

DOI: 10.16861/j.cnki.zggc.2025.0198

# 蒙乌薯 6 号脱毒苗培养与容器薯诱导技术初探

范龙秋<sup>1</sup>, 林团荣<sup>1</sup>, 王玉凤<sup>1</sup>, 张志成<sup>1</sup>, 王伟<sup>1</sup>, 王真<sup>1</sup>,  
王懿茜<sup>1</sup>, 焦欣磊<sup>1</sup>, 黄文娟<sup>1</sup>, 白雪东<sup>2</sup>, 尹玉和<sup>1</sup>

(1. 乌兰察布市农林科学研究所 内蒙古乌兰察布 012209;

2. 内蒙古薯都裕农种业科技有限公司 内蒙古乌兰察布 012299)

**摘要:**以抗旱高淀粉加工型马铃薯新品种蒙乌薯 6 号脱毒苗为试验材料, 研究不同培养器皿对脱毒苗长势的影响, 筛选益培隆抑菌剂防治细菌污染有效使用浓度及品种容器薯适宜的诱导方法。结果表明, 全自动配套塑料方盒处理下的脱毒苗植株粗壮, 光合效率高, 长势强, 能够提高马铃薯脱毒苗扩繁倍数, 优于玻璃瓶培养; 蒙乌薯 6 号细菌防治最适宜的益培隆使用浓度( $w$ , 后同)为 0.20%; 容器薯快速诱导培养方法为固体(壮苗阶段: MS+30 g·L<sup>-1</sup>蔗糖+6 g·L<sup>-1</sup>卡拉胶)+液体(容器薯诱导阶段: MS+80 g·L<sup>-1</sup>蔗糖+500 mg·L<sup>-1</sup>矮壮素+5 mg·L<sup>-1</sup>6-苄氨基嘌呤)。研究结果不仅为蒙乌薯 6 号产业化发展奠定了技术基础, 而且为同类型马铃薯品种研究提供了参考依据。

**关键词:** 马铃薯; 蒙乌薯 6 号; 脱毒苗; 容器薯

中图分类号: S532

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2025)08-111-07

## Preliminary study on virus-free seedling culture and container potato induction technology of Mengwushu No. 6

FAN Longqiu<sup>1</sup>, LIN Tuanrong<sup>1</sup>, WANG Yufeng<sup>1</sup>, ZHANG Zhicheng<sup>1</sup>, WANG Wei<sup>1</sup>, WANG Zhen<sup>1</sup>,  
WANG Yiqian<sup>1</sup>, JIAO Xinlei<sup>1</sup>, HUANG Wenjuan<sup>1</sup>, BAI Xuedong<sup>2</sup>, YIN Yuhe<sup>1</sup>

(1. Ulanqab Agricultural and Forestry Research Institute, Ulanqab 012209, Inner Mongolia, China; 2. Inner Mongolia Potato City Yunnan Seed Technology Co. LTD., Ulanqab 012299, Inner Mongolia, China)

**Abstract:** Using virus-free seedlings of the new drought-resistant and high-starch processing potato variety Mengwushu No. 6 as experimental material, this study investigated the effects of different culture vessels on the growth of variety virus-free seedlings, screened the effective concentration of Yipeilong bacteriostatic agent for bacterial contamination control, and explored the suitable induction method for container potato of this variety. The results showed that the virus-free seedlings in the fully automatic plastic square box were more robust, with improved photosynthetic efficiency and stronger growth potential. This treatment could increase the multiplication coefficient of potato virus-free seedlings, which was superior to the glass bottle culture. The most suitable concentration of Yipeilong for preventing bacterial contamination in Mengwushu No. 6 was 0.20%. The rapid induction culture method for *in vitro* potato tubers is as follows: Solid medium (seedling - strengthening stage: MS+30 g·L<sup>-1</sup> sucrose+6 g·L<sup>-1</sup> carrageenan)+ liquid medium (container potato induction stage: MS+80 g·L<sup>-1</sup> sucrose+500 mg·L<sup>-1</sup> chlormequat chloride+5 mg·L<sup>-1</sup> 6-benzylaminopurine). The results of this study not only lay a technical foundation for the industrialization development of Mengwushu No. 6, but also provide a reference for research on similar potato variety.

