

品种、培养基质和接种量对马铃薯 脱毒基础苗生长的影响

曹君迈¹, 陈彦云²

(1. 北方民族大学生物科学与工程学院, 宁夏 银川 750021; 2. 宁夏大学生命科学学院, 宁夏 银川 750021)

摘 要:以马铃薯早熟品种大西洋、中熟品种克新1号、晚熟品种青薯168脱毒基础苗为试验材料,研究品种、培养基质和接种量对马铃薯脱毒基础苗鲜重、根鲜重、苗干重、根干重、叶片数、株高、茎粗、根长和根条数等性状指标的影响,培养14 d时,测定各性状指标。结果表明:三个品种的主要农艺性状均在液体培养基上表现为最佳,其平均单株鲜重、干重、株高、茎粗、节长和根条数分别为:159.4 mg、9.1 mg、7.3 cm、1.16 mm、1.4 cm、5.6条。在液体培养基上,降低了马铃薯工厂化生产成本,同时还可缩短马铃薯脱毒基础苗培养时间7~9 d。接种量对马铃薯单株根鲜重、苗干重、叶片数、株高、茎粗、根长有显著性影响($P < 0.05$);不同成熟期品种苗鲜重、根鲜重、根干重、叶片数、株高、茎粗、根长和根条数受品种影响显著($P < 0.05$);不同成熟期品种、不同接种密度处理对马铃薯单株根鲜重、苗干重、根干重、叶片数、株高、茎粗、根长影响有显著性交互作用($P < 0.05$);早熟品种大西洋,接种密度为0.67株/cm²时,中熟品种克新1号和晚熟品种青薯168接种密度为0.80株/cm²时,综合农艺性状表现最好。

关键词:马铃薯;品种;培养基质;接种量;生长

中图分类号: S532 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2012)03-0008-10

中国是世界最大的马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)生产国^[1],种植面积占全球种植面积的25%左右,马铃薯是又是粮菜兼用型作物,在我国农业生产中有着重要的地位,尤其对我国贫困山区经济发展起着举足轻重的作用。目前,为了提高我国马铃薯生产水平,特别是改变北方一作区马铃薯生产现状,对马铃薯种薯繁育提倡采用脱毒快繁技术生产原原种的三级繁育体系,解决生产存在的源头问题,以提高整个马铃薯产业水平。

马铃薯主要以无性方式繁殖,易感染多种病毒,表现为薯块明显变小、畸形、种性退化、产量下降等,严重时失去种用价值^[2]。据报道中国马铃薯病毒种类约有11种^[3]。生产中采取茎尖剥离组织培养技术进行种薯脱毒,脱除GB/T18133-2000规定的7种主要病毒的试管苗,称为脱毒苗。影响脱毒苗生长的因素很多,其中培养基质和接种量是影响脱毒苗生长的重要因素。目前研究较多的是关于大田生产中马铃薯农艺措施对作物产量、质量的影响^[4-7],但大田生产环境的土壤营养状况、温湿条件等难以完全控制,与组培快繁生产条件相比存在许多不同之处,尤其在组培快繁生产中,培养基质的营养成分完全可以量化,便于操作和控制,为研究其它相关影

响因素提供了优越的试验环境条件,如Kai认为有了适宜的培养基质,才能提高作物的生产质量和生物产量^[8],Oktay Külen认为赤霉素和乙烯利具有改变微型马铃薯芽休眠和提高种子块茎产量的作用^[9],刘勇对脱毒苗的扦插基质进行了研究^[10],Pande研究了试管封闭培养对马铃薯试管苗生长发育和叶绿素含量的影响^[11],赵玉平研究了不同培养基质对马铃薯脱毒试管苗的生长和生产成本的影响不同^[12]。Mohamed研究了糖和通风条件对马铃薯株高、叶绿素含量等指标的影响^[13],袁华玲等研究了通气条件下,试管苗株高降低,叶面积和叶绿素含量增加^[14],Thomas综述了活性炭对组培方面的作用^[15],赵映琴^[16]、高军^[17]、袁华玲^[18]、曹君迈^[19]分别从磷元素、生长调节剂和光照强度方面研究了对马铃薯脱毒试管苗组培快繁的影响。综合分析已有成果发现,围绕培养基质主要分析了基质的类型^[12,20-22]、理化性质^[23-26],优化了基质配方,没有结合不同熟性马铃薯生育特点,有针对性地研发专用品种培养基质。而关于不同成熟期品种的接种量对马铃薯脱毒试管苗生长的影响也尚未见文献报道。因此本试验借鉴前人研究成果,利用二因素随机区组设计,探讨品种和培养基质及品种和接种量

收稿日期:2012-01-29

基金项目:国家科技支撑计划项目“马铃薯优质脱毒种薯三级繁育技术研究与集成示范”(2009BADC5B02)

作者简介:曹君迈(1964—)女,宁夏银川人,教授,硕士生导师,从事细胞工程和细胞生物教学与科研工作。E-mail: junmaicao@163.com。

对马铃薯脱毒基础苗生长发育的影响,提出马铃薯工业化生产主栽品种的适宜培养基质及接种量,为马铃薯脱毒种薯产业化组培快繁提供科学依据。

1 试验材料与方法

1.1 材料

早熟品种大西洋 (Atlantic),中熟品种克新 1 号 (Kexin 1),晚熟品种青薯 168 (Qingshu 168) 脱毒基础苗均由北方民族大学生物科学与工程学院细胞生物学实验室提供。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 试验 1 采用二因素随机区组试验设计,因素 1 为品种 (V),即, V1: 大西洋 (Atlantic)、V2: 克新 1 号 (Kexin 1)、V3: 青薯 168 (Qingshu 168); 因素 2 为培养基质 (C),分三种处理, C1: 液体, C2: 卡拉胶, C3: 琼脂。试验重复 5 次,共 9 个处理。

试验 2 采用二因素随机区组设计,因素 1 为品种 (V),即, V1: 大西洋 (Atlantic)、V2: 克新 1 号 (Kexin 1)、V3: 青薯 168 (Qingshu 168); 因素 2 为接种量 (D),分三水平, D1: 20 株/瓶, D2: 25 株/瓶, D3: 30 株/瓶。试验重复 5 次,共 9 个处理。

