

DOI:10.11937/bfyy.201701005

不同育苗容器对苹果苗木生长和生理特性的影响

许云鹏^{1,2}, 赵彩平¹, 张东¹, 檀鸣¹, 张宝娟¹, 韩明玉¹

(1. 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 商洛市蚕果站, 陕西 商洛 726000)

摘要:以2年生“长富2号”苹果苗木(中间砧木 M26、基础为八棱海棠)为试材,研究不同类型育苗容器对苹果苗木生长发育和苗木质量的影响,筛选出合适苹果苗木生长发育的容器类型。结果表明:控根容器处理的苗高、地径、生物量、总根长、侧根数、叶绿素总含量等指标均显著大于无纺布袋和营养钵,且控根容器栽植的苗木不存在根系畸形现象,可作为2年生苹果容器苗的最佳育苗容器。

关键词:苹果;容器育苗;容器类型;生长指标

中图分类号:S 661.104⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)01-0018-06

苹果(*Malus domestica* Borkh.)是世界重要的果树栽培树种,也是世界四大水果(苹果、柑橘、葡萄、香蕉)之一。苹果产业在我国农业经济发展中承担着重要的角色^[1],苹果苗木需求量逐年增加,但我国苹果苗木繁育存在诸多问题,苗木质量普遍较差的现状是苹果生产中存在的重要问题之一,也是制约我国苹果产业发展的重要因素^[2-4]。目前苹果树建园大多数采用一、二年生大田裸根苗栽植,其缺点是苗圃轮作占用土地、建园后缓苗期长、定植受季节限制以及见效慢(一般4~5年结果)^[5]。相比之下,容器育苗具有以下优点,比如园地可以灵活选择,少占用甚至不占用耕地,不受气候的限定,苗木的整齐程度极高,无缓苗期,生长速度快等,以便于快速建园。即便如此,容器育苗技术主要处于园林绿化、庭院观赏等领域的研究及应用,但是真正应用于果品产业中的极少^[6]。因此,该研究采用控根容器、无纺布袋、营养钵,以2年生苹果苗木为研究对象,初步探讨栽植容器对苹果苗木生长发育和苗木质量的影响,以期繁育优质苹果容器苗提供参考依据。

第一作者简介:许云鹏(1989-),男,陕西扶风人,硕士研究生,研究方向为果树生理生态。E-mail:924594994@qq.com.

责任作者:韩明玉(1962-),男,陕西扶风人,教授,博士生导师,现主要从事苹果栽培生理与技术等研究工作。E-mail:hanmy@nwsuaf.edu.cn.

基金项目:国家苹果产业技术体系苗木繁育与整形修剪岗位科学家资助项目(CARS-28)。

收稿日期:2016-09-30

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为2年生的苹果芽苗,基础为八棱海棠,中间砧为 M26,中间砧长度约为25~30 cm,品种为“长富2号”,所有苗木均为单干苗。苗木于2013年3月播种基础(八棱海棠)种子,当年秋季于实生砧5 cm下芽接矮化砧 M26,2014年8月于矮化砧25~30 cm处嫁接苹果品种“长富2号”。

1.2 试验方法

试验于2015年3—12月在陕西省杨凌现代农业国家苹果产业技术体系试验示范果园(北纬34°52',东经108°7')进行。试验采用同一规格30 cm×30 cm(直径×高)的3种类型容器,如图1所示,分别为控根容器、无纺布袋、营养钵。采用随机区组设计,每个处理10盆,3个重复。试验育苗营养土配比为园土:沙子:牛粪(体积比)=3:2:1。试验开始前,选取生长状况良好的株型整齐一致的苗木,并对苗木根系进行修剪,保证根系大小及构型基本一致,苗木于2015年3月定植在不同育苗容器中,各试验中的容器苗随机排放,放置于示范园网室中培育,株距30 cm,行距30 cm,苗木栽植后进行正常的苗木管理。