**Key words:** Potato; Mengwushu No. 6; Virus-free seedling; Container potato

蒙乌薯 6 号是由乌兰察布市农林科学研究所选育出的抗旱高淀粉加工型马铃薯新品种。该品种属晚熟类型, 可鲜食和淀粉加工, 生育期 103 d, 株型半直立, 株高 84.47 cm, 茎叶绿色, 生长势强,

花冠白色, 天然结实少, 大中薯率为 84.23%, 块茎椭圆形, 薯皮略麻, 芽眼浅, 黄皮黄肉, 块茎大小较整齐, 平均单株结薯数 5.46 个, 平均单薯质量 141.76 g, 平均产量 42 478.35 kg·hm<sup>-2</sup>, 具有高产稳产、抗旱性

收稿日期: 2025-03-13; 修回日期: 2025-04-25

基金项目: 内蒙古自治区“揭榜挂帅”项目(2022JBGS0037); 内蒙古自治区科技计划项目(2021GG0357, 2023KJHZ0037); 内蒙古自治区马铃薯育种联合攻关项目(YZ2023006)

作者简介: 范龙秋, 女, 助理研究员, 主要从事马铃薯组织培养技术研究。E-mail: 312477796@qq.com

通信作者: 尹玉和, 男, 研究员, 主要从事马铃薯遗传育种与栽培技术研究。E-mail: wlcsyhy@163.com

强、淀粉含量高等特点,是适宜在华北一作农业生态区春播种植的优良新品种。蒙乌薯6号凭借特别的耐旱能力以及稳定的高淀粉含量,如期实现了内蒙古自治区在马铃薯抗早高淀粉新品种选育领域的重大突破,此品种推广应用将为农业生产带来更高效益和更广阔的市场潜力,对地区农业的可持续发展具有重要意义。随着品种种植面积增加,种薯用量扩大,对品种开展针对性系列研究并集成马铃薯优质高效种苗(薯)繁育技术,能够产生显而易见的经济效益和社会效益。

脱毒苗繁育作为马铃薯种子生产的源头,扩繁效率高决定后期种薯用量,目前马铃薯脱毒苗生产过程机械化水平低,整个生产操作仍以人工为主。宿飞飞等<sup>[1]</sup>统计马铃薯规模化生产成本中人工费用占比达36.4%,近些年国内外都在开展脱毒苗自动化生产技术的研发,研发相应的自动化生产设备,用机械生产代替人工作业,能够达到提高生产效率、减少病菌感染概率、提高成活率、节省人力、降低成本的目的。在茎尖剥离时因原始材料携带内生菌,导致获得的马铃薯脱毒核心苗极大概率被感染,瓶苗经复制式扩繁后携带的病菌严重影响种苗生产质量和生产效率,因此有效防治细菌污染成为马铃薯脱毒及快繁过程中的重点和难点<sup>[2]</sup>。同时容器薯作为马铃薯种质资源的重要保存、交换及脱毒种薯的生产方式而得到推广应用,不同品种在外源激素、营养液配方以及诱导手段等方面也存在着较大差别<sup>[3]</sup>。鉴于以上问题,笔者就不同培养方式对蒙乌薯6号脱毒苗长势的影响、细菌污染防治以及容器薯诱导等方面开展相关研究,以期优化组培生产流程,为脱毒苗和容器薯工厂化生产提供参考依据和技术支撑。

## 1 材料与方 法

试验于2024年3—9月在内蒙古自治区马铃薯种业技术创新中心组培实验室进行。

### 1.1 材 料

由乌兰察布市农林科学研究所组培技术研发人员,利用茎尖剥离培养技术,获得不带毒蒙乌薯6号瓶苗。抑菌剂益培隆购自上海冥鲲生物科技有限公司。

### 1.2 方 法

1.2.1 不同培养方式对蒙乌薯6号脱毒苗长势的影响 采用单因素随机方法,设置塑料方盒(H)和玻璃瓶(P)两种培养容器,其中塑料方盒规格为长

8 cm、宽8 cm、高10 cm,玻璃瓶规格为底部直径7 cm、高11 cm。两种容器内盛装培养基厚度为1.7 cm,为保证单位面积内接种相同株数脱毒苗,方盒转接20株脱毒苗,玻璃瓶转接12株脱毒苗,每个处理设置3次重复,每个重复接种10瓶,共30瓶。培养温度22℃,光照时长16 h·d<sup>-1</sup>,光照强度2000 lx,培养15 d后调查各指标。

