

基质及营养液对苹果矮砧组培苗移栽后生长的影响

田 河, 师校欣, 杜国强, 马宝焜, 袁星星

(河北农业大学 园艺学院, 河北 保定 071001)

摘 要:以苹果矮化砧木 SH₂₈、SH₂₉ 生根组培苗为试材, 研究了不同草炭土与蛭石基质配比、草炭土处理方式及 3 种营养液浇灌(MS、园试配方、霍格氏配方)对移栽组培苗生长的影响。结果表明:以草炭土与蛭石 1:2 或 1:1 配比为移栽基质, 组培苗移栽成活率较高, 分别达 90.77% 和 88.24%, 显著高于草炭土与蛭石 2:1 配比;同时草炭土与蛭石 1:1 配比处理还可有效提高幼苗生长量。草炭土经灭菌处理后, 组培苗单株叶面积及单叶片面积显著增加, 苗木生长更健壮。基质中添加 0.1% 枯草芽孢杆菌对幼苗生长量未见显著作用。MS、霍格兰、园试 3 种营养液浇灌 40 d 后, 均可使移栽幼苗生长量显著大于对照, 综合效果以 MS 营养液促苗效果最佳。

关键词:苹果矮化砧木; SH 系; 组培苗; 移栽基质; 营养液

中图分类号:S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)06-0008-04

苹果在我国栽培历史悠久, 我国目前是世界苹果生产第一大国, 在世界苹果产业中占有举足轻重的地位。

第一作者简介:田河(1985-), 男, 陕西蒲城人, 在读硕士, 现主要从事果树生物技术研究工作。E-mail: tianh1985@163.com.

责任作者:杜国强(1966-), 男, 博士, 教授, 现主要从事果树生物技术研究工作。E-mail: gdu@hebau.edu.cn.

基金项目:河北省自然科学基金资助项目(C2012204091)。

收稿日期:2012-12-12

矮化密植栽培是当今世界苹果产业发展的趋势和方向, 矮化砧木是实现苹果矮化栽培的最主要途径, 是现代苹果产业发展的重要标志。当前大力发展苹果矮化密植栽培模式已在我国苹果业界达成共识, 但受适宜我国立地条件的苹果矮化砧木种类的缺乏和苹果矮化砧木无性繁育技术不完善等因素限制, 我国苹果矮化栽培制度推广应用进程仍十分缓慢。SH 系苹果矮化砧木是由山西省农业科学院果树研究所“国光”和“河南海棠”为

参考文献

- [1] 李亚东. 越橘(蓝莓)栽培与加工利用[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 2001.
- [2] 李亚东, 吴林, 张志东. 土壤 pH 值对越橘的生理作用及其调控[J]. 吉林农业大学学报, 1997, 19(1): 112-118.
- [3] 李亚东, 刘海广, 张志东, 等. 我国蓝莓产业现状和发展趋势[J]. 中国

果树, 2008(6): 67-71.

- [4] 于强波, 李亚东, 苏丹, 等. 地面覆盖对越橘菌根侵染率及根系活力和过氧化物酶活性的影响[J]. 东北农业大学学报, 2009, 40(2): 28-30.
- [5] 马怀宇, 李亚东, 刘庆忠, 等. 高丛越橘离体叶片再生植株研究初报[J]. 东北农业大学学报, 2004, 35(2): 212-215.

Study on Investigation of Blueberry Growing Status in Jilin Area

YANG Xiao-xu, WU Lin, ZHANG Zhi-dong, LI Ya-dong, LIU Hai-guang, DU Juan

(Institute of Small Berries Research, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118)

Abstract: Taking highbush plant, half-highbush plant, lowbush plant of 19 blueberry cultivars as materials, height of plant, canopy diameter and indexes of inner conditions of growth statues were determined, the growing status of fruiting period were studied, and the growth vigour between all districts were compared, in order to get the suitable plant varieties in each area. The results showed that highbush blueberry in Tonghua area grew well, The ‘Northland’, ‘Elliot’ growing significantly better than that of other areas, highbush blueberry in Antu region growing was bad, not suitable for planting in the region. Half-highbush in Liuhe and Tonghua region was growing good, suitable for cultivation in the area promotion. The lowbush blueberry of ‘Blomidon’ was suitable for Liuhe, Tonghua, Jingyu cultivation.