1.3 项目测定

1.3.1 生长指标 2015年12月底测量植株高度(品种嫁接口以上高度)、植株径粗(品种嫁接口以上10 cm位置,分别测量东西、南北方向径粗)、整形带内(品种嫁接口以上60~100 cm处)总芽数量和饱满芽数量。

1.3.2 生物量 2015年12月底,每个处理随机抽

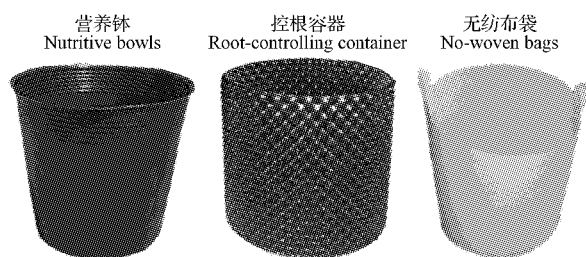


图1 不同类型育苗容器

Fig.1 Different types of nursery containers

样3株,小心取出植株,将根系在轻缓的流水下冲洗干净,用电子天平测量各处理的地上部鲜质量和干质量及根部鲜质量和干质量,并计算根冠比。测定地上部和根部干质量时,先将地上部和根部置于鼓风烘箱内经105℃杀青30min,再80℃烘至质量恒定。计算植株的根冠比(%):根冠比=根部干质量/地上部干质量。

1.3.3 叶片品质指标 于2015年9月25日采集植株中上部生长良好且完整的成熟叶片30片,用冰盒及时带回实验室,测定百叶鲜质量;用扫描仪(EPSON Scan V330 Photo)对叶片进行扫描,并计算叶片的百叶面积;然后把叶片放入105℃烘箱中杀青30min,之后80℃烘干至恒重,称量并计算叶片的百叶干质量。计算所采集叶片的比叶重:叶片比叶重($\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$)=总叶片干质量/总叶片面积。

1.3.4 叶片光合及叶绿素指标 净光合速率的测定采用美国生产的便携式LI-6400型光合分析仪,开放气路,2015年于7月中旬选择晴朗无风天气测定,测定时间为08:30—11:30,选择植株中上部成熟叶片测定,每处理测定15~20片叶。在测定净光合速率(P_n)的同时,测定叶片蒸腾速率(T_r)、气孔导度(G_s)、细胞间隙 CO_2 浓度(C_i)等指标;用手持式叶绿素仪SPAD-502Plus测定叶片中的SPAD值,每处理测定15~20片叶。

1.3.5 根系构型 2015年12月底,每个处理随机抽样3株,小心取出容器苗株,将根系在轻缓的流水下冲洗干净,测量主根长度和粗度及侧根数量,将各侧根从主根上剪下,便于扫描仪能够取得清晰的各侧根根系图像。将剪好的侧根分别放入分析浅皿,加入少量水,使根系均匀分散开,然后用采用EPSON EXPRESSION 10000XL型扫描仪(LA 1600 scanner, Canada)获得根系图像,扫描仪的分辨率设为400 dpi,扫描出的图像用WinRHIZO Pro根系分析软件(winrhizo 2003b, Canada),对相关指标如根系长度、根尖数、根表面积、根体积等进行分析,具体方法参照文献[7]。将各根系指标换算为单位体积根

长密度($\text{mm} \cdot \text{cm}^{-3}$)、根表面积密度($\text{mm}^2 \cdot \text{cm}^{-3}$)和根体积密度($\text{mm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$),计算公式如下:根长密度=容器的根长/容器体积,根系表面积密度=容器根表面积/容器体积,根系体积密度=容器根系体积/容器体积。