1.2.2 蒙乌薯6号脱毒苗污染防治方法研究 选择细菌污染苗为供试材料,以MS+0.6%卡拉胶+3%蔗糖为基础培养基,设置添加0.15%(Y1)、0.20%(Y2)、0.30%(Y3)、0.40%(Y4)、0.50%(Y5)5个抑菌剂益培隆浓度水平,以不添加益培隆为空白对照(CK),每个处理接种10瓶,3次重复,每瓶接种10个茎段,光照强度2000 lx,光照时长16 h·d<sup>-1</sup>,温度22℃,培养25 d后统计各生长指标。

1.2.3 蒙乌薯6号容器薯诱导方法研究 (1)容器薯诱导培养基成分筛选。利用基础培养基(MS+0.6%卡拉胶+3%蔗糖)接种脱毒苗茎段培养壮苗,每瓶接种5株,培养21 d后,待每株试管苗发育成5~7个茎节健壮苗时用于容器薯诱导。以MS+8%蔗糖(pH=5.8)为基础培养基,组合添加不同浓度矮壮素(CCC)和6-苄氨基嘌呤(6-BA),首先按照表1配制容器薯诱导营养液,于超净工作台内,将诱导结薯培养液注入固相和液相壮苗组培瓶内,每瓶注入量为50 mL,然后置于博讯培养箱(BIC-300)内培养,培养参数设置为全天暗培养,温度(18±1)℃,环境湿度70%~80%,60 d后收获容器薯,统计各项指标。每个处理设3次重复,每个重复3瓶,共9瓶。

(2)容器薯诱导培养方式对比。筛选出最佳培养基成分后,在壮苗期设置固体和液体两种培养基(图1),其中固体培养基配方为:MS+0.6%卡拉胶+3%蔗糖,液体培养基则不添加卡拉胶,以搭建滤纸桥为承载脱毒苗茎段媒介,将脱毒苗转接至液面滤纸上,调整pH至5.8,温度22℃,光照时长16 h·d<sup>-1</sup>,光照强度为2500~3000 lx,每瓶接种5株,培养21 d后,添加最佳容器薯诱导培养基,对比“固体+液体”(G+Y)和“液体+液体”(Y+Y)两种处理手段下容器薯诱导情况,分别于50、65 d后收获容器薯,统计各项指标。每个处理设3次重复,每个重复5瓶,共15瓶。

收获时将容器薯及茎段从培养瓶中取出,摘取符合收获标准的小薯,用清水冲洗多次,直至洗净表面附着的培养基,直径≥3 mm的微型薯为有效薯,≥5 mm的微型薯为大薯。

1.2.4 测量指标与方法 (1)脱毒苗培养方式对比

调查指标。利用电子数显游标卡尺测量主茎的最粗直径值作为茎粗。利用直尺测量植株顶部到剪切处的长度为株高。利用直尺测量植株最长主根的长度为根长。对根数、叶片数、有效茎节数进行观察和计数。将试管苗从培养瓶中取出,洗净根部培养基,吸干水分,用分析天平称量植株鲜质量。然后在 105 °C 烘箱中杀青 30 min,调至 80 °C 烘干至恒质量,用万分之一分析天平称量植株干质量。

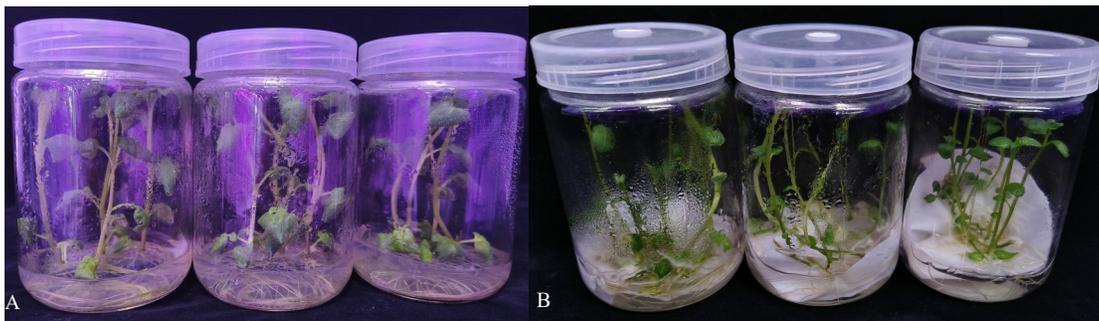
(2)脱毒苗细菌污染防治方法调查指标。除原接种茎段的老叶外,从顶叶到基部最后 1 片新发叶的全部叶片数量称为叶片数。从顶叶到倒数第 2 叶之间,能剪切出带一叶的茎段数称为有效茎节数。利用游标卡尺测量植株顶叶下第 3 与第 4 叶间茎段宽度作为茎粗。脱毒苗生长点或上半部分出现烂头的株数称为黑尖株数。