Key words: blueberry; growth vigour; Jilin area

亲本,采用杂交育种方法培育的一系列矮化、半矮化砧木,其中 SH₂₈ 和 SH₂₉ 嫁接苹果可使树体矮化或半矮化,开花结果早、易成花,早期丰产性能强,果实品质优异,根系垂直分布较深,抗逆性强、适应性广^[1-2],有望在我国部分苹果主产区推广应用。

苹果矮化砧木的繁殖方式主要有扦插、压条与组织培养等,一般扦插、压条繁殖系数较低,且受繁殖材料类型、基质或土壤类型、管理技术等影响较大,难以满足我国现实苹果生产中对优良砧木的需求。组织培养技术具有繁殖系数高、速度快、遗传性均一的优点,对于加快难繁殖的植物或优选单株及新品种的繁殖尤为适用。在组培苗快繁技术体系中,组培苗处于弱光、恒温、高湿的特殊环境,依靠培养基中各种营养物质“异养”,使得组培苗形态、解剖及生理特性与温室和大田生长的植株不同^[3-5]。移栽后的组培苗需经历由“异养”向“自养”转变,移栽基质的种类影响着水分供给、通气状况以及营养物质的供给,也影响试管苗的移栽成活以及栽后的生长状况。杜振宇等^[6]对葡萄、段春华等^[7]对大樱桃 Gisela 砧木、曹琴等^[8]对欧李、董铁等^[9]对苹果组培苗移栽进行了研究,发现移栽基质的种类及其不同配比,显著影响了移栽组培苗的成活及生长。李双林等^[10]对葡萄组培苗移栽后,施用营养液,有助于移栽苗叶片生理机能的恢复,显著促进移栽苗生长。虽然组培快繁技术大大提高了 SH 系矮化砧木的繁殖系数,但生根苗移栽后植株生长缓慢,难以满足生产对苗木数量和质量的需求。该试验以 SH₂₈、SH₂₉ 生根组培苗为试材,研究了移栽过程中的移栽基质中草炭与蛭石不同配比及草炭土不同消毒方式和营养液等影响因素对组培苗生长的影响,以期苹果矮化组培苗规模化生产提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以苹果矮化砧木 SH₂₈ 和 SH₂₉ 组培生根苗为试材,由培养室移至温室锻炼 10 d 后用于移栽试验,试材取自河北农业大学园艺学院生物技术实验室。

1.2 试验方法

1.2.1 移栽基质 采用草炭和蛭石为基质,草炭土:蛭石配比分别设为 1:2、1:1、2:1,以 SH₂₉ 为材料研究草

炭和蛭石不同配比对移栽苗成活及生长的影响。以 SH₂₈ 为材料,设草炭土灭菌、不灭菌、不灭菌加 0.1% 枯草芽孢杆菌(*Bacillus subtilis*)3 个处理,与蛭石 1:1 混匀做移栽基质,研究草炭土不同处理方式对移栽的影响。

1.2.2 移栽 3 月份在温室内完成移栽,所有处理在移栽前开瓶练苗 3 d。移栽前基质用 75% 多菌灵 1 000 倍液拌湿后装入塑料营养钵 2/3 体积,移栽时将生根苗栽入营养钵,上部用多菌灵消毒的干净蛭石覆盖。移栽完成后,浇透水,覆塑料膜保湿(湿度 80% 以上),7 d 后逐渐通风至完全揭膜,期间喷洒 75% 多菌灵 1 000 倍液。

