

表 4 匍匐茎茎尖大小对草莓成活率和脱毒率的影响

Table 4 The effect of stolon tip size on the rate of survival and detoxification

茎尖长度/mm	处理株数	死亡株数	成活率/%	脱毒株数	成活率/%	脱毒率/%
Length of stem tip	No. of treated plants	Death plant No.	Survival rate	Detoxification plant No.	Survival rate	Detoxification rate
0.3~0.5	30	13	17	17	56.7	100.0
0.5~0.8	30	6	24	24	80.0	100.0
0.8~1.0	30	2	28	27	93.3	96.4

3 结论与讨论

通过对草莓茎尖组织培养法、热培养处理后茎尖组织培养法和组培苗再生匍匐茎茎尖培养法等方式进行脱毒技术研究得知,热处理后茎尖培养与直接茎尖培养结果相似,但是相同茎尖大小时,热培养处理后茎尖的脱毒率更高。而且随着热处理时间的延长,脱毒率也呈增长趋势,但是存活率呈下降趋势。组培苗诱导匍匐茎茎尖培养法与前 2 种处理相比,在相同茎尖大小时,脱毒率和生存率更高,在茎尖为 0.8~1.0 mm 时,草莓苗的脱毒率也可高达 96.4%。

病毒是一种繁殖和生存寄生于其他生物细胞中的非生物细胞,严格的说任何药剂都不能完全解除其危害,因此对于感染病毒的植株来说不能通过田间管理来解决其危害。而病毒在患病植株上的分布是不均匀的,在老叶及成熟的组织和器官中含量高于幼嫩叶及未成熟的组织和器官^[9], White^[10]发现病毒的根系内分布不均匀,越靠近尖端部分病毒越少, Limasset^[11]发现在芽的分生组织区段病毒分布的不均匀性。这为茎尖脱毒提供了理论依据。在茎尖脱毒技术中,因外植体大小不同,成活率和脱毒率互相制约。在本研究中,茎尖越小,脱毒效率越高,但是死亡率也越高。与之相反,加大茎尖长度,成活率增高,但脱毒率降低。这可能是由于茎尖太小,自身营养不足,难以分化,同时切割时产生机械损伤,导致污染并死亡。而且,茎尖越小,剥取技术要求高,不易掌握、费时间。因此,应该综合考虑成活率和脱毒率两个指标来确定茎尖的大小。

热处理的原理是依据病毒在高温下出现钝化,其复制明显减弱或停止,将植物在高温下培养数周至数月,这个期间生长的嫩梢不带病毒,取其嫩梢进行培养从而达到脱毒的目的^[12-13]。在草莓的脱毒研究中,热处理结合茎尖培养法的应用最多。在热处理结合茎尖培养脱毒试验中,植株的存活率和脱毒率受温度的高低和持续时间长短的影响。通常温度越高、时间越长,脱毒效果相对就越好,但同时植物的生存率却呈下降趋势,在本

研究中当热处理时间超过 40 d 时,成活率就已降至 36.7%,因此热处理时间不宜超过 40 d。热培养处理后茎尖培养与直接茎尖培养结果相似,但是相同茎尖大小时,热培养处理后茎尖的脱毒率更高,同时随热培养处理时间的延长,脱毒率也呈增长趋势,但是存活率呈下降趋势。

通过组培苗诱发匍匐茎从而达到脱毒效果在顾地周^[14]的研究中有报道,而且茎尖为 1.0 mm 时脱毒率高达 100%。本研究通过温度和光照处理诱发匍匐茎进而培养茎尖进行脱毒的方法在草莓脱毒研究上鲜见报道,研究结果表明当茎尖为 0.3~0.5 mm 和 0.5~0.8 mm 时,都可以实现 100%脱毒,且成活率分别为 56.7%和 80.0%。试验结果证明通过组培苗诱导匍匐茎进而达到脱毒效果是可行的,而且与直接茎尖培养法、热培养处理后茎尖培养法相比,在相同茎尖大小时,脱毒率和生存率更高,即使茎尖增大到 0.8~1.0 mm,草莓苗的脱毒率也可高达 96.4%。在保证脱毒率的情况下,如果能使切取茎尖的长度变大,那么操作将更加方便省力。综合考虑,组培苗诱导匍匐茎再生后茎尖培养脱毒法比较于传统的茎尖培养法和热处理茎尖培养法更有效,而这一方法也将成为其他品种和病毒脱除的有效方法。

