

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2017)03-0134-04

试管薯诱导期温度对‘宁薯14号’结薯率的效果

张小川^{1,2}, 颀瑞霞^{1,2*}, 王效瑜^{1,2}, 郭志乾^{1,2}, 吴林科^{1,2}, 余帮强^{1,2}, 张国辉^{1,2}, 李玉莲¹

(1. 宁夏农林科学院固原分院, 宁夏 固原 756000; 2. 国家马铃薯改良中心固原分中心, 宁夏 固原 756000)

摘要: 为探明试管薯诱导期温度对试管薯结薯率的影响效果, 以马铃薯品种‘宁薯14号’为试验材料, 在试管薯诱导期, 研究了温度(13±1)℃、(15±1)℃、(17±1)℃、(19±1)℃和(21±1)℃对‘宁薯14号’结薯率的影响。结果表明, 试管薯诱导期低温处理有利于促进试管薯结薯形成、缩短试管薯结薯时间, 提高试管薯结薯率和单薯重。在全黑暗条件下, ‘宁薯14号’在MS固体基本培养基+白糖(100 g/L)+6-BA(0.25 mg/L)+CCC(0.5 ml/L)培养基上, 诱导期温度(17±1)℃, 试管薯结薯效果最好, 结薯率为100.0%, 大中薯率为83.78%, 单薯重57.0 mg。

关键词: 宁薯14号; 试管薯诱导; 温度; 结薯率

Effects of Temperature on Microtuberization Rate of 'Ningshu 14' in Microtuber Induction Period

ZHANG Xiaochuan^{1,2}, XIE Ruixia^{1,2*}, WANG Xiaoyu^{1,2}, GUO Zhiqian^{1,2}, WU Linke^{1,2},

YU Bangqiang^{1,2}, ZHANG Guohui^{1,2}, LI Yulian¹

(1. Guyuan Branch of Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Guyuan, Ningxia 756000, China;

2. Potato Improvement Center of China (Guyuan Center), Guyuan, Ningxia 756000, China)

Abstract: The effects of temperature (13±1)℃, (15±1)℃, (17±1)℃, (19±1)℃ and (21±1)℃ on microtuberization rate were studied using potato variety 'Ningshu 14' in order to investigate temperature effects on microtuberization in microtuber induction period. Low temperature treatment was favorable to microtuberization, shortened the time to microtuberization, and increased microtuberization rate and weight per microtuber. The best results were achieved when single-node cuttings were cultured on MS solid medium + sugar (100 g/L) + 6-BA (0.25 mg/L) + CCC (0.5 ml/L) at (17±1)℃ in full darkness, with microtuberization rate of 100.0%, large- and medium-sized microtuber rate of 83.78% and single microtuber weight of 57.0 mg.

Key Words: Ningshu 14; microtuber induction; temperature; tuberization rate

马铃薯是中国继水稻、小麦和玉米之后的第四大主粮作物, 马铃薯无性繁殖方式易使病毒累积而导致优良品种特性退化或丧失, 造成产量和品质下降, 产量损失一般高达30%以上, 解决种薯退化主

要途径是生产脱毒种薯。以脱毒苗为核心的宁夏马铃薯三级种薯繁育体系, 带动了宁夏马铃薯产业的发展, 但是由于脱毒试管苗繁育技术要求严、成本高和劳动力需求大等问题大大限制了脱毒种薯的生

收稿日期: 2015-09-22

基金项目: 宁夏农林科学院科技创新先导项目(NKYJ-16-13、NKYZ-16-0101); 宁夏自然科学基金项目(NZ14269); 宁夏农业育种专项(2014NYYZ01)。

作者简介: 张小川(1965-), 男, 工程师, 主要从事马铃薯种薯脱毒快繁研究。

*通信作者(Corresponding author): 颀瑞霞, 助理研究员, 主要从事马铃薯新品种选育与种薯繁育, E-mail: nxrx534@163.com。