1.2.2 培养条件 将大西洋、克新 1 号、青薯 168 三种基因型品种的脱毒基础苗切成带芽的约 1 cm 长的茎段,于 2010 年 7 月 6 日按试验 1 接种上述试验设计的 MS 培养基中, 25 株/瓶; 将大西洋、克新 1 号、青薯 168 三种基因型品种的脱毒基础苗切成单节带芽的约 0.5 ~ 1.0 cm 长的茎段 (除去顶芽,分叉及基部),于 2010 年 8 月 12 日按试验 2 设计接种于 MS 培养基中。均置于 2 900 ~ 4 600 Lux 光照强度下培养,在光照时间不足且光强低于 2 900 Lux 时,利用白色的日光灯补光,光强超过 4 600 Lux 时,拉上窗帘,光周期为 12 h 光/12 h 暗。温度由空调控制在 $23 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 。琼脂粉 5 g/L,市售白糖 20 g/L。培养瓶直径为 6.93 cm。及时剔除污染瓶。培养 14 d 测定各指标。

1.2.3 测定指标 在上述培养条件下培养 14 d 后,对脱毒基础苗的苗鲜重、根鲜重、苗干重、根干重、叶片数、叶面积、株高、茎粗、根长和根条数等性状指标进行测定。测定时每个处理随机抽取 3 瓶,每瓶中随机抽取 10 株,作为本试验的三次重复。干重测定:将脱毒基础苗迅速放入万分之一的电子天平称取其鲜重,然后放入培养皿, 105°C 杀青 5 min, 60°C 烘至恒重,再称取干重,最后取其均值。茎粗、叶面积均用游标卡尺进行测量,叶面积以叶片最大长宽的积表示。株高、根长和节间长用直尺测定。

基部的 1 片接种叶片均未统计。

1.2.4 统计分析 试验所得数据采用 Microsoft Excel 2003 处理后,用 SPSS17.0 软件进行二因素方差分析。

2 结果分析

2.1 品种对马铃薯脱毒基础苗农艺性状的影响

3 个品种除株高和节长指标差异未达显著水平外,其余各指标差异达显著或极显著水平。单株鲜重、单株干重克新 1 号和青薯 168 显著优于大西洋,而前二者之间无显著差异,单株鲜重平均最高达 159.7 mg,单株干重平均最高达 8.6 mg; 青薯 168 的叶片数极显著优于大西洋,克新 1 号与其余 2 个品种无显著差异,叶片数平均最高达 5.3 片; 克新 1 号叶面积显著优于大西洋和青薯 168,而后二者无显著差异; 克新 1 号茎粗极显著优于大西洋和青薯 168,而后二者无显著差异,茎粗最高达 1.10 mm; 青薯 168 的节数、根条数、根长均显著优于大西洋,克新 1 号,而它们二者之间无显著差异 (表 1),由此说明不同品种其农艺性状在组培苗生产中仍存在遗传学上的差异。

表 1 品种对马铃薯脱毒苗农艺性状的影响

Table 1 The effect of variety on agronomic properties of virus-free shoots of potato

农艺性状 Agronomic properties	大西洋 (V1) Atlantic	克新 1 号 (V2) Kexin 1	青薯 168 (V3) Qingshu 168
单株鲜重 (mg) Fresh weight per plant	124.6b	159.7a	148.8a
单株干重 (mg) Dry weight per plant	6.9b	8.5a	8.6a
叶片数 Leaf number (mg)	4.6b	4.7ab	5.3a
叶面积 Leaf area (mm ²)	0.25b	0.29a	0.22b
株高 Height (cm)	6.3	6.4	6.8
茎粗 Stem diameter (mm)	0.97b	1.10a	1.00b
节长 Node length (cm)	1.3	1.3	1.3
节数 Node number (node)	4.3b	4.6ab	4.8a
根条数 Root number (bar)	3.4b	3.2b	4.2a
根长 Root length (cm)	4.4b	4.4b	5.7a

2.2 培养基质对马铃薯脱毒基础苗农艺性状的影响

不同培养基基质对马铃薯脱毒基础苗单株干重、株高、茎粗、节长、节数、根条数等关键指标均以液体培养基为佳,卡拉胶与琼脂相比,除叶片数和叶面积外,其余各指标无显著差异,但卡拉胶成本比琼脂低 (表 2),所以在没有液体培养的条件下,可考虑选用卡拉胶做基质,以降低生产成本。

表 2 培养基质对马铃薯脱毒苗农艺性状的影响

Table 2 The effect of culture medium on agronomic properties of virus-free shoots of potato

农艺性状 Agronomic properties	培养基质 Culture medium		
	液体 (C1) Liquid medium	卡拉胶 (C2) Gelling agent medium	琼脂 (C3) Agar medium
单株鲜重 (mg) Fresh weight per plant	159.4	138.2	135.4
单株干重 (mg) Dry weight per plant	9.1a	7.7ab	7.2b
叶片数 Leaf number (piece)	4.5b	5.3a	4.8b
叶面积 Leaf area (mm ²)	0.24b	0.22b	0.30a
株高 Height (cm)	7.3a	6.2b	6.0b
茎粗 Stem diameter (mm)	1.16a	0.95b	0.96b
节长 Node length (cm)	1.4a	1.2b	1.3ab
节数 Node number (node)	4.5ab	4.9a	4.3b
根条数 Root number (bar)	5.6a	4.3b	4.5b
根长 Root length (cm)	2.9b	4.2a	3.6ab

2.3 品种、培养基质对马铃薯脱毒苗生长发育的影响

2.3.1 品种、培养基质对马铃薯脱毒基础苗单株鲜、干重的影响 由图 1 可知,3 个品种以 C1 液体培养基单株鲜重表现最好,大西洋以卡拉胶 C2 次之,而其余 2 个品种以琼脂 C3 次之;由图 2 可知,3 个品种以 C1 液体培养基单株干重表现最好,大西洋、克新 1 号 C2 培养基次之,最差为 C3 培养基,但青薯 168 相反。总之,3 个品种单株鲜重、单株干重均以 C1 液体培养表现最好。

