

国内外育苗基质研究进展

刘帅成, 何洪城, 曾 琴

(湖南省林业科学院, 湖南 长沙 410004)

摘 要:该文在介绍国内外工厂化育苗基质研究现状基础上,对目前育苗基质原料、加工方法及理化性能等做了详细叙述;并提出了工厂化育苗基质发展方向-开发经济环保型及使用方便的生物有机基质。

关键词:工厂化育苗;基质;研究进展

中图分类号:S 604⁺.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)15-0205-04

育苗基质是容器苗生长发育的载体。一些林业发达国家早在 20 世纪 50 年代就投入了大量的人力、物力进行研究,经过 20 多年的探索,认为泥炭藓(Peat moss)和蛭石(Vermiculite)的混合物是容器育苗的理想基质^[1]。欧洲人将泥块压成正方形来种植蔬菜种苗,这种利用泥块或者泥炭块种植种苗是当今穴盘育苗技术的雏形。从 20 世纪 60 年代开始,随着设施农业的快速发展,对于高质量苗木的需求催生了工厂化育苗技术的快速进步。George Todd 发明了泡沫穴盘,康奈尔大学的 Dr Jim Boodley 和 Dr Ray Sheldrake 首先启用了蛭石和泥炭作为育苗基质,为工厂化育苗做了基础性的铺垫。

1 育苗基质研究进展

1.1 国外研究

20 世纪 70 年代中期开始,北美的一些容器苗圃广泛推广,岩棉、聚氨酯类泡沫、玻璃纤维、酚醛塑料及聚酯塑料等固体育苗基质开始被广泛地运用,同时在丹麦、瑞典、芬兰、荷兰等北欧国家也相继出现了工厂化植物生产的雏形^[2],如在丹麦,克里斯麦塞运用工厂化管理方式生产水芹,在维也纳技术大学建成了利用自然光源的玻璃温室植物工厂进行育苗等工作。

随后的几十年,美国、德国、英国、日本等国家也大量先后开展了现代育苗的技术研究和应用,美国从荷兰引进的蔬菜工厂化生产技术单位面积产量达普通栽培的 10 倍左右,且在美国安大略和加拿大魁北克等地还相继发现具有商业意义的泥炭田,工厂化育苗生产逐渐成为一个独立的产业。工厂化育苗在这些农林业发达国家以先进的设备、现代化的工程技术、规模化的生产

以及商品化的经营管理等诸多因素得以快速发展,种苗业的经济效益和社会效益迅速提升^[3],对这些国家和地区的农林业产业调查研究表明,70%的利润来自苗木生产^[1,4-5]。

1.2 国内研究

我国是最早运用育苗技术的国家之一,在基质育苗方面起步较晚。20 世纪 70 年代,温床育苗促进了蔬菜育苗技术的现代化发展。20 世纪 80 年代中期开始,伴随着商品化育苗的发展,我国引进了美国和欧共体的穴盘育苗精量播种生产线。1991 年农业部列工厂化育苗为“八五”重点项目,在此期间,中国农业科学院开展了有机生态型无土栽培的研究,成功把农副产品及其废弃物转化成能提供营养的栽培基质。“九五”期间,育苗基质的研究又是其中一项重要内容^[6]。沈阳、杭州等地建立了工厂化农业示范园,重点发展轻质穴盘育苗。苗木产业近年来已成为我国重要产业之一,并且受土地资源与土壤理化性质的限制,苗木产业对育苗基质的需求量也随之迅猛增长^[7]。目前,我国制定了不同育苗基质的混配方法,掌握了对育苗基质理化性质的测定方法,进一步完善了穴盘苗的质量标准。