产与推广。马铃薯试管薯是继试管苗之后研究发现的一种生产种薯和保存种质材料的新方法, 试管薯的质量等同于脱毒苗, 具有生产不受季节限制、种薯生产周期短、贮藏和运输成本低和移栽成活率高等优点, 是马铃薯脱毒种薯生产的发展方向^[1]。大田试验结果表明, 马铃薯块茎田间形成的适宜温度为15.6~18.3 ℃, 高于21.1 ℃块茎生长速度下降^[2,3]。Struik和Kerckhoffs^[4]以及连勇等^[5]研究发现试管薯形成的适宜温度为15~20 ℃, 低于15 ℃和高于25 ℃均不利于试管薯形成, 在15~20 ℃的温度范围内, 20 ℃条件下试管薯单薯重显著高于15 ℃条件下的单薯重。试管薯培养的温度多设置在15~20 ℃, 温度对试管薯高效诱导影响仍处于研究阶段, 大规模生产仍存在许多技术问题, 如结薯率低、小薯多等, 有关温度对试管薯诱导和生长的影响研究还比较少。本研究以诱导期温度对试管薯结薯率的影响为切入点, 在试管薯诱导期, 研究不同温度对试管薯形成和诱导试管薯结薯的影响效果, 旨在为马铃薯试管薯规模化生产中温度的管理和控制提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料

‘宁薯14号’脱毒苗由国家马铃薯改良中心固原分中心提供。生育期120 d, 属鲜食晚熟型品种。MS基本培养基(天津市北联精细化学品开发有

限公司), 6-苄氨基腺嘌呤(6-BA)(上海伯奥生物科技有限公司), 50%矮壮素水剂(CCC)(陕西省化工总厂)。

1.2 试验地点

试验设在宁夏农林科学院固原分院头营科研基地, 国家马铃薯改良中心固原分中心组培实验室。

1.3 试验方法

1.3.1 基础苗的培养及繁殖

在无菌条件下取试管苗茎段(带一个腋芽), 接种于MS固体培养基的培养瓶(直径6.5 cm, 高9.5 cm, 35 mL/瓶), 每瓶接种10个茎段, 置于(17 ± 1)℃, 光照时间10 h/d, 光照强度2 000 lx, 培养25~28 d, 供试验处理用。培养基含30 g/L白糖和4.8 g/L琼脂, 不添加任何激素, pH 5.8。

1.3.2 试管薯的诱导培养

在无菌条件下, 取上述培养25~28 d植株(去掉顶芽)带一个腋芽的茎段, 接种于试管薯诱导培养基(MS固体基本培养基 + 100 g/L白糖 + 0.25 mg/L 6-BA + 0.5 mL/L CCC), 每瓶接20个茎段, 每个处理3瓶, 共计60株, 3次重复, 共9瓶, 接种后直接放置在5个不同温度的培养箱, 全黑暗培养, 待试管薯形成(直径 < 3 mm)7 d后, 转入(18 ± 1)℃、全黑暗条件培养, 自接种之日起90 d后收获试管薯。

1.4 试验设计

试验设计见表1。

表1 试验设计
Table 1 Experiment design

处理 Treatment	W1(℃)	W2(℃)	W3(℃)	W4(℃)	W5(℃)
诱导期温度 Induction period temperature	13 ± 1	15 ± 1	17 ± 1	19 ± 1	21 ± 1
生长期温度 Growth period temperature	18 ± 1	18 ± 1	18 ± 1	18 ± 1	18 ± 1

1.5 测定指标及数据处理

试管薯诱导期(d): 腋芽顶端开始膨大形成试管薯, 试管薯直径 < 3 mm的时期;

结薯率(%): 结薯株数/总试管苗数, 反映不同处理形成试管薯能力;

单株结薯数(个/株): 每瓶结薯数/总结薯株数, 反映试管苗单株形成试管薯能力;

单薯重(mg): 每瓶总薯重/结薯数, 反映试管薯膨大能力;

初始结薯期(d): 从转接之日到第1个试管薯形成(直径 ≤ 2 mm)的天数;

试管薯大小(直径mm): 大薯(≥ 5 mm)、中薯(5 mm > 直径 ≥ 3 mm)、小薯(< 3 mm), 反映试管薯生长情况。

数据处理采用 Excel 2010 和 DPS 16.05 软件 Duncan 新复极差法分析。

2 结果与分析

2.1 诱导期温度对‘宁薯 14 号’试管薯初始结薯期的影响

由表 2 可知, 不同温度在试管薯诱导期对‘宁薯 14 号’试管薯初始结薯期有影响, 温度 19~21 ℃

与 13~17 ℃处理间差异极显著。W2 处理试管薯结薯最早, 为 9 d, 与 W4、W5 处理差异达到极显著水平, 其中 W4、W5 处理初始结薯期分别为 21 和 33 d; W2 与 W1、W3 处理差异不显著, 其中 W1 与 W3 的初始结薯期分别为 10 和 12 d; W5 处理试管薯结薯最迟, 与其他 4 个处理差异达到极显著水平。低温有助于促进‘宁薯 14 号’试管薯形成, 高温延缓‘宁薯 14 号’试管薯形成。