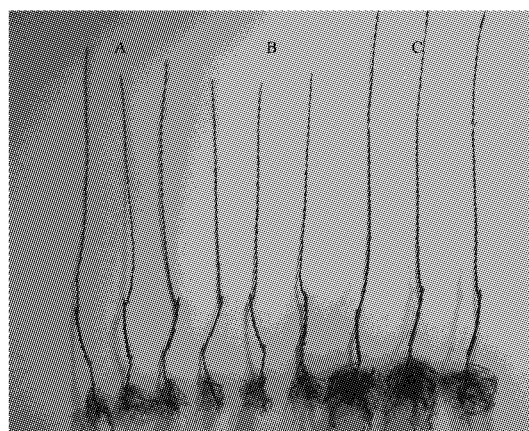
1.4 数据分析

采用Microsoft Excel 2010和SPSS Statistics 20.0软件进行试验数据的处理与分析;采用Origin 8.0软件进行相关图表的制作。

2 结果与分析

2.1 不同类型容器对苹果容器苗生长的影响

由表1、图2可以看出,控根容器处理的苹果苗木的株高、径粗、主根长度及侧根数量均显著大于无纺布袋和营养钵栽植处理,其中侧根数量达34.0条,比无纺布袋和营养钵栽植苗木的侧根数量分别增加137.76%、76.17%。无纺布袋栽植苗木在径粗和主根长度方面与营养钵栽植苗木无显著差异,但株高和侧根数量却显著低于营养钵栽植苗木。3种不同容器栽植的苗木在整形带内(品种嫁接口以上60~100cm处)饱满芽数量和总芽数量方面均无显著差异。



注:A,营养钵栽植;B,无纺布袋栽植;C,控根容器栽植。以下同。

Note: A, Nutritive bowls; B, No-woven bags; C, Root-controlling container. The same below.

图2 不同类型苹果容器苗木

Fig.2 Different types of apple container seedlings

2.2 不同类型容器对苹果容器苗生物量的影响

不同类型容器栽植的苹果苗木当年生长季结束后,测定地上部和地下部干质量。由图3可以看出,控根容器栽植处理的苹果苗木地上部干质量为97.62g,显著高于无纺布袋和营养钵栽植,分别高出49.47%、38.08%,而无纺布袋和营养钵栽植苗木之间不存在显著差异。对于地下部干质量,3种容器栽

表 1

不同容器对苹果容器苗生长的影响

容器类型	株高	径粗	主根长度	侧根数量	饱满芽数量	总芽数量
Container type	Height/cm	Diameter/mm	Main root length/cm	Number of lateral roots/条	Number of plump buds/个	Number of buds/个
控根容器 Root-controlling container	167.00±4.51a	12.57±0.24a	18.88±0.38a	34.0±1.53a	10.3±1.20a	17.0±1.53a
无纺布袋 No-woven bags	127.67±1.45c	9.66±0.28b	16.35±0.54b	14.3±1.20c	9.0±0.58a	22.0±1.73a
营养钵 Nutritive bowls	139.33±2.91b	10.76±0.63b	16.15±0.83b	19.3±0.88b	10.0±0.58a	19.0±1.53a

注:同列相同字母表示差异不显著($P>0.05$),不同字母表示差异显著($P<0.05$)。数据为 Mean±SE(平均值±标准误)。以下同。

Note: The lowercase letters indicate no significant difference ($P>0.05$), different letters indicate significant difference ($P<0.05$). The data are mean±standard error. The same below.

植处理的苹果苗木均存在显著差异,控根容器栽植的苗木地下部干质量最大,而营养钵的最小,分别为 41.55 g 和 21.18 g。对于根冠比,控根容器和无纺布袋栽植苗木显著高于营养钵栽植,而控根容器和无纺布袋苗木之间不存在差异。苗木生长量的大小,主要看其物质积累多少,因此,控根容器可以作为培育 2 年生苹果芽苗较合适的容器。

2.3 不同类型容器对苹果容器苗叶片质量特性的影响

由表 2 可以看出,不同类型容器栽植处理对苹果苗木的百叶质量有影响,且对百叶鲜质量和百叶干质量的影响基本一致。控根容器、无纺布袋、营养钵栽植处理之间均存在显著差异,其中控根容器栽植苗木的百叶鲜质量和干质量最大,其次是营养钵栽植的叶片,而无纺布袋栽植的百叶质量最低。而 3 种容器栽植苗木在叶片的干鲜比方面不存在显著差异。控根容器栽植苗木叶片的叶绿素含量和比叶重