参考文献:

[1] 忻雅,吴根良,童建新,等. 草莓工厂化育苗基质的筛选[J]. 浙江农业科学, 2011(6): 1232-1235.

[2] 李靖,王珂,楚新伟,等. 草莓半促成栽培品种比较试验[J]. 河南农业科学, 2004(8): 61-63.

[3] 张欣馨,王菲,李浪,等. 中国草莓生产中面临的主要问题及发展对策[J]. 中国林副特产, 2016(2): 92-96.

[4] 何欢乐,阳静,蔡润,等. 草莓茎尖培养脱毒效果研究[J]. 北方园艺, 2005(5): 79-81.

[5] 李志强,王晶,丁国亮,等. 草莓热处理结合茎尖脱毒技术研究[J]. 北方园艺, 2012(5): 125-127.

[6] 陈怀勐,高丽,路河,等. 红颜草莓茎尖组培脱毒技术研究[J]. 北京农业, 2011(1): 18-20.

[7] 高慧卿,樊兰瑛,王秀红,等. 茎尖培养及热处理技术在百合脱毒中的应用研究[J]. 山西农业大学学报, 2010, 30(6): 528-532.

(下转第 35 页)



不同 pH 培养基对蓝莓根系生长的影响

周 双,梁文卫,王明洁,孙兰英,杨 光

(黑龙江省农业科学院 乡村振兴科技研究所,黑龙江 哈尔滨 150000)

摘要:为研究 pH 对蓝莓根系的影响,以野生型矮丛蓝莓为试验材料,在不同 pH 的生根培养基中,探究蓝莓根系对 pH 的适应性。结果表明:适当提高 pH 水平(5.0~5.8)促进蓝莓的生根率,pH 过高(6.0~6.6)生根率受到抑制;随着 pH 的升高平均生根数会受到抑制;适当提高 pH 水平(5.3~5.8)促进根长伸长,pH 过高(6.0~6.6),抑制根长伸长;随着 pH 的升高平均生根指数受到抑制。

关键词:蓝莓;根系生长;pH

蓝莓,又名越橘(*Vaccinium uliginosum* Linn.),蓝浆果,属杜鹃花科(Ericaceae)越橘属(*Vaccinium* spp.),为多年生落叶或常绿灌木或小灌木。因其果实营养丰富,具有极高的营养价值和营养保健作用,被誉为 21 世纪世界范围内最具发展潜力的果树树种,具有良好的市场前景^[1]。根系是蓝莓的主要吸收和代谢器官。然而蓝莓根系为浅根系并对土壤要求严格,因此极大限制其栽培范围和面积^[2-3]。挖掘蓝莓根系本身的耐高 pH 土壤能力,筛选和培育耐高 pH 土壤的蓝莓品种,是十分迫切和重要的。采用组织培养技术进行蓝莓对不同 pH 培养基适应性的研究,具有环境条件容易控制、操作简单、可重复性强等特点而受到重视^[4]。本文采用植物组织培养方法,以野生型蓝莓为试材进行不同 pH 培养基对蓝莓根系生长发育影响的分析,旨在探讨蓝莓根系对高 pH 培养基的适应性,以期耐高 pH 蓝莓品种的选育提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为浆果资源研究室保存的野生型矮丛蓝莓品种。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2017-2018 年在黑龙江省农业科学院浆果研究所综合实验室进行。将继代培养的蓝莓苗剪成 1 cm 左右茎段,并接种于生根培养基为 1/2 WPM+2.0 mg·L⁻¹ IBA+0.2 mg·L⁻¹ NAA+20.0 g·L⁻¹ 蔗糖, pH 设定为 5.0、5.3、5.6、5.8、6.0、6.2、6.4、6.6,其中以 pH5.0 为对照。每处理接种 10 瓶,每瓶接种 3 株,3 次重复。培养条件为:温度 25℃,空气相对