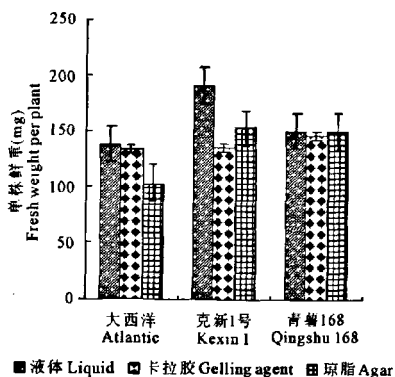


图 1 品种、培养基质对马铃薯脱毒苗的单株鲜重的影响

Fig.1 The effect of variety and culture medium on fresh weight per plant of virus-free shoots of potato

2.3.2 品种、培养基质对马铃薯脱毒苗单株叶片数、叶面积的影响 V1 和 V3 品种在不同的三种培养基上对叶面积的影响表现出相同的规律,在 C2 培养基上,叶片数最多,C3 与 C1 培养基差别不大(图 3)。V2 品种在 C2 培养基上叶面积要大于 C1 和 C3。V1、V2 和 V3 三个品种在 C3 培养基上,叶面

积最大,其次为 C1 培养基,再次为 C2 培养基(图 4)。由此得出,不同品种生长在固体培养基上有利于单株叶面积、叶片数的生长。

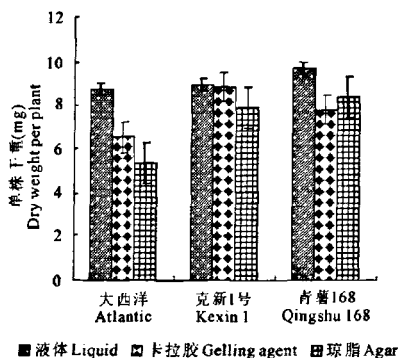


图 2 品种、培养基质对马铃薯脱毒苗的单株干重的影响

Fig.2 The effect of variety and culture medium on dry weight per plant of virus-free shoots of potato

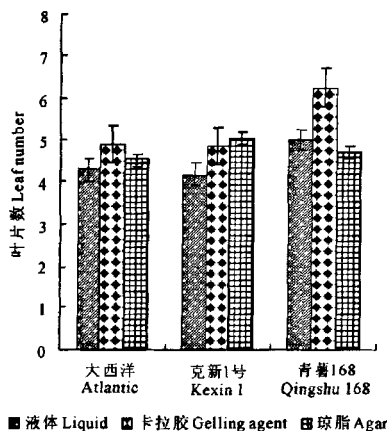


图 3 品种、培养基质对马铃薯脱毒苗的叶片数的影响

Fig.3 The effect of variety and culture medium on leaf number of virus-free shoots of potato

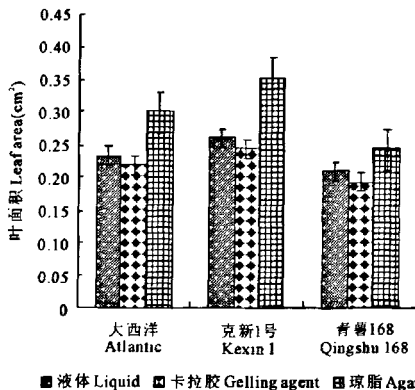


图 4 品种、培养基质对马铃薯脱毒苗的叶面积的影响

Fig.4 The effect of variety and culture medium on leaf area of virus-free shoots of potato

2.3.3 品种、培养基质对马铃薯脱毒基础苗株高、茎粗的影响 不同品种在不同的三种培养基上对株高、茎粗的影响表现出相同的规律(图5,图6),V1、V2和V3三个品种在C3培养基上,长势最好,卡拉胶和琼脂对株高和茎粗的影响基本相同,由此得出,不同品种生长在液体培养基上有利于株高、茎粗的生长。

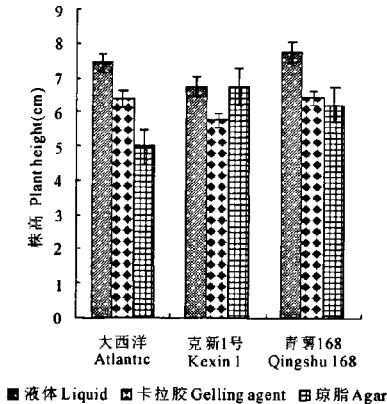


图5 品种、培养基质对马铃薯脱毒苗的株高的影响

Fig.5 The effect of variety and culture medium on plant height of virus-free shoots of potato

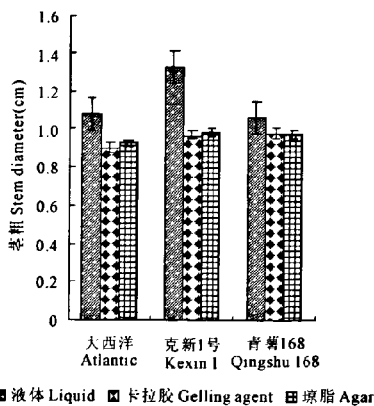


图6 品种、培养基质对马铃薯脱毒苗的茎粗的影响

Fig.6 The effect of variety and culture medium on stem diameter of virus-free shoots of potato

2.3.4 品种、培养基质对马铃薯脱毒基础苗节长、节数的影响 不同品种在不同的三种培养基上对节长的影响为:V1、V2和V3三个品种在C1培养基上,节长最长,其次为C3培养基,再次为C2培养基,而克新1号在C2培养基上节长略高于C3培养基(图7)。不同品种在不同的三种培养基上对节数的影响为:V1、V2和V3三个品种在C2培养基上,

节数最多,其次为C1培养基,再次为C3培养基,但克新1号在C3培养基上节数略高于C1培养基,由此得出,不同品种生长在液体培养基上有利于节生长,在卡拉胶和液体培养基上有利于节数生长(图8)。