(3)容器薯诱导方法调查指标。匍匐茎膨大形成小薯的日期称为结薯时间。采用分析天平测定每瓶中所有容器薯的总质量称为容器薯总质量。统计每瓶中容器薯的总个数和大薯(直径 $\geq 5$  mm)个数。利用分析天平测定每瓶中大薯的总质量及最大薯质

表 1 蒙乌薯 6 号容器薯诱导营养液配方

Table 1 Nutrient solution formula of Mengwushu No. 6 test tube potato

编号 Number	处理 Treatment	基本培 养基 Basic medium	$\rho$ (蔗糖) Sucrose concentration/ ( $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ )	$\rho$ (CCC)/ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	$\rho$ (6-BA)/ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )
1	CK	MS	80	0	0
2	A1	MS	80	500	3
3	A2	MS	80	500	4
4	A3	MS	80	500	5
5	A4	MS	80	500	6
6	A5	MS	80	500	7
7	B1	MS	80	600	3
8	B2	MS	80	600	4
9	B3	MS	80	600	5
10	B4	MS	80	600	6
11	B5	MS	80	600	7
12	C1	MS	80	700	3
13	C2	MS	80	700	4
14	C3	MS	80	700	5
15	C4	MS	80	700	6
16	C5	MS	80	700	7



注:A 为固体培养基;B 为液体培养基。

Note: A represents solid medium; B represents liquid medium.

图 1 不同培养基形态处理下马铃薯壮苗生长情况

Fig. 1 Growth status of potato seedlings under different medium morphologies

量。利用游标卡尺测量每瓶中最大薯的最大直径。

### 1.3 数据处理

利用 Microsoft Excel 2010 和 DPS 9.01 进行数据处理与差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同培养方式对蒙乌薯 6 号脱毒苗长势的影响

由表 2 可知,蒙乌薯 6 号脱毒苗在塑料方盒(H)内生长时的植株茎粗极显著高于玻璃瓶(P),茎粗增幅为 6.3%,但株高极显著低于 P 处理,表明 H

处理对脱毒苗培养能起到壮苗作用;两种培养方式的平均根长和平均根数差异均不显著,表明更换培养方式不能影响脱毒苗根的生长点活性,根系发达程度更大程度上取决于其他条件因素;H 处理下的单株叶片数及有效茎节数均极显著高于 P 处理,表明使用塑料方盒可以有效促进脱毒苗叶片数量增加,这与方盒透气性、透光性较强有直接关系,并且利用方盒培养还能增加脱毒苗周期繁殖倍数,提高脱毒苗生产效率。H 处理下的平均单株鲜质量高于 P 处理,单株干质量显著高于 P 处理,表明使用方盒更有利于植株发育和光合系统

表2 不同培养方式对蒙乌薯6号脱毒苗长势的影响

Table 2 Effects of different cultural methods on the growth of virus-free seedlings of Mengwushu No. 6

处理 Treatment	平均茎粗 Average stem thickness/mm	平均株高 Average plant height/cm	平均根长 Average root length/cm	平均根数 Average roots number	单株叶片数 Leaves number per plant	有效茎节数 Number of effective stem nodes	平均单株鲜质量 Average fresh mass per plant/mg	平均单株干质量 Average dry mass per plant/mg
方盒 Square box(H)	1.18 aA	3.84 bB	8.58 aA	6.50 aA	5.70 aA	3.41 aA	81.00 aA	7.60 aA
玻璃瓶 Glass bottle(P)	1.11 bB	5.22 aA	8.61 aA	6.31 aA	5.18 bB	3.06 bB	79.50 aA	6.90 bA

注:不同小写字母和大写字母分别表示在 0.05 和 0.01 水平差异显著。下同。

Note: Different lowercase and uppercase letters indicate significant difference at 0.05 and 0.01 level, respectively. The same below.