表 2 试管薯诱导期温度对‘宁薯 14 号’结薯率的影响

Table 2 Effects of temperatures on microtuberization rate of 'Ningshu 14' in microtuber induction period

处理 Treatm ent	初始结薯期(d) Day to microtuberization	结薯数(个) Microtuberization number (No.)	大薯(个) Large-sized microtuber (No.)	中薯(个) Medium-sized microtuber (No.)	小薯(个) Small-sized microtuber (No.)	单薯重(mg) Weight per microtuber	单株结薯数(个) Number of microtuber per plant (No.)	结薯率(%) Tuberization rate
W1	10 cC	71.7 aA	2.7 aA	50.0 bAB	19.0 bB	51.0 abA	1.19 aA	100.0 aA
W2	9 cC	56.6 cC	1.0 abA	40.3 cB	15.3 bB	42.0 bAB	0.94 cC	93.89 bA
W3	12 cC	74.0 aA	3.0 aA	59.0 aA	12.0 bB	57.0 aA	1.23 aA	100.0 aA
W4	21 bB	63.3 bB	3.0 aA	44.0 bcB	16.3 bB	46.3 abA	1.05 bB	100.0 aA
W5	33 aA	48.6 dD	0 bA	7.3 dC	41.3 aA	22.7 cB	0.81 dD	81.11 cB

注: 大写字母表示 0.01 显著水平, 小写字母表示 0.05 显著水平。

Note: Capital and small letters indicate significant difference at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

2.2 诱导期温度对‘宁薯 14 号’试管薯结薯率、结薯数、单株结薯数的影响

由表 2 还可知, 诱导期不同温度对试管薯结薯率、结薯数及单株结薯数影响效果显著。随着试管薯诱导期温度的不断升高, 结薯率、结薯数和单株结薯数均呈“高-低-高-低”变化趋势。试验结果表明, W1、W3 和 W4 的试管薯结薯率最高、均为 100.0%, 与 W2 处理差异达到显著水平, 与 W5 处理差异达到极显著水平; W2 结薯率次之, 为 93.89%, 与 W5 差异达到极显著水平; W1、W3 和 W4 的结薯率较 W5 处理均提高了 18.89 个百分点。

5 个处理间结薯数与单株结薯数差异性表现一致, W3 处理的结薯数与单株结薯数最高, 分别为 74.0 和 1.23 个, 与 W2、W4 和 W5 差异均达到极显著水平; W1 处理的结薯数与单株结薯数次之, 分别为 71.7 和 1.19 个, 与 W2、W4 和 W5 差异均达到极显著水平, W3 与 W1 处理间差异不显著。W5 结薯数与单株结薯数最少, 分别为 48.6 和 0.81 个;

W3、W1 与 W5 相比, 结薯数分别增加了 25.4 和 23.1 个。结果表明, 在试管薯诱导期, 低温有助于促进试管薯形成, 诱导期低温处理提高了试管薯结薯率和单株结薯数。W3 和 W5 的结薯结果见图 1。

2.3 诱导期温度对‘宁薯 14 号’试管薯单薯重、大中薯率的影响

由表 2 可知, W3 处理单薯重最高, 为 57.0 mg, 与 W2、W5 差异达到显著水平或极显著水平; W1 处理单薯重次之, 为 51.0 mg, 与 W5 处理差异达到极显著水平, W1 与 W3 处理间差异不显著; W5 处理单薯重最低, 为 22.7 mg, W5 与 W1、W3、W4 的单薯重相比, 差异均达到极显著水平; W3、W1 和 W4 的单薯重较 W5 分别增加 34.3, 28.3 和 23.6 mg, 增产幅度依次为 151%、124%和 103%。

由表 2 还可知, W1、W2、W3、W4 和 W5 的大中薯率分别为 73.50%、72.97%、83.78%、74.25%和 15.02%。随着诱导期温度的不断升高, 大中薯率和单薯重总体均呈先增加后降低趋势, 且温度越高,