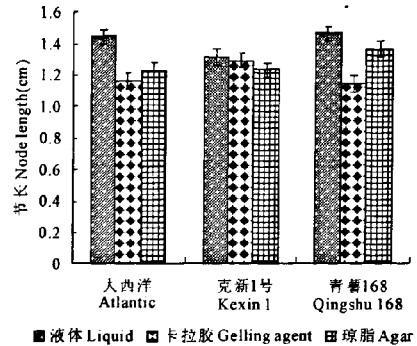


图7 品种、培养基质对马铃薯脱毒苗的节长的影响

Fig.7 The effect of variety and culture medium on node length of virus-free shoots of potato

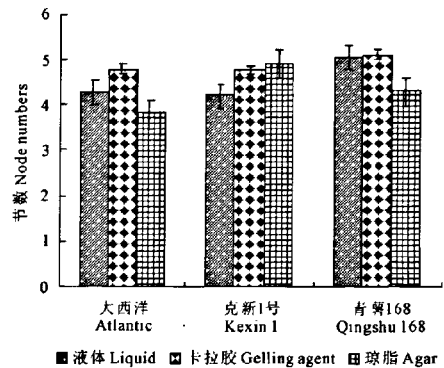


图8 品种、培养基质对马铃薯脱毒苗的节数的影响

Fig.8 The effect of variety and culture medium on node numbers of virus-free shoots of potato

2.3.5 品种、培养基质处理对马铃薯脱毒基础苗根长、根条数的影响 不同品种在不同的三种培养基上对根长的影响为:V1和V2在C3培养基上根长最长,其次为C2培养基,C1培养基最差,V3品种在C2培养基根长最长,其次为C1培养基,C3培养基最差(图9)。不同品种在不同的三种培养基上对根条数的影响为:V1、V2和V3三个品种在C1培养基上,根条数最多,V1和V2在C2培养基其次,C1培养基最差,V3品种在C2和C3培养基上正好相反,由此得出,不同品种生长在液体培养基上有利于根条数的形成,在固体培养基上有利于根长的生长(图10)。

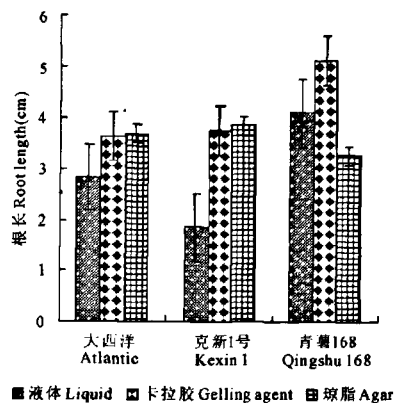


图 9 品种、培养基质对马铃薯脱毒苗的根长的影响
Fig.9 The effect of variety and culture medium on root length of virus-free shoots of potato

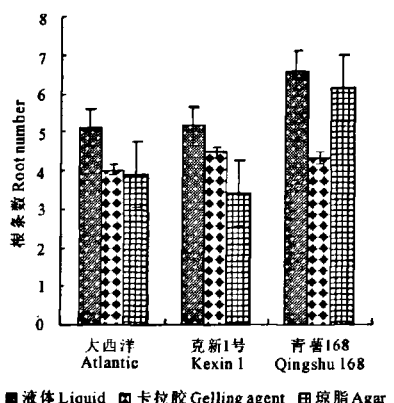


图 10 品种、培养基质对马铃薯脱毒苗的根条数的影响
Fig.10 The effect of variety and culture medium on root number of virus-free shoots of potato

2.4 品种、接种量对马铃薯脱毒基础苗生物产量的影响

3 个不同成熟期品种的接种量对马铃薯脱毒基础苗生物产量的影响见表 3。除苗鲜重受品种和接种量的交互作用影响不显著外,其余农艺性状指标影响显著或极显著。有利于苗鲜重增加的品种为 V1 品种,显著高于 V2 和 V3,后二者之间均不显著;

有利于根鲜重和根干重增加的品种为 V3 品种,显著高于 V1 和 V2,后二者之间均不显著,有利于根鲜重和苗干重的接种量无 D2;有利于根鲜重形成的组合:V1 品种以 V1D2 为佳,V2 和 V3 品种三种接种量均不显著;有利于苗干重形成的组合:V1 品种以 V1D1 和 V1D2 为佳,V2 和 V3 品种三种接种量均不显著;有利于根干重形成的组合:V1 品种以 V1D2

表 3 品种、接种量对马铃薯脱毒苗单株鲜重的影响

Table 3 The effect of variety and inoculum source on biological yield of fresh weight per plant of virus-free shoots of potato

项目 Item	品种 Varities	$\bar{x}_{VD} \pm S$			平均 $\bar{x}_V$ Average
		D1	D2	D3	
苗鲜重(mg) Shoots fresh weight	V1	163.40 ± 58.70	173.70 ± 4.53	114.17 ± 28.36	150.42a
	V2	129.67 ± 22.27	135.60 ± 20.39	118.58 ± 23.36	127.95b
	V3	112.07 ± 33.99	107.18 ± 36.57	107.07 ± 6.01	108.77b
	平均 Average $\bar{x}_D$	135.05	138.83	113.27	
根鲜重(mg) Root fresh weight	V1	29.84 ± 18.92fD	95.12 ± 32.21aA	32.80 ± 10.41fCD	52.59bB
	V2	51.64 ± 8.05defBCD	37.20 ± 9.40efCD	55.77 ± 4.07deBCD	48.20bB
	V3	66.48 ± 23.32bcdABC	75.33 ± 35.38abcAB	79.80 ± 18.38abAB	77.20aA
	平均 Average $\bar{x}_D$	49.32bB	72.55aA	56.12bB	
苗干重(mg) Shoots dry weight	V1	6.21 ± 1.82ab	9.27 ± 0.84a	5.42 ± 0.62b	6.97
	V2	7.27 ± 1.08ab	7.74 ± 0.40ab	7.05 ± 0.75ab	7.35
	V3	7.21 ± 1.82ab	7.23 ± 2.15ab	7.15 ± 0.33ab	7.19
	平均 Average $\bar{x}_D$	6.90b	8.08a	6.54b	
根干重(mg) Root dry weight	V1	1.71 ± 0.49cB	4.40 ± 0.90aA	2.11 ± 0.46cAB	2.74b
	V2	2.33 ± 0.41bcAB	2.29 ± 0.81bcAB	3.21 ± 0.96abcAB	2.61b
	V3	3.19 ± 0.84abcAB	4.00 ± 1.96abAB	4.30 ± 0.74abAB	3.83a
	平均 Average $\bar{x}_D$	2.41	3.21	3.56	

