管薯形成的研究[D]. 南宁: 广西大学, 2007.
- [4] 张辅达, 孙宪昀. 马铃薯茎尖培养脱毒研究进展[J]. 中国马铃薯, 2004, 18(1): 35-38.
- [5] 杨春, 王桂梅. 愈伤组织再生马铃薯脱毒苗生产体系的建立[J]. 中国马铃薯, 2008, 22(3): 137-139.
- [6] BÄHRLE-RAPP M, BÄHRLE RAPP M. Phytohormone[J]. Springer Lexikon Kosmetik und Körperpflege, 2007: 426-427.
- [7] ELALEEM K G A, MODAWI R S, KHALAFALLA M M. Effect of plant growth regulators on callus induction and plant regeneration in tuber segment culture of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivar Diamant[J]. Afr J Biotechnol, 2009, 8(11): 2529-2534.
- [8] 赵光磊, 吴凌娟, 张雅奎, 等. 马铃薯脱毒试管苗壮苗培养体系的优化[J]. 中国马铃薯, 2012, 26(4): 199-205.
- [9] 何小谦, 黄凯, 李德明, 等. 植物激素对马铃薯试管苗生长的影响[J]. 中国马铃薯, 2017, 31(4): 201-205.
- [10] 朱雪瑞, 季静, 王罡, 等. 马铃薯不同组织的诱导分化及其对遗传转化效率的影响[J]. 中国生物工程杂志, 2016, 36(10): 53-59.
- [11] 向玥如. 植物亚精胺合成酶基因(MdSPDS)导入马铃薯的研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2013.
- [12] 刘俊秀, 李苗苗, 张剑峰, 等. 植物生长抑制剂 CCC、PP333 对马铃薯试管苗保存的研究[C]//屈冬玉, 陈伊里. 马铃薯产业与现代可持续农业. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2015.
- [13] 张丽莉. 中薯 3 号马铃薯块茎休眠解除过程中蛋白质变化的研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2004.
- [14] 李凤云. 植物生长调节剂对马铃薯脱毒试管苗微繁的影响[J]. 中国农学通报, 2006, 22(3): 29-32.
- [15] 冯璐, 王玉国, 温银元, 等. 外源激素对紫马铃薯试管苗快繁的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2016, 36(8): 544-550, 556.

- [16] 廖华俊, 朱永东, 闫冲冲, 等. 马铃薯新品种‘皖马铃薯1号’的选育[J]. 中国马铃薯, 2018, 32(2): 127-128.
- [17] 许智宏, 李家洋. 中国植物激素研究: 过去、现在和未来[J]. 植物学通报, 2006, 23(5): 433-442.
- [18] 王萍, 王罡, 季静, 等. 马铃薯两个基因型不同外植体的组织培养与植株再生[J]. 中国马铃薯, 2006, 20(6): 326-328.
- [19] 秦忠群, 王季春. 赤霉素(GA₃)与茉莉酸甲酯(MeJA)对雾培马铃薯内源激素与生长发育的影响[J]. 中国马铃薯, 2006, 20(1): 5-11.
- [20] 方贯娜, 庞淑敏, 李建欣, 等. 基因型与不同激素配比对马铃薯茎尖组织培养的影响[J]. 中国马铃薯, 2009, 23(1): 30-32.
- [21] 周珊, 农艳丰, 段维兴, 等. 紫心马铃薯品种黑美人组织培养技术[J]. 南方农业学报, 2014, 45(4): 527-531.
- [22] 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[J]. 作物杂志, 2011(2): 20-24.
- [23] MOE R, FJELD T, MORTENSEN L M. Stem elongation and keeping quality in poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd) as affected by temperature and supplementary lighting [J]. *Scientia Horticulturae*, 1992, 33(1/2): 127-136.
- [24] 石晓云, 王僧虎. 马铃薯组培苗壮苗培养的研究[J]. 黑龙江农业科学, 2010(6): 11-13.
- [25] 鲍红春, 李小雷, 王建平, 等. 马铃薯品种陇薯5号茎段再生体系的建立[J]. 内蒙古农业科技, 2014, 42(2): 31-32.
- [26] 杨雅萍, 白生文, 肖占文, 等. 白芥离体快繁体系的建立[J]. 甘肃农业大学学报, 2012, 47(3): 67-71.