迅速建成。

### 2.2 蒙乌薯6号脱毒苗污染防控方法研究

表3为不同抑菌剂浓度处理水平对蒙乌薯6号脱毒苗长势的影响,结果表明,Y2处理下的植株叶片数多于对照(CK)及其他4个处理,叶片数由高到低依次为Y2>Y5>Y4>Y3>Y1>CK,表明添加益培隆后能增加叶片数,促进光合作用;有效茎节数由高到低依次为Y2>Y3>CK>Y1>Y4>Y5,其中Y2、Y3处理下的植株有效茎节数高于其他处理,且达到极显著水平,说明添加一定剂量抑菌剂能调节增殖倍数;Y5处理显著低于CK,说明高浓度益培

隆抑制组培苗生长;Y1处理下有效茎节数少于CK,说明低浓度益培隆起不到良好效果。Y2处理下的株高和茎粗最高,分别是6.68 cm和1.56 mm,但与其他处理不存在显著差异。Y2处理下的单株鲜质量高于其他处理,而干质量显著高于其他处理。黑尖植株数量与益培隆浓度整体上呈负相关,浓度越高黑尖率越低,且极显著低于CK,表明益培隆对瓶苗的细菌危害起到一定的抑制效果,且对组培苗长势呈现积极的改善作用。综合以上结果,Y2处理下各指标表现突出,蒙乌薯6号最佳益培隆添加浓度为0.2%。

表3 不同抑菌剂浓度处理下蒙乌薯6号脱毒苗长势对比

Table 3 Comparison of Mengwushu No. 6 virus-free seedlings growth vigor under treatments with different bacteriostatic agents concentrations

处理 Treatment	叶片数 Leaf number	有效茎节数 Number of effective stem nodes	株高 Plant height/cm	茎粗 Stem diameter/mm	鲜质量 Fresh mass/g	干质量 Dry mass/mg	黑尖株数 Number of black pointed plants
CK	7.49 bA	5.51 bB	6.62 aA	1.35 aA	1.84 bA	119.3 bB	7.00 aA
Y1	8.07 abA	5.47 bcB	6.10 aA	1.29 aA	1.82 bA	132.2 bB	5.37 bB
Y2	8.28 aA	6.62 aA	6.68 aA	1.56 aA	2.41 aA	202.7 aA	3.10 cC
Y3	8.10 abA	6.44 aA	6.36 aA	1.26 aA	2.08 abA	148.1 bB	2.43 cdCD
Y4	8.15 abA	4.83 bcB	6.02 aA	1.21 aA	1.88 bA	148.6 bB	2.83 cC
Y5	8.19 abA	4.81 cB	5.64 aA	1.34 aA	2.22 abA	154.6 bAB	1.30 dD

### 2.3 蒙乌薯6号容器薯诱导方法研究

表4为不同培养基配方下蒙乌薯6号容器薯诱导结果对比,由表4可知,不同矮壮素(CCC)、6-苄氨基嘌呤(6-BA)浓度组合下的容器薯结薯时间不一致,其中A1、A2处理下结薯时间最早,容器薯诱导周期为42 d,A3处理容器薯诱导周期为43 d,最长诱导周期为54 d,处理间诱导结薯时间最大相差12 d。A3处理下单瓶结薯平均总质量、总粒数、大薯质量、大薯数以及最大薯质量均最高,分别为2 234.8 mg、14.7个、2 052.1 mg、6.8个、627.4 mg,除大薯数外,其他几个指标均显著或极显著高于CK。

表5为不同培养基形态对蒙乌薯6号容器薯诱导影响对比,结果显示,两种培养方式下的脱毒苗结薯周期一致,均为38 d,G+Y(图2)处理方式下培养50、65 d的单瓶总质量分别为307.5、448.7 mg,分别显著、极显著高于Y+Y处理,两种处理下的单瓶总粒数和大薯数差异不显著,G+Y处理方式下培养50、65 d的大薯质量分别为303.5、415.2 mg,分别显著、极显著高于Y+Y处理,G+Y处理方式下培养50、65 d的最大薯质量分别为536.0、755.2 mg,分别显著、极显著高于Y+Y处理,G+Y处理方式下培养50 d的最大薯直径为10.2 mm,显著高于Y+Y