显著高于无纺布袋和营养钵栽植的叶片,而在无纺布袋和营养钵栽植的苗木之间则不存在显著差异。从对百叶面积的影响来看,控根容器和营养钵栽植苗木之间不存在显著差异,但均显著大于无纺布袋,分别高出 18.10%、20.69%。

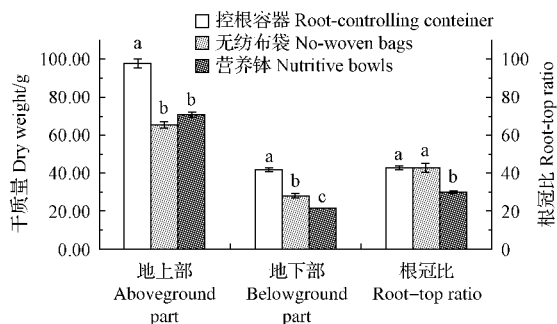


图 3 不同类型容器对苹果容器苗生物量的影响

Fig. 3 Influence of different container types on the biomass of apple seedlings

表 2

不同类型容器对叶片特性的影响

处理	百叶鲜质量	百叶干质量	干鲜比	百叶面积	比叶重	叶绿素含量
Treatment	Fresh weight/g	Dry weight/g	DW/FW/%	Leaf area/cm ²	Specific leaf weight/(g·cm ⁻²)	Chlorophyll content/(mg·g ⁻¹)
控根容器 Root-controlling container	145.30±2.82a	49.95±1.05a	34.38±0.38a	4 635.25±103.62a	0.011 3±0.000 76a	56.64±0.44a
无纺布袋栽 No-woven bags	108.50±2.04c	37.60±0.63c	34.65±0.29a	3 924.84±66.75b	0.009 5±0.000 29b	52.79±0.37b
营养钵 Nutritive bowls	135.30±2.07b	45.55±0.48b	33.67±0.31a	4 737.01±103.24a	0.010 0±0.000 13ab	53.11±0.31b

2.4 不同容器对苹果容器苗光合特性的影响

净光合速率(Pn)是植物进行光合作用大小的主要参数。由图 4 可以看出,2015 年 7 月中旬 08:30—11:30 测定的光合参数中,控根容器和营养钵栽植苹果苗木的叶片净光合速率(Pn)显著高于无纺布袋栽植,表现出较高的有机物积累能力。而控根容器和营养钵栽植苹果苗木的叶片气孔导度、胞间 CO₂ 浓度、蒸腾速率却显著低于无纺布袋栽植的苗木。控根容器和营养钵栽植的苹果苗木具有较高的净光合速率和较低的蒸腾速率,使其具有更高的水分利用