湿度 60%,光照强度 3 000 lx,光照周期 16 h·d⁻¹。每天观察生根情况,60 d 后统计平均生根率、平均根数、平均根长,并计算生根指数^[5]。

平均生根率(%) = 生根苗数/接种苗数

平均根数(条) = 总生根数/接种苗数

平均根长(cm) = 总根长/接种苗数

生根指数 = 生根率 × 平均根数 × 平均根长

1.2.2 数据分析 采用 Excel 2010 制图,用 SPSS 20.0 进行方差分析,并进行 Duncan 多重比较,显著水平 $P=0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 不同 pH 培养基对蓝莓平均生根率的影响

由图 1a 可以看出,随着培养基 pH 的升高,野生型蓝莓的平均生根率呈现先升高后降低的趋势。在 pH 为 5.8 时生根率达到最高,随后生根率逐渐下降;并且 pH 为 5.3、5.6、5.8、6.0、6.2、6.4 时,蓝莓组培苗的平均生根率极对照(pH 5.0)差异不显著;pH 为 6.6 时,蓝莓组培苗的平均生根率极显著低于对照(pH5.0)。pH 为 5.3、5.6、5.8、6.0、6.2、6.4、6.6 时平均生根率分别比对照(pH5.0)升高了 25.0%、33.3%、50.0%、-30.0%、-45.8%、-56.3%、-62.5%。结果表明:在一定范围内,适当提高培养基 pH 的可以促进生根,但达到一定范围其平均生根率则受到抑制。

2.2 不同 pH 培养基对蓝莓平均生根数的影响

由图 1b 可以看出,随着培养基 pH 的升高,野生型蓝莓的平均生根数呈现先降低后升高再下降的趋势。在 pH 为 5.6、5.8 时与对照(pH5.0)无显著差异,pH 为 5.3、6.0、6.2、6.4、6.6 时均显著低于对照(pH5.0)。pH 为 5.3、5.6、5.8、6.0、6.2、6.4、6.6 分别比对照(pH 为 5.0)降低了 43.3%、37.2%、13.5%、58.7%、69.2%、

84.1%、89.4%。结果表明:随着 pH 的升高,蓝莓的生根数会受到抑制。

2.3 不同 pH 培养基对蓝莓平均根长的影响

由图 1c 可以看出,随着培养基 pH 的升高,野生型蓝莓的平均根长呈现先升高后降低的趋势。在 pH 为 5.3 时平均根长达到最高,随后平均根长显著下降。在 pH 为 6.4、6.6 时的平均根长显著低于对照(pH5.0)。pH 为 5.3、5.6、5.8、6.0、6.2、6.4、6.6 分别比对照升高了 40%、-21.1%、-50.8%、-57.0%、-64.3%、-85.4%、-76.4%。

2.4 不同 pH 培养基对蓝莓生根指数的影响

由图 1d 可以看出,随着培养基 pH 的升高,野生蓝莓的平均生根指数呈现下降趋势。当 pH 为 5.3、5.6、5.8 时,蓝莓组培苗的平均生根指数与对照(pH5.0)差异不显著;当 pH 为 6.0、6.2、6.4、6.6 时,蓝莓组培苗的平均生根指数显著低于对照(pH5.0),但与 pH 为 5.6、5.8 时差异不显著。pH 为 5.3、5.6、5.8、6.0、6.2、6.4、6.6 分别比对照(pH5.0)降低了 0.4%、18.2%、33.9%、87.5%、94.0%、99.0%、99.1%。