表4 不同培养基配方处理下蒙乌薯6号容器薯诱导对比  
Table 4 *In vitro* potato tuber induction comparison of Mengwushu No. 6 under different culture medium formula treatments

处理 Treatment	接种日期 (月-日) Vaccination date (Month-day)	结薯日期 (月-日) Tuberization date(Month-day)	总质量		总粒数		大薯质量		大薯数		最大薯质量		最大薯直径	
			Total mass/mg		Total number of tube potato		Large potato mass/mg		Number of large potato		Maximum potato mass/mg		Maximum potato diameter/mm	
CK	05-24	07-10	467.2 bA		4.4 bAB		440.0 bAB		2.7 abAB		165.4 bB		7.0 abA	
A1	05-24	07-05	1 413.4 abA		6.7 abA		1 351.8 aAB		3.8 abAB		580.6 abAB		10.3 aA	
A2	05-24	07-05	1 133.3 abA		5.3 abA		1 079.2 abAB		3.2 abAB		408.5 abAB		9.1 abA	
A3	05-24	07-06	2 234.8 aA		14.7 aA		2 052.1 aA		6.8 aA		627.4 aA		9.6 abA	
A4	05-24	07-08	1 169.7 abA		4.2 bAB		849.0 abAB		2.3 abAB		302.0abAB		7.0 abA	
A5	05-24	07-08	902.1 abA		4.8 abA		860.0 abAB		3.2 abAB		429.9 abAB		8.5 abA	
B1	05-24	07-07	1 110.7 abA		8.5 aA		951.0 abAB		4.3 abAB		598.2 aAB		10.1 aA	
B2	05-24	07-10	620.4 abA		5.4 abA		573.4 bAB		3.4 abAB		367.7 abAB		7.7 abA	
B3	05-24	07-10	610.0 abA		6.5 abA		524.6 bAB		3.3 abAB		370.7 abAB		8.0 abA	
B4	05-24	07-10	516.1 abA		5.7 abA		481.3 bAB		2.4 abAB		288.8 abAB		8.5 abA	
B5	05-24	07-17	744.8 abA		5.8 abA		639.9 abAB		3.0 abAB		201.6 abAB		7.1 abA	
C1	05-24	07-10	948.9 abA		4.7 abAB		939.0 abAB		4.0 abAB		392.3 abAB		8.5 abA	
C2	05-24	07-15	647.1 abA		4.3 bAB		584.5 bAB		2.3 abAB		290.9 abAB		8.7 abA	
C3	05-24	07-17	337.2 bA		2.2 bB		302.8 bAB		1.7 bB		191.7 abAB		6.4 bA	
C4	05-24	07-17	224.5 bA		2.1 bB		217.0 bB		1.8 bB		152.5 bB		6.0 bA	
C5	05-24	07-17	455.6 bA		3.0 bB		434.6 bAB		3.3 abAB		207.9 abAB		6.6 abA	

表5 不同培养基形态对蒙乌薯6号容器薯诱导效果的对比  
Table 5 Comparison of effects on *in vitro* potato tubers induction of Mengwushu No. 6 under different culture medium forms

处理 Treatment	接种日期 (月-日) Vaccination date (Month-day)	结薯日期 (月-日) Tuberization date (Month-day)	总质量		总粒数		大薯质量		大薯数		最大薯质量		最大薯直径	
			Total mass/mg		Total number of tube potato		Large potatomass/mg		Number of large potato		Maximum potato mass/mg		Maximum potato diameter/mm	
			50 d	65 d	50 d	65 d	50 d	65 d	50 d	65 d	50 d	65 d	50 d	65 d
G+Y	08-10	09-17	307.5 aA	448.7 aA	11.4 aA	12.1 aA	303.5 aA	415.2 aA	10.3 aA	10.7 aA	536.0 aA	755.2 aA	10.2 aA	11.5 aA
Y+Y	08-10	09-17	247.4 bA	334.1 bB	10.6 aA	10.7 aA	242.8 bA	327.0 bB	9.6 aA	10.7 aA	404.4 bA	623.9 bB	9.1 bA	10.8 aA