效率,胞间 CO₂ 浓度降低则说明控根容器和营养钵栽植的苹果苗木具有较高的 CO₂ 利用率。

2.5 不同容器对苹果容器苗根系构型参数的影响

由不同类型容器栽植苹果苗木的根系分布情况(图 5)和根系构型参数(表 3)可见,不同类型容器栽植苹果苗木的根系构型参数之间在一定程度上均存在差异。

根尖数是反映控根效果的一个重要指标,控根使根系实现了顶端修剪,促进侧根数增加,随之根尖数增加,根尖数越多,根系须根化程度越好,控根容器栽植

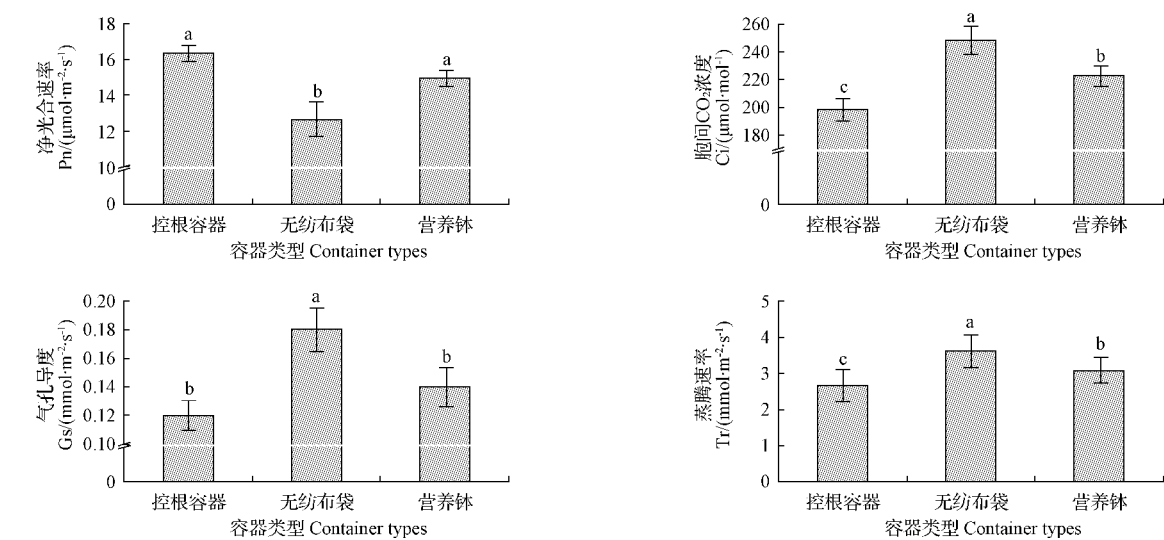
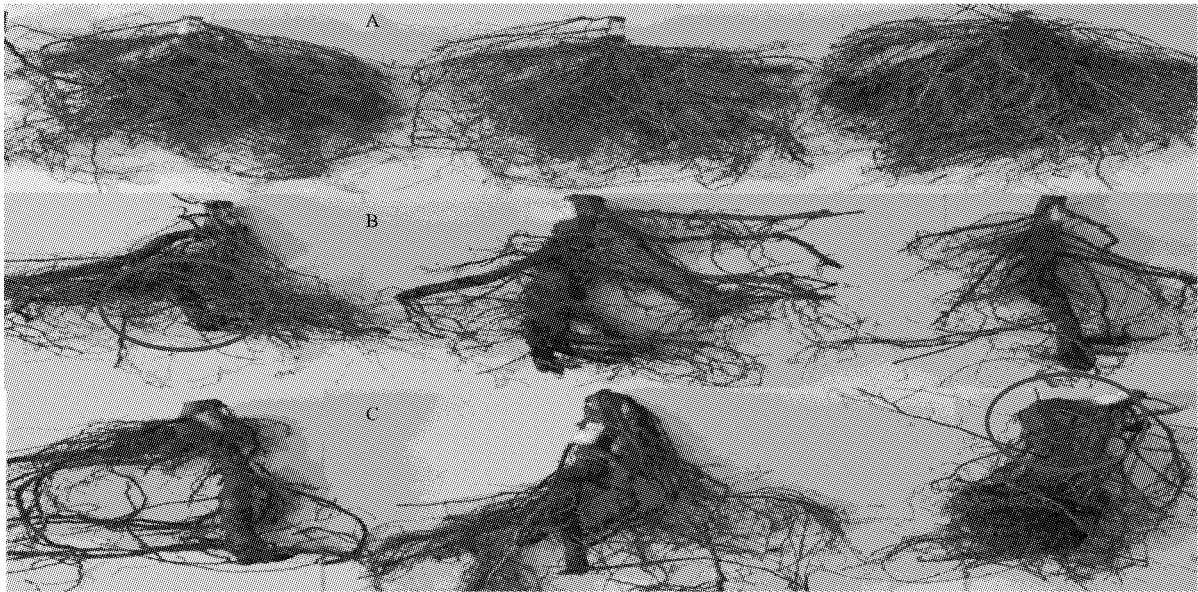


图 4 不同类型容器对苹果容器苗光合特性的影响

Fig. 4 Influence of different container types on the leaf photosynthetic characteristics of apple seedlings



注:标圈表示根系畸形现象。

Note: The circle represents deformity root.