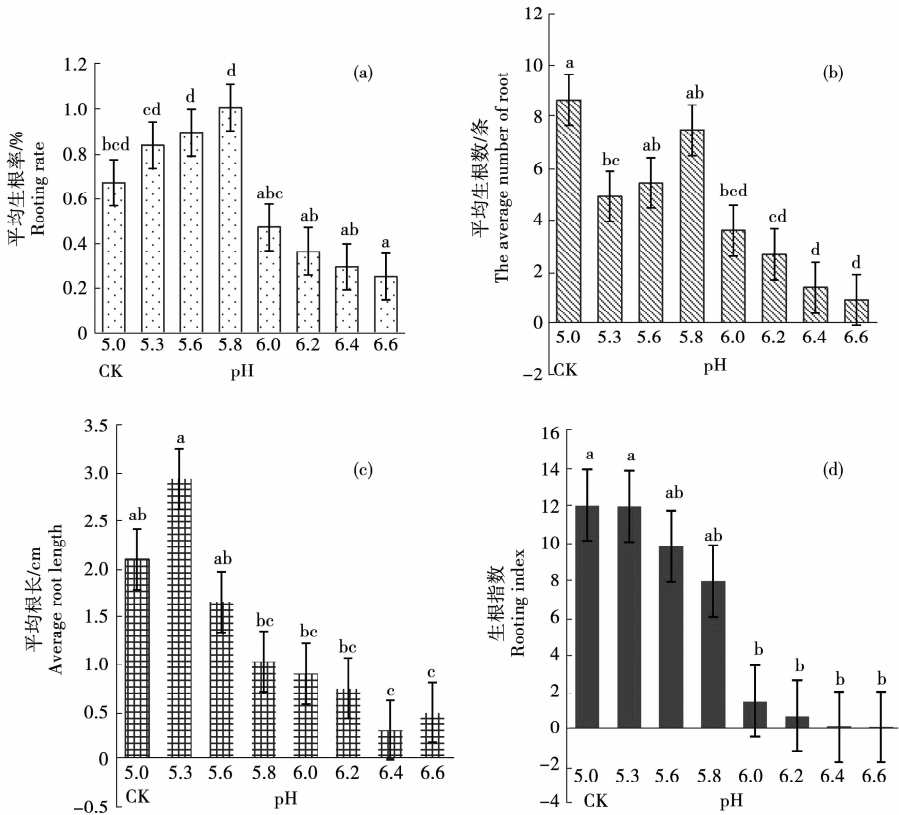


图 1 不同 pH 值对蓝莓平均生根率(a)、平均生根数(b)、平均根长(c)、生根指数(d)
Fig. 1 The effect of different pH on proliferation coefficient of three blueberries

3 结论与讨论

根系是蓝莓的主要吸收器官和调控中心,根系的发育情况直接体现蓝莓对土壤的适应能力。生根指数是综合评定生根情况的指标。试验结果表明,培养基 pH 对蓝莓根系平均生根率、平均根长、平均生根数、生根指数有明显的影

响,随着培养基 pH 的升高,平均生根率、平均根长、平均生根数基本呈现先升高后降低的趋势,但生根指数呈现降低趋势;说明随着培养基 pH 的升高,蓝莓组培苗的生根会受到抑制,这与王明洁等[6]的研究结论较为一致。曹增强等[7]研究表明,适当提

等元素的吸收^[2,8]。这可能与高 pH 的培养基抑制根系的发育从而降低根系对元素的吸收功能有关。

参考文献:

[1] 黄春辉,夏思进,曲雪艳,等. 蓝莓的栽培利用现状与发展前景[J]. 现代园艺, 2011(6):41-43.
[2] 才丰,崔英宇,杨玉春. 土壤环境对蓝莓生长的影响[J]. 辽宁农业科学, 2013(1):45-48.
[3] 乌凤章,王贺新,李根柱,等. 三种类型越橘根系垂直分布特征研究[J]. 北方园艺, 2011(2):21-24.
[4] 唐雪东,李亚东,臧俊华,等. 土壤施硫对越桔生长发育的影