1.2.3 营养液配制与施用 营养液选用 MS、霍格兰^[11]和园试^[11]3 种,以清水为对照。各营养液均未添加微量元素。移栽后 50 d 选择生长一致苗木进行营养液试验,每周浇灌 1 次,每次每 30 株浇 1 L。

1.3 项目测定

基质试验于移栽后 30 d 调查成活率。移栽 30 和 60 d 时调查株高、叶片数及叶面积。营养液试验于开始浇灌后第 20、40 天分别调查株高、叶片数及叶面积。数据采用 DPS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同基质配比对 SH₂₉ 移栽后生长性状的影响

不同基质配比对幼苗移栽后成活率影响不同。由表 1 可知,以草炭土与蛭石 1:2 和 1:1 配比成活率较高,分别达 90.77% 和 88.24%,而 2:1 配比成活率较低,仅为 79.59%。移栽调查结果表明,栽植于草炭与蛭石 1:1 配比基质中的苗木,在 30 和 60 d 时,株高、单叶片面积显著大于 1:2 处理,与 2:1 处理无显著差异;1:1 配比基质处理幼苗的单株叶面积显著大于 1:2 和 2:1 处理,叶片数与其它 2 个处理叶片数无显著差异。一般草炭含有机质营养成分较多,通气性相对较差;而蛭石保水、透气性较好,但缺乏养分。移栽前期幼苗的成活对基质透气和保湿性要求较高,而在恢复生长后对基质营养成分有较高要求。基质草炭土与蛭石 1:1 配比,既能够满足移栽初期苗木的水气要求,保证成活率,也能满足后期幼苗生长的营养要求,为适宜苹果矮化砧木生根苗移栽基质。

表 1 基质配比对 SH₂₉ 移栽组培苗生长的影响

Table 1 The effect of proportion of substrate on growth of SH₂₉ transplants

基质配比(草炭土:蛭石) Proportion of substrate (Turfy soil: Vermiculite)	成活率 Survival rate/%	株高 Height of plant/cm		叶片数 Leaf number per plant/片		单株叶面积 Leaf area per plant/cm ²		单叶片面积 Area per leaf/cm ²	
		30 d	60 d	30 d	60 d	30 d	60 d	30 d	60 d
1:2	90.77 a	1.49 b	2.14 b	7.19 a	7.74 a	16.29 b	19.11 c	2.24 b	2.43 b
1:1	88.24 a	1.93 a	2.32 a	7.18 a	8.19 a	20.56 a	24.42 a	2.89 a	3.00 a
2:1	79.59 b	1.86 a	2.21 ab	7.15 a	7.67 a	18.10 b	22.66 b	2.50 ab	2.94 a

2.2 草炭土不同处理方式对 SH₂₈ 移栽后生长的影响

由表 2 可知,草炭土经不同处理后与蛭石 1:1 混合配制基质对组培苗移栽成活率未见显著影响,但对移栽苗后期生长量影响显著。移栽 30 d 时,各处理间株高表现无差异;而经草炭土灭菌后与不灭菌处理相比幼苗具有较多的叶片数和较大的单株叶面积;草炭土灭菌处理的幼苗具有较大的单叶片面积,且显著大于草炭土不灭菌和不灭菌加芽孢杆菌的处理。移栽 60 d 时,经草炭

土灭菌处理的幼苗株高显著大于草炭土不灭菌和不灭菌加芽孢杆菌处理;而经草炭土灭菌和不灭菌处理的幼苗具有较多的叶片数,显著大于不灭菌加芽孢杆菌处理的幼苗;幼苗单株叶面积以草炭土灭菌处理最大,草炭土不灭菌处理次之,不灭菌加芽孢杆菌处理最小;单叶片面积仍以草炭土灭菌处理显著较大,其余 2 个处理无差异。因此认为,以灭菌的草炭土为基质移栽苹果矮化砧木组培苗可促进苗木生长,有利于获得健壮苗木。