注:大小写字母分别表示 0.01 和 0.05 水平差异显著性。 $\bar{x}$ 表示平均值。VD 表示品种和接种量互作,V 表示品种,D 表示接种量。S 表示标准差。
Note: Capital and lowercase letters mean significant difference at 0.01 and 0.05 level, respectively. $\bar{x}$ means average number. VD represents interaction of variety genotype and inoculum source. V represents variety genotype. D represents inoculum source. S means standard deviation.

为佳,V2 和 V3 品种三种接种量均不显著;综合其结果可得出:有利于地上部生物产量的形成的最优组合为 V1D2、V2D2、V2D3、V3D2、V2D3。

2.5 品种、接种量对马铃薯脱毒苗地上部形态特征的影响

3 个不同成熟期基因型品种的接种量对马铃薯脱毒基础苗地上部形态特征的影响见表 4。3 个品种对马铃薯地上部分叶片数、株高和茎粗均有极显著影响;接种量 D3 处理有利于叶片数形成,D2 和 D3 处理有利于株高增加;品种和接种量的交互作用

对地上部性状均有影响,有利于叶片形成的组合:V1 品种以 V1D3 为佳,V2 品种三种接种量均不显著、V3 品种三种接种量均不显著;有利于株高形成的组合:V1 品种以 V1D2、V1D3 为佳、V2 品种三种接种量均不显著、V3 品种三种接种量均不显著;有利于茎粗形成的组合:V1 品种以 V1D2、V1D3 为佳、V2 品种三种接种量均不显著、V3 品种三种接种量均不显著;综合其结果可得出:V1D2、V1D3、V2D2、V2D3、V3D2、V3D3 有利于地上部各性状的良好生长。

表 4 品种、接种量对马铃薯脱毒苗地上部形态特征的影响
Table 4 The effect of variety and inoculum source on morphology above medium of virus-free shoots of potato

项目 Item	品种 Varieties	$x_{VD} \pm S$			平均 $\bar{x}_V$ Average
		D1	D2	D3	
叶片数(片) Leaf number(piece)	V1	3.43 ± 0.35cdAB	3.03 ± 0.21cdeBC	4.33 ± 0.17aA	3.59aA
	V2	2.47 ± 0.06eC	2.97 ± 0.47deBC	2.93 ± 0.40deBC	2.79bB
	V3	3.47 ± 0.55bcdAB	3.70 ± 0.36abcAB	4.10 ± 0.20abA	3.77aA
平均 Average	$\bar{x}_D$	3.12 bB	3.23 bB	3.78 aA	
株高(cm) Height	V1	3.9 ± 0.89dC	6.2 ± 0.83aA	5.5 ± 0.23abcABC	5.22bB
	V2	5.9 ± 0.44abAB	6.2 ± 0.15aA	6.6 ± 0.93aA	6.21aA
	V3	4.6 ± 1.03bcdBC	4.2 ± 0.65dC	4.5 ± 0.14cdBC	4.42cB
平均 Average	$\bar{x}_D$	4.79b	5.52a	5.54a	
茎粗(mm) Stem diameter	V1	0.90 ± 0.19c	1.15 ± 0.03ab	1.20 ± 0.15a	1.07aA
	V2	1.00 ± 0.05abc	1.06 ± 0.00abc	1.02 ± 0.02abc	1.03aA
	V3	0.89 ± 0.15c	0.87 ± 0.13c	0.96 ± 0.06bc	0.91bB
平均 Average	$\bar{x}_D$	0.93	1.03	1.06	

2.6 品种、接种量对马铃薯脱毒苗地下部形态特征的影响

3 个不同成熟期品种的接种量对马铃薯脱毒基础苗地下部形态特征的影响见表 5。采用 LSR 法对地下部性状进行多重比较(表 5),有利于根长形成的组合:V1 品种以 V1D2 为佳,V2 和 V3 品种三种接

种量均不显著;根条数的交互作用均不显著,但品种之间差别极显著,V3 品种根条数极显著高于 V1 和 V2 品种,但后二者之间无差异。综合其结果可得出:V1D2、V2D2、V2D3、V3D2、V3D3 有利于地下部各性状的良好生长。

表 5 品种、接种量对马铃薯脱毒基础苗根条数、根长的影响
Table 5 The effect of variety and inoculum source on root length and root number of virus-free shoots of potato

项目 Item	品种 Varieties	$x_{VD} \pm S$			平均 $\bar{x}_V$ Average
		D1	D2	D3	
根长(cm) Root length	V1	4.40 ± 0.27bABC	5.32 ± 0.19aA	4.13 ± 0.42bBC	4.62a
	V2	3.69 ± 0.33bC	4.34 ± 0.28bABC	4.54 ± 0.67bABC	4.19b
	V3	3.95 ± 0.17bBC	4.18 ± 0.44bBC	4.31 ± 0.61bABC	4.15b
平均 Average	$\bar{x}_D$	4.02 b	4.61 a	4.33 ab	
根条数(条) Root number(bar)	V1	5.80 ± 1.10	4.07 ± 0.15	4.97 ± 0.31	4.94bB
	V2	3.70 ± 0.50	3.57 ± 0.15	4.83 ± 0.85	4.033bB
	V3	7.30 ± 0.82	7.07 ± 2.32	7.47 ± 0.97	7.28aA
平均 Average	$\bar{x}_D$	5.60	4.90	5.76	