处理,但是在诱导后期(65 d),两个处理间差异不显著。

### 3 讨论与结论

马铃薯因无性繁殖导致田间易遭受病毒的侵染,种薯退化是影响马铃薯产量的重要因素<sup>[4]</sup>,因此在马铃薯上建立了“原原种-原种-一级种”三级种薯繁育体系,而脱毒种苗则是脱毒种薯生产的源头基础<sup>[5]</sup>,其长势受到综合因素的影响,若培养基或培养条件不适合,往往造成细弱苗、徒长苗、气生根苗、无叶苗和慢生长苗等情况发生,同时在培养过程中易被真菌、细菌和病毒污染,瓶苗植株不健康,致使继代增殖倍数下降,影响脱毒苗转接效率<sup>[6]</sup>,污染防控成为组织培养技术“三大难题”之一<sup>[7-9]</sup>。马

铃薯容器薯也称超级原原种,具有种性高、繁殖快、体积小,易储藏、生产不受季节限制及可常年繁殖等优点,容器薯诱导是现代化种薯工厂繁种体系的关键技术之一,可以为马铃薯规模化生产提供优质脱毒种薯<sup>[10-11]</sup>。笔者以优异新品种蒙乌薯6号为研究对象,从培养容器,细菌污染防控以及容器薯诱导3个方面开展试验研究,旨在寻找实现马铃薯产业提质增效的有效途径。

首先在培养方式对马铃薯脱毒苗影响试验中得出,在利用塑料方盒培养脱毒苗时,组培苗表现长势强且粗壮,光合效率提高,植株干物质积累增加,有效茎节数增加11.44%,能够提高马铃薯脱毒苗转接倍数,反之在玻璃瓶内,因为瓶盖多次重复利用导致透光性弱,组培苗茎节伸长且细弱,叶片



图2 固体+液体(G+Y)处理下蒙乌薯6号容器薯诱导情况

Fig. 2 Container potatoes induction situation of Mengwushu No. 6 under the treatment of solid+liquid

少,有效茎节数降低,植株鲜质量与干质量降低。该试验中所用塑料方盒与近几年广泛应用的全自动培养基流水线制备机配套使用,该设备通过数字化控制实现培养基一站式配制分装,显著提高培养基配制环节生产效率,降低了人工成本,污染率显著降低<sup>[12]</sup>,此次研究结果也为全自动培养基制备技术的推广应用提供了数据支撑。

在脱毒苗污染防治试验中,鉴于益培隆的应用广泛性,研究其与新品种蒙乌薯6号相匹配的适宜浓度具有重要意义。结果表明,随着益培隆浓度增加,瓶苗黑尖比例整体上呈降低趋势,有效茎节数、株高呈先升高后下降的趋势,瓶苗污染程度呈现极显著下降趋势,这与李婷婷<sup>[13]</sup>、邱光若<sup>[14]</sup>的研究结果一致,表明益培隆抑菌剂可在蒙乌薯6号瓶苗生产中推广应用,在添加0.15%益培隆时,药剂污染防控效果不佳,当益培隆浓度提升至0.40%以上时,有效茎节数极显著下降,当浓度为0.20%时,蒙乌薯6号瓶苗生根早,并且植株叶片数、有效茎节数、株高、茎粗、植株鲜质量、干质量等均达到最高值,综合得出蒙乌薯6号脱毒苗最佳益培隆应用浓度为0.20%。

影响马铃薯容器薯的因素涵盖基因型、蔗糖浓度、激素浓度、光温调控等,其中基因型与外源诱导剂种类和浓度是影响容器薯形成的重要因素<sup>[15]</sup>,通常把寻找最佳外源诱导剂作为重点研究方向<sup>[16]</sup>。本研究得出,当矮壮素(CCC)质量浓度为500、

600、700 mg·L<sup>-1</sup>时,随着6-BA质量浓度增加,容器薯的总薯质量、总粒数、大薯质量、大薯数、最大薯质量、最大薯直径等指标均未呈现规律性变化,且在相同6-BA浓度前提下,增加CCC浓度同样未呈现规律性变化,需要进一步研究两种激素对蒙乌薯6号的互作诱导机制,综合分析统计值得出,蒙乌薯6号容器薯快速诱导最佳处理方式:在前期使用固体培养基(MS+30 g·L<sup>-1</sup>蔗糖+6 g·L<sup>-1</sup>卡拉胶)培养壮苗,结薯阶段添加液体(MS+80 g·L<sup>-1</sup>蔗糖+500 mg·L<sup>-1</sup>矮壮素+5 mg·L<sup>-1</sup>6-苄氨基嘌呤)用于诱导,该方法下蒙乌薯6号品种容器薯结薯周期为38~43 d。