图1 诱导期温度对‘宁薯14号’结薯的影响

Figure 1 Effects of temperatures on microtuberization of 'Ningshu 14' in induction period

大中薯率和单薯重下降越快。W3大中薯率最高为83.78%, W4次之为74.25%, W5最低为15.02%; W3较W4、W5大中薯率分别增加9.53和68.76个百分点。结果表明, 诱导期低温有助于试管薯单薯重增加, 单薯重的增加与初始结薯期、大中薯率表现为正相关, 即相对结薯早的处理单薯重较高。

3 讨 论

马铃薯是典型的喜冷凉环境的作物。低温可诱导马铃薯块茎形成, 高温则可以完全抑制。Gopal等^[6]研究发现, 在试管薯的生产试验中, 前期母株培养在25℃条件下, 后期块茎诱导形成期降低温度至18℃, 可以显著提高试管薯的单株结薯数和薯重。试管薯的形成和生长温度以18℃为宜, 在此温度条件下试管薯形态发育正常, 块茎较大。齐恩芳等^[1]研究发现, 自然光培养室有昼夜温差, 在变温5~22℃与恒温17℃2种温度条件下, ‘陇薯3号’与‘陇薯7号’均能结薯。以上研究中温度处理没有区分试管薯形成和生长期, 本试验在试管薯诱导期采取不同温度处理诱导试管薯, 研究发现13~21℃‘宁薯14号’均能生成试管薯, 低温促进试管薯形成, 高温延缓试管薯形成, 诱导期低温显著提高了‘宁薯14号’试管薯的结薯率、大中薯率、单株结薯数和单薯重。相关研究证明, 温度较低时, 不利于淀粉的合成和积累; 较高温度时, 呼吸作用增强, 不利块茎发育并最终导致淀粉合成受阻^[7]。该结论正好解释本试验中(17±1)℃与(13±1)℃、(19±1)℃处理的结薯率结果相同, 单薯重和大中薯率均略低于(17±1)℃处理的结果。还可能与本试验在整个试管薯生长期采用暗培养有关, 无光照条件可促进光合产物向块茎中分配, 但黑暗处理

时间过长会造成植株生活力下降, 从而影响营养的吸收和转化, 最终降低结薯能力, 故光周期必须适宜, 才能更高效的诱导试管苗结薯。有关光照、基因型、培养基配比与诱导期温度互作对马铃薯试管薯形成与生长的影响, 还需要更深入的研究。

综合考虑结薯率、单株结薯数和单薯重等指标, 在全黑暗条件下, MS固体基本培养基+100 g/L白糖+0.25 mg/L 6-BA+0.5 ml/L CCC, ‘宁薯14号’在诱导期温度为(17±1)℃, 生长期温度为(18±1)℃, 试管薯结薯效果最好, 结薯率为100.0%, 大中薯率为83.78%, 单薯重57.0 mg。

[参 考 文 献]

- [1] 齐恩芳, 贾晓霞, 张武, 等. 自然条件下马铃薯试管结薯研究[J]. 种子, 2015, 34(4): 64-69.
- [2] 李曙轩. 蔬菜栽培生理[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1979: 267.
- [3] 哈里斯P M. 马铃薯改良的科学基础[M]. 蒋先明, 田玉丰, 赵越, 等译. 北京: 中国农业出版社, 1984: 128-133.
- [4] Struik P C, Kerckhoffs L H J. Temperature effects on the development of shoots, stolons, tubers and roots in *Solanum tuberosum* L. [C]. Golden Jubilee Symp. Genetic research and education: current trends and the next fifty years. New Delhi, India, 1991: 194-197.
- [5] 连勇, 邹颖, 杨宏福, 等. 马铃薯试管薯发育机理的研究温度对试管薯形成的影响[J]. 马铃薯杂志, 1996, 10(3): 133-137.
- [6] Gopal J, Minocha J L, Dhaliwal H S. Microtuberization in potato (*Solanum tuberosum* L.) [J]. Plant Cell Report, 1998, 17(10): 794-798.
- [7] Geigenberger P, Geiger M, Stitt M. High-temperature perturbation of starch synthesis is attributable to inhibition of ADP- glucose pyrophosphorylase by decreased levels of glycerate-3-phosphate in growing potato tubers [J]. Plant Physiology, 1998, 47: 1307-1316.