2 育苗基质原料

工厂化育苗最关键的要素就是选择合适的育苗基质。最先使用的基质为岩棉,底部铺设织布供应营养液。20 世纪 60 年代,美国康奈尔大学研制的复合基质以及加利福尼亚大学的维生素 C 培养土都以岩棉为育苗基质,康奈尔大学还开启了蛭石和泥炭在育苗基质上的运用。城市废料^[8]及河流污泥^[9]都曾作为穴育苗基质育苗,效果较理想。到 20 世纪 70 年代,Pause Jovi 挖掘了草炭(泥炭)在无土栽培中的使用,但在随后的研究中发现,草炭(泥炭)单一基质的栽培效果不如混合基质的栽培效果好^[10]。如美国常用 1:1 或 2:1 细泥炭与

第一作者简介:刘帅成(1966-),男,高级工程师,现主要从事良种选育及生物育苗基质等研究工作。E-mail:825492578@qq.com.

基金项目:湖南省林业厅科技创新基金资助项目(2014-1-4)。

收稿日期:2014-04-24

蛭石的混合物作基质,草炭:蛭石 2:1 的育苗基质配方也随之被广泛运用。日本还发明了一种专用育苗钵块,钵块的材料可以是岩棉、草炭、椰壳发酵物等。种子直接可播入钵内,覆盖基质后用水喷湿^[11]。瑞典 BCC 公司利用森林林地树叶堆积物制作基质,用于苗木培育。到 20 世纪 80 年代后期,国际上的无土栽培技术水平已经大幅度提高。

自 20 世纪 80 年代以来,国内学者对不同树种容器苗的培养基质等进行了研究^[12-13],煤渣和沙粒是中国最早的无土栽培基质。目前常应用于配置基质的原料,多以有机物料为主,如草炭、腐熟秸秆、炭化砻糠、有机肥、菇渣等,辅之以部分无机物料,如蛭石、珍珠岩、岩棉、炉渣灰、细砂等。这些基质生理生化特性不同,各有优缺点^[14]。草炭是国内外公认的良好容器育苗基质,在花卉和林木育苗中都取得了很好的试验效果并得以推广^[15],但其酸性较强,通常要与蛭石、炉渣灰等混合使用。炭化砻糠也是上好的基质原料之一,但因 pH 值偏高也需要与其它基质材料配合使用。有机肥富含有机质且理化性质适宜,是较理想的育苗基质。珍珠岩持水量大,其碱性强同样也需要与其它基质混用。岩棉基质通气性及吸水保水性好,但岩棉中游离的酚可直接进入栽培植物中进而对人体产生危害,且废弃的岩棉不能自行分解,排入土壤导致地下水受到污染^[16]。

有研究表明,在泥(草)炭或珍珠岩中添加砻糠或锯木屑作为种植波丝菊和万寿菊的基质,对植物生长和开花的效果与泥炭+珍珠岩的基质很相近^[17];锯木屑与农家有机肥都是较好的基质原料,能够提供持久的肥力^[18];棉籽壳、玉米秸秆为主的育苗基质可利于番茄的生长^[19];早在 1988 年,南京农业大学和江苏大学就合作研发了芦苇末有机基质作为当时的一种新型育苗基质^[20]。程斐等^[21]、李萍萍等^[22]研究结果还表明,芦苇末进行生物发酵处理后,加入常规原料混合作为平菇等蔬菜的栽培基质,比草炭(泥炭)+蛭石混合基质产量还高。

近几年,国内不少学者也积极开展了新型基质的研发。山核桃薄壳与豆粕和碳化稻壳混合、树皮粉碎浸泡后添加泥炭藓和蛭石^[1]、绿化植物废弃物以及中草药为原料的基质配方均具有较好的效果^[23-25]。

3 基质加工方法

在基质的配制上,结合基质的理化性质,重点从通气性、持水性和阳离子交换能力等方面考虑,一般以 1~2 种材料为骨架,通常是 1:1 或 2:1 的草炭(泥炭)和蛭石,2:1 的草炭(泥炭)和珍珠岩或者 4:1 的腐殖树皮和珍珠岩,建立骨架后加入肥料和多种添加剂进行调节。基质在使用过程中要注意添加氮素肥料。一般的