表 2 草炭土处理方式对 SH₂₈ 移栽组培苗生长的影响Table 2 The effect of pre-treatment ways of turfy soil on growth of SH₂₈ transplants

草炭预处理 Pre-treatment of turfy soil	成活率	株高		叶片数		单株叶面积		单叶片面积	
	Survival rate	Height of plant/cm		Leaf number per plant/片		Leaf area per plant/cm ²		Area per leaf/cm ²	
	/%	30 d	60 d	30 d	60 d	30 d	60 d	30 d	60 d
灭菌 Autoclave	95.74 a	1.40 a	1.65 a	6.22 ab	7.14 a	15.17 a	17.77 a	2.44 a	2.46 a
不灭菌 None	91.30 a	1.48 a	1.55 b	6.39 a	6.81 ab	14.06 a	14.87 b	2.20 b	2.01 b
添加 0.1% 芽孢杆菌 Supplement with 0.1% <i>Bacillus subtilis</i>	91.30 a	1.40 a	1.54 b	5.61 b	5.95 b	11.85 b	12.25 c	2.11 b	2.02 b

2.3 不同营养液处理对 SH₂₉ 组培苗移栽后生长的影响

由表 3 可以看出,浇灌营养液 20 d 后,各处理间株高、叶片数、单株叶面积、单叶片面积均无显著差异。到 40 d 时,浇灌营养液的 3 个处理均显著促进组培苗的生长。株高和叶片数以 MS 和园试营养液处理幼苗增加较快,且显著高于霍格兰营养液处理幼苗;幼苗单株叶面积以 MS 营养液促进效果最为明显,园试营养液次之,霍格兰营养液促苗效果较差。3 种营养液处理对幼苗单叶片面积无显著影响。清水对照幼苗生长缓慢,基本无新生叶片,且下部较老叶片脱落,导致叶片数和单株叶面积下降。试验表明,移栽苗成活后,苗木生长发育需要大量营养,仅靠基质中的养分,不能满足苗木生长的需要,浇灌营养液可以补充苗木生长所需矿质营养,是提高移栽苗质量的一项重要措施。

表 3 营养液对 SH₂₉ 移栽组培苗生长的影响Table 3 The effect of nutrient solution on growth of SH₂₉ transplants

营养液 Nutrient solution	株高		叶片数		单株叶面积		单叶片面积	
	Height of plant		Leaf number per		Leaf area per		Area per leaf	
	/cm		plant/片		plant/cm ²		/cm ²	
清水 Water	20 d	40 d	20 d	40 d	20 d	40 d	20 d	40 d
	2.20 a	2.30 c	6.14 a	5.93 c	21.05 a	21.54 d	3.44 a	3.64 b
MS	2.27 a	4.77 a	6.43 a	8.95 a	21.55 a	45.28 a	3.39 a	5.06 a
	2.10 a	4.07 b	6.10 a	7.76 b	20.76 a	36.28 c	3.41 a	4.68 a
霍格兰 Hoagland	2.10 a	4.07 b	6.10 a	7.76 b	20.76 a	36.28 c	3.41 a	4.68 a
园试 Garden test	2.07 a	4.67 a	6.43 a	8.93 a	21.81 a	41.53 b	3.56 a	4.65 a

3 讨论

3.1 移栽基质对组培移栽苗生长的影响

在适宜的环境和一定的营养条件下,移栽基质的理化性质决定了水分、养分吸附性能和空气的含量,其中基质的透气性、保湿性、酸碱度和养分等因子对诱发新根及成活起关键作用。草炭是植物残体分解不充分的半分解有机物,富含营养但透气性较差,且含有大量微生物;蛭石保水性、透气性良好,但是缺乏营养,因此复

合基质比单一基质能提高组培苗移栽成活率^[12-13]。复合基质不同配比影响组培苗移栽成活率,该试验结果表明,采用草炭土与蛭石 1:1 或 1:2 配比的复合基质,有利于提高苹果矮化砧木组培苗移栽成活率。其原因可能与这种配比的基质相对具有适宜的保湿、透气性有关,过多的草炭土配比可能会因透气性较差,而影响移栽初期组培苗根系的生长,降低成活率。