在蒙乌薯6号的组培技术研发中,提高马铃薯脱毒种苗生产效益仍是当前面临的重要课题,今后仍需要引进新型培养技术手段,规范组培生产流程,严控污染风险,尝试采用其他污染防治技术,以最大限度地降低污染率并避免材料的淘汰损失,在容器薯获得方面,进一步研究不同激素种类、浓度及其相互影响,仍有潜力探索出更高效的容器薯诱导方法。

综上所述,全自动配套塑料方盒处理下的脱毒苗植株粗壮,光合效率高,长势强,能够提高马铃薯脱毒苗扩繁倍数,优于玻璃瓶培养;蒙乌薯6号细菌防治最适宜的益培隆使用浓度为0.20%;容器薯快速诱导培养方法为固体(壮苗阶段:MS+30 g·L<sup>-1</sup>蔗糖+6 g·L<sup>-1</sup>卡拉胶)+液体(容器薯诱导阶段:MS+

80 g·L<sup>-1</sup>蔗糖+500 mg·L<sup>-1</sup>矮壮素+5 mg·L<sup>-1</sup>6-苄氨基嘌呤)。研究结果不仅巩固了马铃薯组培技术的理论基础,也为蒙乌薯6号实际生产中脱毒苗的高效培育与容器薯的快速诱导提供了科学依据。

### 参考文献

- [1] 宿飞飞,吕典秋,邱彩玲,等.脱毒马铃薯组培工厂化育苗成本核算[J].中国马铃薯,2010,24(2):120-124.
- [2] 杨琼芬,白建明,李世峰,等.马铃薯脱毒快繁抗菌污染的研究[J].西南农业学报,2007,20(6):1318-1323.
- [3] 张艳萍,裴怀弟,石有太,等.彩色马铃薯试管薯诱导体系的研究[J].江西农业学报,2014,26(7):10-13.
- [4] 张春安,黄金亮.马铃薯脱毒种薯质量控制及繁育技术[J].特种经济动植物,2022,25(1):69-70.
- [5] 张勇,曾亚红,张绍荣,等.马铃薯脱毒苗高效快捷低成本繁育技术的研究[J].农业开发与装备,2018(9):176.
- [6] 高彦萍,杨谋,张武,等.马铃薯组培快繁数量计算及影响因子分析[J].作物杂志,2012(6):89-94.
- [7] 杨国泰,李亮,张冬敏,等.克服植物组织培养中内生菌污染的研究[J].中国园艺文摘,2011,27(12):180-182.
- [8] 周俊辉,周厚高,刘花全.植物组织培养中的内生细菌污染问题[J].广西植物,2003,23(1):41-47.
- [9] 邓小梅,奚如春,符树根,等.植物组织培养过程中污染现象的研究进展[J].江西林业科技,2004(6):33-36.
- [10] COLEMAN W K, DONNELLY D J, COLEMAN S E, et al. Potato microtuber as research tools: A review[J]. American Journal of Potato Research, 2001, 78(1):47-55.
- [11] 金山,闫嘉琦,金日,等.马铃薯延薯4号试管薯工厂化生产技术研究[J].农业与技术,2025,45(3):22-25.
- [12] 黄敞,黎士煜,王玲玲,等.橡胶树组培苗培养基智能配制与输送装备研究[J].现代农业装备,2025,46(2):46-53.
- [13] 李婷婷.马铃薯开放式组织培养条件优化研究[D].长春:吉林农业大学,2019.
- [14] 邱光若.工厂化生产马铃薯脱毒苗防治污染试验[C]//中国作物学会马铃薯专业委员会.马铃薯产业与种业创新,2022.
- [15] 吴芷瑶,黄雪丽,邓昌海,等.马铃薯试管薯诱导技术现状及发展方向[C]//中国作物学会马铃薯专业委员会.马铃薯产业与种业创新,2023.
- [16] 周俊.马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)试管块茎形成的 QTL 定位及遗传分析[D].武汉:华中农业大学,2014.