制作过程为基质骨架原料粉碎;筛分;加料混合;堆肥;腐熟物料筛分;定量灌装后封口待售。最新出现的压缩饼圆型育苗基质也正日渐推广,这种基质在制作时加入了缓释全肥,经干燥压缩后,体积非常小(类似压缩毛巾),非常便于远距离运输和销售。

4 基质的理化性能

4.1 基质物理性质的研究

基质的物理性质主要反映基质的保水性、透气性及其重量大小。反映基质物理性质的主要指标有容重、比重、总孔隙度、通气孔隙度与持水孔隙比、粒径大小等。

4.1.1 基质的容重 容重是指单位容积基质的重量,用 mg/mL 或 g/L 表示。反映了基质的疏松程度及支撑作物能力的高低。容重过大,基质过于紧密,通气性及透水性差,不利于根系的生长发育,反之基质疏松,通透性好,但粘合力不足无法很好的固定根系,持水性差不利于苗木生长。Klock 等^[26]研究指出,穴盘育苗基质的适宜容重为 0.3~0.75 g/cm³。而浇水后的容重以 670~1 260 g/L 为宜。

4.1.2 基质的比重 比重指出去孔隙体积,单位体积内基质的干物质重与同体积水重的比值,常用 g/cm³ 或 g/m³ 表示,基质的比重与其矿物质组成和有机质含量有关。通常颗粒小,矿物质多,基质的比重大。0.5~5 mm 粒径的基质对苗木育苗效果较好。

4.1.3 基质的总孔隙度 总孔隙度是指基质中水和空气孔隙的占基质体积的百分数。可作为基质保水、透气性能的重要指标。通气孔隙多的基质,空气含量高,但过多会使苗木处于缺水状态,且对苗木固定作用差,易倒伏;反之,基质的持水孔隙过多,支撑作用得到保证,但由于水分空气的不足,植物根系生长能力弱,抗性也弱^[27]。二者比例不平衡都会影响植物根系的生长。适合苗木生长的基质须保持含水量和空气含量的平衡。最适宜的孔隙状况是通气孔隙与持水孔隙比在 1:(2~4)范围内为宜,这样的基质能提供 20% 的空气和 20%~30% 的易利用水。基质分类中,大孔隙占 5%~30% 的为中等孔隙度,大于 30% 为高孔隙度,小于 5% 为低孔隙度。混合基质的总孔隙度以 60%~90% 左右为宜。

4.1.4 基质的粒径 粒径是指基质颗粒直径的大小(用 mm 表示),基质粒径的大小直接影响着基质的容重、总孔隙度以及通气孔隙与持水孔隙比。对于同一种基质,粒径越大,颗粒越粗,容重越小,通气孔隙与持水孔隙比越大,当粒径增大到一定程度,容重则增加。相反粒径越小,颗粒越细,容重越大,通气孔隙与持水孔隙比越小。研究表明 0.5~2.5 mm 粒径的砂体体积占总体积的 60% 左右为宜^[28]。

4.2 基质化学性质的研究

基质的化学性质主要反映了基质供应养分的能力,其化学稳定性表现为基质是否容易发生化学变化,主要受基质化学性状的影响。

4.2.1 基质 pH 值对矿质元素有效量的影响 基质 pH 值是指基质溶液中 H^+ 离子浓度的负对数,直接受组成基质的化学组分影响。基质酸碱度对植物的影响主要表现为 2 方面:植物对基质酸碱度的要求不同,可分为喜酸植物和喜碱植物,而植物的根系生长则要求中性或者微酸性;基质酸碱度影响养分的形态和有效含量,有效含量即植物可直接吸收利用的养分含量,大量元素在 pH 为 6.0 时有有效量最大,有效磷含量随 pH 值降低而提高,但 K、Ca、Mg 等元素的浓度会随 pH 值的降低有所下降,同时还易出现 K、Ca、Mg 沉淀。微量元素 pH 为 5.0~6.5 最有利于植物根系吸收^[29],在 pH 为 7.0 以上时易出现缺铁症状,pH 为 8~10 左右时易出现缺锰、磷症状。除少数作物偏好酸性环境(pH 4.5~4.8)外,基质 pH 值保持在 5.8~7.0 较为合理。