响[J]. 东北农业大学学报, 2004, 35(5):553-560.
[5] 梁文卫,宋鹏慧,阎聪,等. 美登蓝莓试管苗瓶内快速生根试验[J]. 中国果树, 2015(4):44-47.
[6] 王明洁,吴雨蹊,段亚东,等. 蓝莓栽培土壤改良技术研究[J]. 北方园艺, 2014(14):179-181.
[7] 曹增强,徐莹莹,张宁,等. 不同 pH 对蓝莓组培苗生长和对蓝莓组培苗生长和元素吸收的影响[J]. 中国农业大学学报, 2016, 21(2):50-57.
[8] 唐雪东,李亚东,丁绍文,等. 不同基质和硫磺粉对越橘土壤和叶片矿质营养的的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2007, 29(3):279-283.

Effects of Different pH Levels Culture Medium on Root Growth of Blueberry

ZHOU Shuang, LIANG Wen-wei, WANG Ming-jie, SUN Lan-ying, YANG Guang

(Institute of Rural Revitalization Science and Technology, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 152204, China)

Abstract: In order to study the effect of pH on blueberry root system, use the ‘Wile Type’ as experimental materials, this paper studied the effect of different pH on the root growth of blueberry. The result showed that increasing the pH level (5.0-5.8) appropriately promoted the rooting rate of blueberry, and the excessive pH(6.0-6.6) inhibited the rooting rate. The average number of roots was inhibited with the increase of pH. Increasing the pH level appropriately (5.3-5.8) promoted root elongation, while increasing the pH level (6.0-6.6) was inhibited root elongation. Average rooting index of increased pH was inhibited.

Keywords: blue berries; root growth; pH

(上接第 32 页)

[8] 杨肖芳,苗立祥,张豫超,等. 浙江省红颜草莓镶脉病毒(SV BV)的调查与茎尖脱毒技术研究[J]. 核农学报, 2015, 29(9):1694-1700.
[9] 葛胜娟. 植物组织培养中的快繁育与脱毒技术及其应用[J]. 农业生物技术科学, 2005, 21(5):104-107.
[10] White P. Multiplication of the virus of tobacco and aucuba mosaic on growing excised tomato roots[J]. Phytopathology, 1934, 24:1003-1011.

[11] Limasset. 草芽脱毒技术的研究[J]. 农业杂志. 1949, 12(4):58.
[12] 覃兰英,邓世秀,李青. 培育草莓脱毒苗方法的研究[J]. 园艺学报, 1988, 15(3):175-179.
[13] 谢文申,付晏昆,周露,等. 野薄荷组织培养脱毒技术研究[J]. 现代农业科技, 2016(6):61-62, 64.
[14] 顾地周,朱俊义,冯颖,等. 草莓试管内诱导匍匐茎和高温处理结合茎尖培养脱毒技术研究[J]. 西北农林科技大学学报, 2010, 38(11):89-94.

Study on Virus-free Technology of Strawberry Stem Tips

NIE Yuan-jun¹, LI Rui-zhen¹, ZHANG Chun-fen², DENG Shu², HOU Li-yuan³, CAO Qiu-fen³

(1. Institute of Agricultural Resources and Economics, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030006, China; 2. Fruit Research Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030815, China; 3. Biotechnology Research Center, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031, China)

Abstract: In order to establish a simple and efficient virus removal technology and promote the industrialization development of virus-free strawberry seedlings, the virus-free technology of strawberry mother strain infected with strawberry mottle virus was studied by tissue culture of strawberry stem tip, tissue culture of stem tip after heat culture and regeneration of stolon tip of tissue culture seedlings. Advantages and disadvantages were compared. The result showed that the detoxification rate of strawberry tissue culture seedlings increased, but the survival rate decreased after heat treatment. Compared with the direct stem tip culture method and the heat culture method after the stem tip culture, the virus-free rate and survival rate of the stem tip culture method with the same stem tip length were higher, and the survival rate and survival rate reached 93.3% and 96.4% when the stem tip length was 0.8-1.0 mm. Therefore, the regeneration of stolon tip culture with tissue culture was an effective method for strawberry detoxification.

Keywords: strawberry; detoxification technology; stolons regeneration