图 5 不同类型容器栽植苹果容器苗的根系构型

Fig. 5 Root architecture of different container seedlings

表 3 不同容器对苹果容器苗根系构型参数的影响

Table 3 Influence of different container types on root morphological parameters of apple seedlings

容器类型	根尖数量 Number of tip	分叉数量 Number of forks	根长密度 Root length density /($\times 10^{-3} \text{ cm} \cdot \text{cm}^{-3}$)	根表面积密度 Root surface area density /($\times 10^{-3} \text{ cm}^2 \cdot \text{cm}^{-3}$)	根体积密度 Root volume density /($\times 10^{-3} \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)
控根容器 Root-controlling container	75 516.00 \pm 3 077.67a	122 356.67 \pm 2 020.23a	1 215.24 \pm 152.20a	181.16 \pm 5.14a	2.42 \pm 0.23a
无纺布袋栽 No-woven bags	3 687.33 \pm 187.48c	4 050.67 \pm 154.64c	79.51 \pm 7.53b	19.74 \pm 0.53c	0.96 \pm 0.14b
营养钵 Nutritive bowls	15 193.00 \pm 822.53b	16 175.00 \pm 1 150.23b	210.34 \pm 9.26b	38.53 \pm 1.46b	0.93 \pm 0.10b

苹果苗木的根尖数均显著高于无纺布袋和营养钵栽植,排列顺序为控根容器>营养钵>无纺布袋。

根长密度和根表面积密度水平代表了根系吸收能力和根系的活力。控根容器栽植苹果苗木的根长密度、表面积密度均显著大于无纺布和营养钵栽植,而营养钵和无纺布袋栽植的苹果苗木根长密度无显著差异,根表面积密度存在显著差异,且营养钵栽植大于无纺布。

根体积密度水平可以代表根系生物量的分布特征,控根容器栽植的苹果苗木根系体积密度均显著大于无纺布袋和营养钵栽植,而无纺布袋和营养钵栽植不存在差异。

2.6 根长密度、根表面积密度和根体积密度与根系不同径级关系分析

根系径级按照直径 0~2、2~4 mm 和 >4 mm 粗度进行统计,分析其与根长密度、根表面积密度和根体积密度的关系。如图 6 所示,根长密度随着根系直径的增大而下降;根表面积密度随着根系直径的增大,呈先下降后升高的趋势;根体积密度随着根系直径的增大而升高。根长密度大小主要由 0~2 mm 根系构成的,说明须根的多少;根表面积密度说明根系吸收表面积大小,是根系活力的重要指标;根体积密度说明根系生物量的大小,是根系分布的主要骨架。各径级根系均有贡献,而 0~2 mm 和 2~4 mm 贡献较大;根体积密度主要说明根系生物量,是由 >4 mm 粗度决定的。在不同径级,控根容器栽植苹果苗木的根长密度、根表面积密度、根体积密度均显著大于无纺布袋和营养钵栽植。