4.2.2 基质阳离子交换量(CEC)的研究 基质的阳离子交换量(CEC)指基质含有可代换性阳离子的数量,以 100 g 基质交换吸收阳离子的毫克量数来表示,一定程度上也影响基质的 pH 值。植物对水分的吸收、蒸发以及营养液的浇灌都会使得原本的 pH 值发生改变,而阳离子交换量反映出基质对养分离子的吸附能力及其释放并供植物吸收利用的能力,即能影响基质缓冲性能的因子。阳离子交换量大的对 pH 值的缓冲性能也大,反之则小。基质的 CEC 差异很大,有机基质高,无机基质一般非常低。据此一般将基质分为 2 类:一类有阳离子交换量性能,如木屑、草炭、堆肥等;另一类几乎无阳离子交换量性能或其能力很弱,如岩棉、蛭石、砂等。作为对基质 pH 值变化的缓冲能力的体现,保持适中的 CEC 值,才能符合植物生长发育所需。通常情况下,适宜范围在 10~100 me/100cm³,小于 10 me/100cm³ 属低,阴阳离子交换量偏低,导致缓冲能力下降,养分流失,大于 100 me/100cm³ 属高,影响营养液组分。

4.2.3 基质的化学成分和可溶性盐 基质中的成分首先要化学成分比较稳定,在此前提下,既要含有植物生长必须的 N、P、K、Fe、Mg 等营养成分,又要所含成分不会因浓度过高而产生毒害,同时还要不含有害物质和污染物质。当前育苗基质多为混合基质,主要成分为有机物和无机物 2 部分。有机物主要是一些植物残体,如泥炭、麦糠、锯末、农作物秸秆、甘蔗渣等,其组分大体可分为易被分解的物质、有毒物质以及不易分解物质。木质素和腐殖质等属于不易分解物质,这类物质最稳定。这些有机物材料在使用前必须经过充分的腐熟沤制,使其

转变为不易分解的物质使用。无机物质主要是珍珠岩、蛭石和云母类矿物等化学稳定性较好的物质^[30]。基质组分中的可溶性盐含量影响基质的组分配比及元素的有效态含量,如基质中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的有效量由 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 等离子的浓度决定,需防止基质营养液中微量元素的含量因基质中某一阳离子含量过高而发生沉淀或络合,从而影响其有效性^[31]。基质中可溶性盐含量不宜超过 1 000 mg/kg,最好小于 500 mg/kg。

4.2.4 基质的电导率 基质的电导率(EC 值)指未加入营养液前本身具有的导电能力,直接影响营养液的平衡,一般用 mS/cm 来表示,反映了基质中可溶性盐含量以及可电离盐类的溶液浓度,电导率越高表明基质中所含有的可溶性矿物质越丰富。基质中可溶性盐适宜范围为 500~1 000 mg/kg,过高会对植物产生胁迫;EC 值在 0.5~1.25 mS/cm 之间,过高需要进行淋洗,过低便需进行浇灌营养液或施肥^[32]。

4.2.5 基质的 C/N 比 C/N 比指土壤和有机肥料中碳含量与氮含量的相对比值。有机基质的降解速率与 C/N 有很大的关系,一般的农业生产中,堆肥初始的基质 C/N 比在 20:1 到 30:1 之间比较适宜^[33],当 C/N 超过 30:1 时,有机物的分解受阻,没有腐熟的有机基质可能导致幼苗“烧苗”,严重时可抑制种子发芽,因此需补充氮素,过低则会降低堆肥效果。