该试验结果还表明,经高温灭菌预处理的草炭土基质虽对幼苗成活率影响不大,但对移栽成活后的幼苗生长有明显促进作用。通常情况下,移栽时根系表面粘附有少量培养基,使基质中微生物易于侵染和繁殖,影响根系生长,导致苗木生长减缓。草炭经高温灭菌处理后,能有效灭除基质中微生物,且不影响其理化性质,可促使幼苗生长量提高,幼苗健壮。

枯草芽孢杆菌能够产生丰富的抗菌物质,对真菌、细菌、病毒和病原体等具有良好的抑制作用,同时,它又能产生生长激素类物质,促进植物生长。徐进等^[14]发现,利用芽孢杆菌菌剂能够显著增加马铃薯的产量,增产幅度达 17.3%~60.3%。王雅平等^[15]发现,使用 TG26 发酵液后能使土壤中速效磷含量增加,西瓜增产 60% 以上。但该试验中未见枯草芽孢杆菌对苹果矮化砧木组培苗移栽成活率产生影响,而添加枯草芽孢杆菌的基质中幼苗生长量较小,原因可能是芽孢杆菌菌株类型或者浓度不适宜,尚需进一步研究。

3.2 浇灌营养液对组培移栽苗生长的影响

移栽苗成活后生长发育需要大量营养,而仅靠基质中的营养成分不能满足生长需要,施用营养液浇灌是促苗、壮苗的主要措施之一。于海等^[16]在三色堇无土栽培研究中认为,MS、霍格兰和园试 3 种营养液中园试配方能促进株高较快增加,功能叶叶绿素含量较高,更适宜

三色堇的无土栽培。吕芬华等^[17]对非洲菊组培苗移栽研究中发现,在不同营养液处理后,幼苗长势以 MS 最佳。因此,不同物种或者同一物种的不同品种生长过程中对矿质营养成分及其比例的需求会有一定的差别。该试验供试的 3 种营养液均可促进苹果矮砧组培苗生长,其中以 MS 促进效果最明显。氮在植物营养生长中起关键作用,Wagner 等^[18]、Martin 等^[19]认为,轻微缺氮会促进根系生长,当严重缺氮时会使整个植株生长受到抑制。徐伟忠等^[20]认为氮素供应对根系生长、形态以及根系在介质中的分布影响最为明显,在一定范围内,增加氮素供应可以促进地上部和根系的生长。在 MS、霍格兰、园试配方中,以 MS 含氮量最高,同时 MS 配方中铵态氮比例较高,可能为其促进苹果矮砧组培苗生长主要原因。霍格兰配方元素的总含量最小,促苗效果较差。园试配方促幼苗生长效果虽不及 MS 配方,但其营养液配制用药量少,较为节省,从经济方面考虑也可应用。