3 讨 论

1) 选取有代表性的实验材料,是实验成功的基础。我们在实验中选取了宁夏种植面积较大,有地区代表性的三个品种,即:大西洋、克新 1 号、青薯 168,其中大西洋(美国引进)^[27]为宁夏主栽的 1 个早熟品种,克新 1 号(黑龙江省)^[28]为宁夏主栽的 1 个中熟品种,青薯 168(青海省)^[29]为宁夏主栽的 1 个晚熟品种,它们亲缘关系远,表型和基因型不同,因此,我们选取这 3 个品种作为试验材料。

2) 为了确保实验质量,我们在实验中对每个不同处理均接种 5 瓶,剔除感染后,随机抽取 3 瓶瓶苗,即 3 次重复。按 1.2.3 的实验方法进行实验,获得的各指标重现性较好。由于组培苗幼嫩含水量高,在称量时很容易失水,所以变异系数较大,即试验误差大,因此,可作为衡量组培苗质量的参考指标。

3) 本实验通过以液体培养基培养 14 d 后,马铃薯脱毒试管苗的株高和茎粗均达到 7.00 cm 和 1.10 mm,这与包玲等^[21]以 MS 液体培养基培养 25 d 后的马铃薯脱毒试管苗的株高和茎粗结果相近,而远高于孔繁春等^[20]以 MS 液体培养基培养 21d 后的株高 4.6 cm。本试验的三种培养基以液体培养基为最佳,见图 11、12、13。

4) 液体培养基中有利于植物单株鲜重、干重、株高、茎粗、节长和根条数的生长发育,但卡拉胶有利于叶片数、节数、根长的生长发育,从多数性状指标看,液体培养有利于植物的生长发育,但要求接种技术高,必须使培养物直立的支持物中,否则浸泡在液体中时间过长,对植物生长不利。同时使用液体培养基还可以省去琼脂等支持物,降低生产成本,对工厂化生产非常有利,此实验结果与赵玉平^[12]的观点不同。

5) 固体培养基对根条数的增加不如液体培养基,而在形成一定数目的根后,液体培养基对根的伸长生长不利,但液体培养基发根数目多,根生长整齐速度快,但不宜长时间培养,可尽早出瓶炼苗,即加快了生长速度且形成壮苗,适宜的培养时间为 14 d 左右。

6) 通过本试验所得出的液体培养,省去了琼脂和卡拉胶,降低了马铃薯工厂化生产成本,同时还可缩短马铃薯脱毒基础苗培养时间 7~9 d。

7) 植物组织培养如同大田生产一样,植物的生长发育同样受品种和接种量的影响。但考虑植物组培快繁技术的影响因素时,一般多从植物的外植体、基因型、光照强度,营养条件等考虑,很少从接种量来研究对组培快繁的影响。

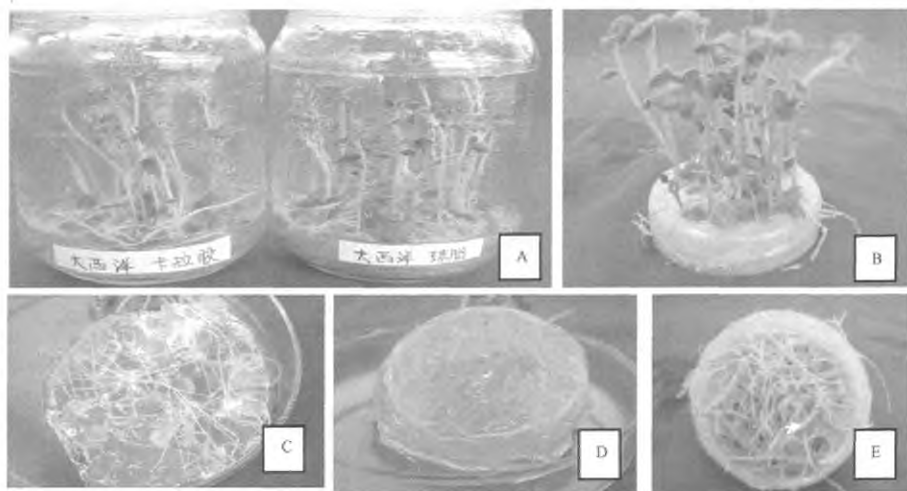


图 11 大西洋在不同培养基质中的生长情况

Fig.11 The growth of virus-free shoots of Atlantic above different culture media

A: 在卡拉胶和琼脂培养基中地上部的生长状况 The growth of virus-free shoots above gelling agent and agar medium

B: 在液体培养基中地上部的生长状况 The growth of virus-free shoots above liquid medium

C: 在卡拉胶培养基中根部生长状况 The roots growth of virus-free shoots in gelling agent medium

D: 在琼脂培养基中根部的生长状况 The roots growth of virus-free shoots in agar medium

E: 在液体培养基中地下部的生长状况 The roots growth of virus-free shoots in liquid medium

A,B,C,D,E 意义下同。A,B,C,D,E capital letters mean a same, below.