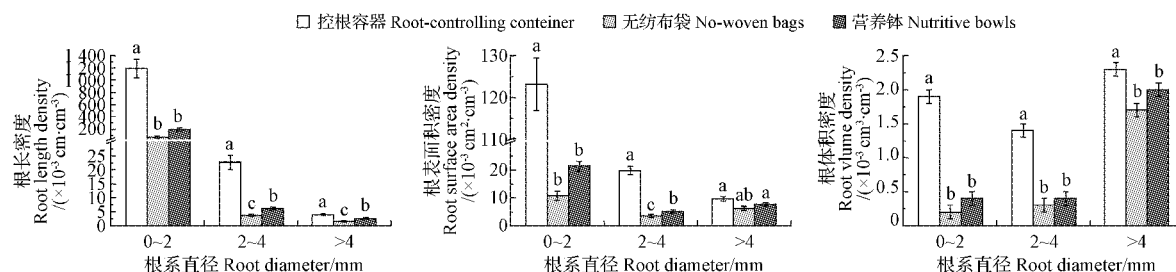


图 6 不同类型容器对苹果容器苗的根系径级分布影响

Fig. 6 Distribution of root diameter class in different container seedling

3 讨论

试验采用控根容器、无纺布袋、营养钵 3 种不同类型的容器作为 2 年生苹果芽苗的栽植容器。试验结果表明,对于 2 年生苹果芽苗,控根容器栽植苹果苗木的株高、径粗、主根长、侧根数、生物量、百叶片干鲜质量、百叶面积、叶绿素含量、根尖数、分叉数、根长密度、根系表面积密度、根系体积密度均大于无纺布袋和营养钵栽植处理。在整形带内总芽数量和饱满芽数量、叶片干鲜比方面,不同容器之间均无显著差异。

光合作用是植株生长发育的基础,苗木光合强弱会受到不同育苗容器的影响,综合分析各容器栽植苗木的光合参数指标得出控根容器最好,其次是营养钵。众所周知,苗木叶片叶绿素含量和比叶重越大,苗木的净光合速率就越高^[8],该研究同样发现,控根容器栽植的苹果苗木叶片中叶绿素含量和比叶重显著高于无纺布袋和营养钵栽植苗。 CO_2 是光合作用的主要原料,胞间 CO_2 (Ci) 浓度直接影响光合速率。气孔导度 (Gs) 反映了植物气孔传导水和 CO_2 的能力。植物通过改变气孔的开张度等方式来控制植物与外界水和 CO_2 的交换,从而调节光合速

率和蒸腾速率^[9]。控根容器和营养钵栽植的苗木蒸腾速率降低可能是由其气孔导度变小,从而使气孔开张度减小而导致的;而细胞间隙 CO_2 浓度降低则说明控根容器和营养钵栽植的苹果苗木具有较高的 CO_2 利用率。控根容器和营养钵栽植的苹果苗木具有较高的净光合速率和较低的蒸腾速率使其具有更高的水分利用效率。

综合根系构型的各项指标,控根容器栽植的苹果苗木各项指标均显著高于无纺布袋和营养钵栽植。苹果根系的数量、类型及分布状况对树体吸收水分和矿质元素起着至关重要的作用。根系分布范围广、数量多、根角跨度大,即意味着占据土壤空间较大,根系吸收营养面积大,吸收养分多,供给地上的矿质元素随之增加,地上部各个器官生长健壮,苹果产量、质量就会提高。根系的动态主要是细根的动态,细根是根系中木质化程度较低,直接与根尖连接,具有吸收水分和养分功能的那部分根系,一般将直径 <2 mm 的根定义为细根,细根具有强大的吸收功能,且能够分泌一些调节苹果的生长发育的内源激素,因此细根在行使各项生理功能方面发挥着举足轻重的作用^[10]。苹果容器苗根系数量以小于 2 mm 的根系最多,2~4 mm 次之,4 mm 以上的最少。控