参考文献

- [1] 邵开基,李登科,张忠仁,等. SH 系列苹果矮化砧木育种研究[J]. 华北农学报,1988,3(2):86-93.
- [2] 邵开基,李登科,张忠仁,等. SH 系苹果、K 系梨矮化砧的性状特性[J]. 山西果树,2001,84(2):11-12.
- [3] 陈四维,马宝焜,吕增仁,等. 长富-2 苹果试管苗移栽前后叶片内部解剖构造的观察[J]. 河北农业大学学报,1989,120(2):99-103.
- [4] 梁美霞,戴洪义,葛红娟. 组培和大田条件下苹果叶片结构和表皮特征的比较[J]. 果树学报,2009,26(6):781-785.
- [5] Michael M B, Ann R B. Stomata of apple leaves cultured *in vitro* [J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 1989(19):85-89.
- [6] 杜振宇,马海林,马丙尧,等. 葡萄组培苗适宜生长基质研究初探[J]. 山东林业科技,2006,162(1):3-6.
- [7] 段春华,刘元铅,刘翠兰,等. 大樱桃 Gisela 砧木组培苗移栽基质筛选试验[J]. 山东林业科技,2005,159(4):27-28.
- [8] 曹琴,杜俊杰. 欧李组培苗移栽成活影响因子的研究[J]. 山西农业大学学报,2009,29(3):238-242.
- [9] 董铁,贾克礼,王发林,等. 苹果试管苗移栽技术在培育脱毒自根苗中的应用[J]. 甘肃农业科技,1995(3):16.
- [10] 李双林,万贵成,杨治明,等. GS 营养液在葡萄试管苗移栽中的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2007(4):31-32.
- [11] 郭世荣. 无土栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,2003:112,114.
- [12] 马宝焜,孙建设,高仪,等. 苹果试管苗移栽技术研究[J]. 中国果树,1991(1):4-7,15.
- [13] 何承忠,王立苍,许昌慧,等. 马堡杜鹃组培苗移栽基质的筛选研究[J]. 湖北农业科学,2009,48(6):1228-1230.
- [14] 徐进,何礼远,冯洁,等. 生防细菌对马铃薯青枯病的防病增产作用研究[J]. 植物保护,2003,29(5):40-42.
- [15] 王雅平,刘伊强. 枯草芽孢杆菌 TG26 防病增产效应的研究[J]. 生物防治通报,1993,9(2):63-68.
- [16] 于海,程广有. 不同营养液对三色堇无土栽培的研究[J]. 北方园艺,2011(18):99-101.
- [17] 吕芬华,蒋小留,周智萍,等. 基质和营养液对组培非洲菊幼苗生长的影响[J]. 浙江农业科学,2002(5):228-230.
- [18] Wagner B W, Erwin Beck E. Cytokinins in the perennial herb *Urtica dioica* L. as influenced by its nitrogen status[J]. Planta, 1993, 190:511-518.
- [19] Martin R J, Sutton K H, Moyle T N, et al. Effect of nitrogen fertilizer on the yield and quality of six cultivars of autumn-sown wheat[J]. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 1992(20):273-282.
- [20] 徐伟忠,朱丽霞,赵根. 植物生态适应性在植物水生诱导上的运用[J]. 分子植物育种,2006(S1):143-150.

Effect of Substrate and Nutrient Solution Supplied on Growth of Plantlets of Apple Dwarf Rootstocks *in vitro*

TIAN He, SHI Xiao-xin, DU Guo-qiang, MA Bao-kun, YUAN Xing-xing
(College of Horticulture, Hebei Agricultural University, Baoding, Hebei 071001)

Abstract: Taking apple dwarf rootstocks of SH₂₈ and SH₂₉ *in vitro* as materials, the effect of the transplantation substrate with the mix of turfy soil and vermiculite, the pre-treating ways of the turfy soil, and the watering of nutrient solutions (with formula of MS, Garden test and Hoagland) on the growth of the plantlets after transplanted were studied. The results showed that the survival rates of the plantlets were significant higher when using the mix of turfy soil and vermiculite at ratio of 1 : 1 or 1 : 2, and could reach 88.24% or 90.77%, respectively, compared to the using of the ratio of 2 : 1. Meanwhile, the plantlets had more growth amount when transplanted in the substrate mixed with turfy soil and vermiculite at ratio of 1 : 1. The turfy soil pre-treated with autoclave had an effect on the increasing of the leaf area of the plantlet and the single leaf area, and contributed to more healthy plantlets. The supplement of 0.1% *Bacillus subtilis* in the substrate had no significant effect on the plantlet growth. Three kinds of the nutrient solutions (MS, Hoagland, Garden test) could accelerate the plantlet growth, which could be seen 40 days after the application, and the formula of MS showed the best in general.

Key words: apple dwarf rootstock; SH series; *in vitro* plantlet; transplantation substrate; nutrient solution