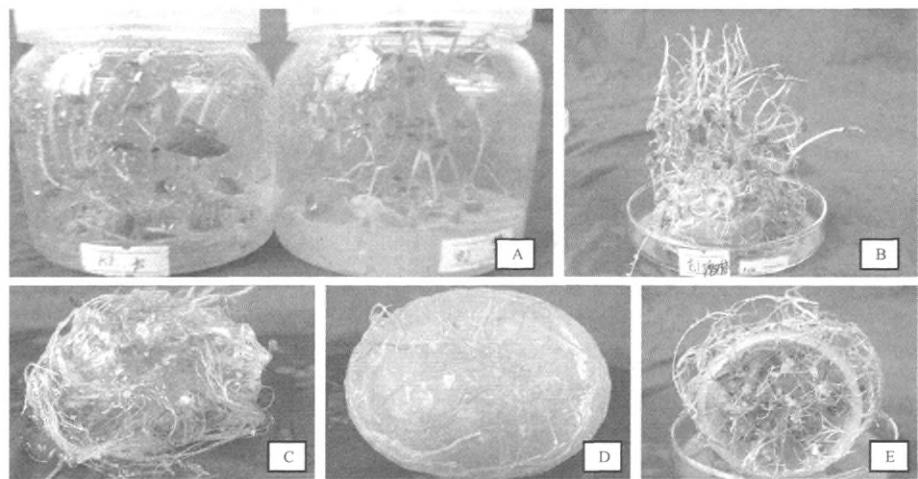


图 12 克新 1 号在不同培养基质中的生长情况

Fig.12 The growth of virus-free shoots of Kexin 1 above different culture media

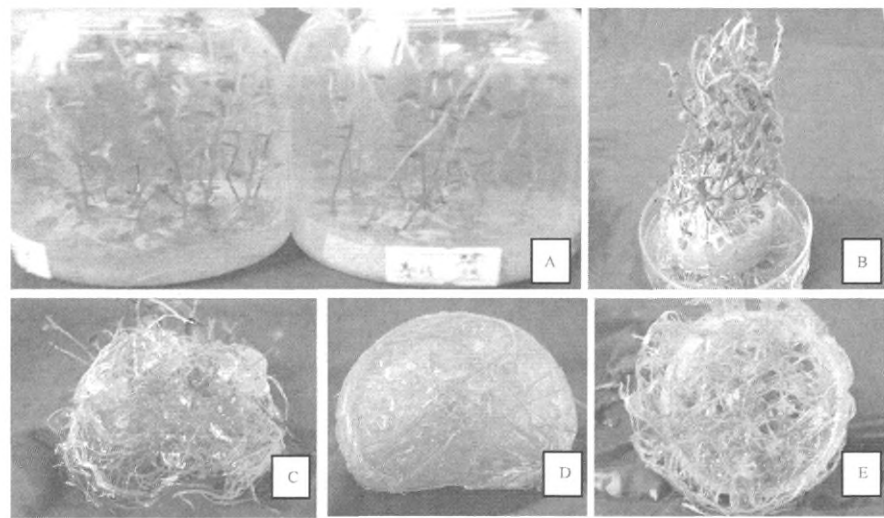


图 13 青薯 168 在不同培养基质中的生长情况

Fig.13 The growth of virus-free shoots of Qingshu 168 above different culture media



图 14 不同品种、不同接种量下对马铃薯脱毒基础苗生长的影响

Fig.14 The effect of variety and inoculum source on the growth of virus-free shoots of potato in vitro

8) 本试验2对9种农艺性状指标进行了测定,其中有7种农艺性状指标与不同成熟期品种、不同接种密度有交互作用,它们共同影响着马铃薯组培苗的生长发育,见图14。

9) 脱毒基础苗生产的质量好坏,同大田作物有所不同,无法用经济产量指标来衡量生产质量的优劣,但可以用生物产量作为一项衡量指标。

10) 从生物产量、地上部、地下部植物形态特征三个方面综合得出 V1D2、V2D2、V2D3、V3D2、V3D3 组合最优,且 V2D2 和 V2D3 与 V3D2 和 V3D3 无显著差异,但从生产成本考虑,应选择接种量最大的 D3,以保证企业效益的增加。

4 结论

1) 3个不同成熟期品种单株鲜重、干重、叶片数、叶面积、茎粗、节数、根长和根条数性状受品种影响显著($P < 0.05$),其余性状受品种影响不显著。

2) 3种不同培养基质处理对马铃薯单株单株干重、叶片数、叶面积、株高、茎粗、节数、节长、根长、根条数有显著性影响($P < 0.05$),单株鲜重受3种不同培养基质处理影响不显著。

3) 早熟品种大西洋、中熟品种克新1号和晚熟品种青薯168均以液体培养基质培养为最佳,主要农艺性状,如单株鲜重、干重、株高、茎粗、节长和根条数的生长发育最好,其最佳均值分别为:159.4 mg、9.1 mg、7.3 cm、1.16 mm、1.4 cm、5.6 条。

4) 3个不同成熟期品种、3种不同接种量对马铃薯单株根鲜重、苗干重、根干重、叶片数、株高、茎粗、根长影响有显著性交互作用($P < 0.05$),说明不同品种和接种量对马铃薯脱毒基础苗生长发育有直接影响,其余性状受品种和接种量交互作用影响不显著。

5) 不同成熟期品种苗鲜重、根鲜重、根干重、叶片数、株高、茎粗、根长和根条数受品种影响显著($P < 0.05$),其余性状受品种影响不显著。

6) 不同接种密度处理对马铃薯单株根鲜重、苗干重、叶片数、株高、茎粗、根长有显著性影响($P < 0.05$),其余性状受3种接种量的影响不显著。

7) 从生物产量、地上部、地下部植物形态特征及成本效益来看,V1D2、V2D3、V3D3为三个品种的最优组合,即:早熟品种大西洋,接种量为0.67株/cm²时,综合农艺性状表现最好;中熟品种克新1和晚熟品种青薯168接种量为0.80株/cm²时,综合农艺性状表现最好。

8) 本研究可为西北马铃薯脱毒苗工厂化生产

提供的科学依据。

致谢:感谢2007级生物技术班史润、李强同学参与本工作。

参考文献:

- [1] 谢开云,屈冬玉,金黎平,等.中国马铃薯生产与世界先进国家的比较[J].世界农业,2008,5(349):35-41.
- [2] 曾述容,付文进,对三开,等.香豆素浓度及光照条件对马铃薯试管薯诱导影响初步研究[J].生物学通报,2009,44(9):47-50.
- [3] Wang B, Ma Y L, Zhang Z B, et al. Potato viruses in China[J]. Crop Protection, 2011, 30: 1117-1123.
- [4] 刘震,秦舒浩,王蒂,等.陇中旱区集雨限灌对马铃薯干物质积累和产量的影响[J].干旱地区农业研究,2010,28(4):46-49.
- [5] Kria Pruski, Tess Astatkie, Jerzy Nowak. Jasmonate effects on invitro tuberization and tuber bulking in two potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) under different media and photoperiod conditions[J]. Vitro Cell Dev Biol Plant, 2002, 38: 203-209.
- [6] Wang F X, Wu X X, Clinton C, et al. Effects of drip irrigation regimes on potato tuber yield and quality under plastic mulch in arid Northwestern[J]. China Field Crops Research, 2011, 122: 78-84.
- [7] 全黎平,杨宏福,连勇,等.早熟马铃薯高产、留种栽培适宜密度及经济效益[J].北京农业科学,1996,14(1):20-23.
- [8] Kai G Y, Dai L M, Mei X Y, et al. In vitro plant regeneration from leaf explants of *Ophiophora japonica*[J]. Biologia Plantarum, 2008, 52(3):557-560.
- [9] Oktay Külen, Cecil Stushnoff, Robert D, et al. Gibberellic acid and ethephon alter potato minituber buddormancy and improve seed tuber yield[J]. Am J Pot Res, 2011, 88: 167-174.
- [10] 刘勇,郝兴顺,陈进,等.不同基质对脱毒马铃薯穴盘扦插苗成活率及生长发育的影响[J].陕西农业科学,2009,(5):21-22.
- [11] Chanemougasoundharam A, Sarkar D, Pandey S K, et al. Culture tube closure-type affects potato plantlets growth and chlorophyll contents[J]. Biologia Plantarum, 2004, 48(1):7-11.
- [12] 赵玉平,戎素平.不同培养基质对马铃薯脱毒试管苗的生长影响和生产成本试验[J].现代农业,2009,(4):40.
- [13] Mohamed M A H, Alsaadon A A. Influence of ventilation and sucrose on growth and leaf anatomy of micropropagated potato plantlets[J]. Scientia Horticulturae, 2010, 123: 295-300.
- [14] 袁华玲,全黎平,黄三文,等.不同通气条件硫代硫酸银对马铃薯试管苗和抗氧化活性的影响[J].植物生理学通讯,2007,24(1):167-171.
- [15] Dennis Thomas T. The role of activated charcoal in plant tissue culture[J]. Biotechnology Advances, 2008, 26: 618-631.
- [16] 赵映琴,刘玉汇,王丽,等.低磷胁迫下马铃薯试管苗生长及生理指标变化研究[J].干旱地区农业研究,2009,27(5):183-187.
- [17] 高军,张永成.几种植物生长调节剂对马铃薯脱毒试管苗生长的影响[J].种子,2009,27(5):77-79.
- [18] 袁华玲,全黎平,黄三文,等.硫代硫酸银对二倍体马铃薯试管

- 苗生长和生理特性的影响[J].作物学报,2008,34(5):846-850.
- [19] 曹君迈,任 贤,贝蕊临,等.光照强度对“克新5号”脱毒试管苗生长的影响[J].种子,2011,1(5):77-79.
- [20] 孔繁春,李文刚,姚裕琪,等.不同培养方式和光照强度对马铃薯脱毒试管苗微絮的影响[J].马铃薯杂志,1999,13(1):20-22.
- [21] 包 玲,曾述容,对三汗.不同培养基对马铃薯试管苗生长的影响[J].农业科技通讯,2007,(11):41-42.
- [22] 刘玲玲.光照和培养基类型对马铃薯微型薯诱导结薯的影响[J].黑龙江农业科学,2004,(6):21-23.
- [23] 苏 跃,冯泽蔚,胡 虎.马铃薯试管苗快繁培养基研究[J].种子,2009,28(3):71-73.
- [24] 王兴杰.马铃薯脱毒试管苗简易培养基研究[J].甘肃农业科技,1997,(7):3-4.
- [25] 杨 萍,于庆祥,牛小宁,等.用新型培养基培养马铃薯脱毒试管苗的比较试验[J].中国马铃薯,2007,21(6):351-352.
- [26] 刘道敏.不同培养基对马铃薯试管苗生长的影响[J].安徽农业科学,2007,35(21):63-73.
- [27] 巩秀峰,王 永,郝文胜,等.马铃薯新品种大西洋的引种试验[J].内蒙古农业科技,2005,(S1):43-45.
- [28] 中国农业科学院蔬菜花卉研究所.中国蔬菜品种志(下卷)[M].北京:中国农业科技出版社,2001.
- [29] 谢连美,刘满仓.青薯168号洋芋新品种简介[J].中国农学通报,1989,(4):45.

Effects of variety, culture medium and inoculum source on the growth of virus-free shoots of potato in vitro

CAO Jun-mai¹, CHEN Yan-yun²

(1. College of Life Science & Engineering, Beifang University of Nationalities, Yinchuan, Ningxia 750021, China;

2. College of Life Science, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, China)

Abstract: Using virus-free shoots in vitro of early maturity potato variety “Atlantic”, medium maturity variety “Kexin 1” and late maturity variety “Qingshu 168” as materials, experiments were conducted to study the effects of variety, culture medium and inoculum source on the fresh weight shoot, fresh weight of root, dry weight of seedling, dry weight of root, number of leaves, plant height, stem diameter, root length and number of root, which were investigated at the 14th day. The results showed that, agronomic characters of the three varieties were the best on liquid cultivating medium and the average of per plant fresh weight, dry weight, plant height, stem diameter, node length and root number were: 159.4 mg, 9.1 mg, 7.3 cm, 1.16 mm, 1.4 cm and 5.6 bar. The production costs of potato could be reduced under this condition, meanwhile, the cultivating time of virus-free shoots of potato could be shortened by 7~9 days. The inoculum source had significant influence on the per plant root fresh weigh, seedling dry weight, number of leaves, plant height, stem diameter and root length ($P < 0.05$), and variety also had significant influence on the fresh weight of seedling, fresh weight of root, dry weight of root, number of leaves, plant height, stem diameter, root length and root number of different maturity varieties ($P < 0.05$). Variety and inoculum source had interactive effect on the fresh weight of root, dry weight of seedling, dry weight of root, number of leaves, plant height, stem diameter and root length ($P < 0.05$). So they had the best comprehensive agronomic characters when the inoculum density was $0.53/\text{cm}^2$ for early maturity variety “Atlantic”, and $0.80/\text{cm}^2$ for both medium maturity variety “Kexin 1” and late maturity variety “Qingshu 168”.

Keywords: potato; variety; culture medium; inoculum source; growth