根容器与无纺布袋和营养钵栽植苹果苗木栽植相比,0~2、2~4 mm根系的根长密度、根表面积密度、根体积密度较大,说明控根容器能够相对增加苹果苗木的吸收根。

该研究综合分析表明,控根容器和无纺布袋栽植的苗木不存在根系在容器内畸形缠绕的问题,且控根容器培育的苹果苗木的各项指标均优于无纺布袋和营养钵培育的苗木。分析认为,无纺布透气性强、保水性差,不利于根系向上输送水分和养分,从而限制了苗木地上部的生长(径粗、株高和叶质量、地上部干鲜质量较控根器偏低);营养钵(黑色塑料)主要是由于夏季受环境高温的影响,增加了盆内温度,新生毛根直接接触营养钵内壁,受到薄膜灼烧和光照的双重影响,严重损害了苹果苗木根系的活动和生长。因此,针对2年生苹果芽苗控根容器是最佳的栽培容器。朱晓婷^[11]研究了不同容器对2年生大叶桂樱容器苗的影响,认为无纺布袋比控根容器更适合大叶桂樱容器苗控根。而该结论与朱晓婷的研究结果不同,推测可能是由于不同树种的根系之间存在一定的差异,大叶桂樱比苹果苗木的须根少,控根容器的空气控根孔比较大而稀,不利于大量促发大叶桂樱的须根,苹果苗木须根相对较多,控根容器可以在一定时期内先增加其根系强度而后控制其根系曲折缠绕,因此,控根容器的构造更适合苹果苗木的控根。

4 结论

试验结果表明,对于2年生苹果芽苗,控根容器栽植的苹果苗木的株高、径粗、主根长、侧根数、生物

量、百叶片干鲜质量、百叶面积、叶绿素、根尖数、分叉数、根长密度、根系表面积密度、根系体积密度均大于无纺布袋和营养钵栽植处理。其中,株高、径粗、地上部干质量较无纺布显著增加30.81%、30.12%、49.47%。

综合分析不同类型育苗容器对苹果幼苗生长和生理的影响,筛选出控根容器(直径30 cm×高30 cm)可作为苹果容器苗的最佳育苗容器类型。

参考文献

- [1] 刘志明,孔媛.我国苹果生产现状与品种问题分析[J].甘肃科技,2009(15):1-2.
- [2] 邓丰产,马锋旺,束怀瑞.美国苹果生产新体系[J].西北林学院学报,2009(4):114-117.
- [3] 韩明玉.苹果矮砧集约高效栽培模式[J].果农之友,2009(9):12.
- [4] 马树环.兴城苹果产业发展现状及对策[J].中国园艺文摘,2010(1):49-50.
- [5] 苏世荣.果树容器大苗生产现状、特点及繁育技术[J].山西果树,2010(6):24-25.
- [6] 石红旗,苗峰.试论园林苗木容器化栽培的应用和发展趋势[J].中国园林,2013(1):107-109.
- [7] 姜海波,赵静文,张乃文.不同土表管理措施对梨树根系分布特征的影响[J].植物营养与肥料学报,2014(1):164-171.
- [8] 罗静,易盼盼,王飞.不同矮化中间砧对苹果苗光合特性的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2016(4):177-184.
- [9] 杨素苗,郑辉,齐国辉.土壤含水量对盆栽红富士苹果叶片光合特性的影响[J].河北林果研究,2008(2):179-181.
- [10] 罗飞雄,侯常伟,马丽.不同砧木苹果树细根周转动态的研究[J].园艺学报,2014(8):1525-1534.
- [11] 朱晓婷.农林废弃物发酵基质和容器控根对大叶桂樱容器苗生长的影响[D].杭州:浙江农林大学,2011.

Effects of Container Types on Growth and Eco-physiological Characteristics of Apple Container Seedlings

XU Yunpeng^{1,2}, ZHAO Caiping¹, ZHANG Dong¹, TAN Ming¹, ZHANG Baojuan¹, HAN Mingyu¹

(1. College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Shangluo Silkworm and Fruit Station, Shangluo, Shaanxi 726000)

Abstract: Two-year-old 'Nagafu No. 2'/M26/*Malus robusta* Rehd was used as material in this study, the influences of different types of containers on the growth and quality of apple seedlings were studied. The results showed that, the seedling height, ground diameter, biomass, total root length, the number of lateral roots and total chlorophyll content in root-controlling container were significantly more than that in non-woven bags and that in nutritive bowls. Moreover, there was no deformity root in root-controlling container treatment, which turned to be the optimum seedling container in breeding of two-year-old apple seedlings.

Keywords: apple; containerized seedling; container types; growth index