5 育苗基质的发展方向

5.1 环境良好且生物可降解有机基质已成为育苗基质研究的热点

近几年,以有机废弃物的利用为主的基质选用已成为基质原料主要选择对象。如今草炭是使用较多的育苗基质,但草炭(泥炭)资源在短时间不可再生,长期使用会造成资源的枯竭。有机废弃物的选用不一定要以草炭(泥炭)为主,可根据废弃物的理化性质进行一定的配比。实现资源的可循环利用,有研究表明,稻草秸秆^[34]、玉米秸秆^[35]、锯木屑、芦苇末、棉籽壳^[18-19,21-22]及草木灰^[14]等在无土栽培中显示出较好的性能。

5.2 基质与营养素功能复合是育苗基质的主要发展方向

树皮^[1]、绿化植物废弃物^[24]、田园土^[36]也逐渐被关注和利用,林下腐殖土有着丰富的枯枝落叶层,而以林下腐殖土为基质主体材料的研究报道极为少见。目前,仅王鹏等^[37]对树木落叶生物机制在园林花卉育苗中的应用做了研究。林下腐殖土取材方便,若对其进行资源化利用,开展新型基质的研究,变废为宝替代价格昂贵的草炭(泥炭)基质材料,不仅符合基质育苗技术发展的要求,而且具有较高的经济效益和环保效应。

参考文献

- [1] 邓煜,刘志峰. 温室容器育苗基质及苗木生长规律的研究[J]. 林业科学, 2000(5): 33-39.
- [2] 陈振德,黄俊杰,翟光辉,等. 蔬菜穴盘育苗复合基质的应用研究[R]. 青岛:青岛市农业科学研究所, 1996.
- [3] Oda M. New seedling production system-play seedlings and grafted seedlings[J]. Research Journal of Food and Agriculture, 1993, 16(2): 14-19.
- [4] 黄科,吴秋云. 无土栽培的现状与展望[J]. 福建农业科技, 2001(2): 14-16.
- [5] Ploger C, Visser A J. Commercial vegetable plant propagation[C]// A course in connection with the "Beijing Vegetable Seedling Producing Project", Development Studies, Netherlands: Agricultural Economics Research Institute, 1988: 62.
- [6] 何伟明,陈殿奎. 不同施肥量水平对穴盘育苗生产的影响[J]. 北京农业科学, 1996(4): 22-24.
- [7] 李华,傅庆林,林义成,等. 农业废弃物育苗基质对红苕叶楠氮磷径流流失的影响[J]. 水土保持学报, 2012(4): 73-76.
- [8] Vavrina C S. Municipal solid waste materials as solid substrate for tomato transplant production[J]. Proceeding of the Florida State Horticulture Society, 1995, 107: 1118-1120.
- [9] Rufus L C, John B M, Henry M C. Effectiveness of digested sewage sludge compost in supplying nutrient for soilless potting substrate[J]. J Amer Soc Sci, 1980, 105(4): 485-492.
- [10] Teicher K, Fischer P. Macro and micro-nutrients in sphagnum peats[J]. Acta Horticulture, 1986, 178: 189-198.
- [11] 崔秀敏,王秀峰. 蔬菜育苗基质及其研究进展[J]. 天津农业科学, 2001, 7(1): 37-42.
- [12] 张纪卯. 不同基质和容器规格对油杉容器苗生长的影响[J]. 福建林学院学报, 2001, 21(2): 176-180.
- [13] 刘克锋,柳振亮,石爱平,等. 黄连木容器育苗及其抗旱性研究[J]. 北京林业大学学报, 2002, 24(2): 27-30.
- [14] 邵文奇,孙春梅,纪力,等. 草木灰蔬菜育苗基质的特性及应用[J]. 浙江农学, 2011(2): 256-258.
- [15] 马海林,马丙尧,刘方春,等. 菇渣用作育苗基质基础材料的研究进展[J]. 山东林业科技, 2010(3): 110-113.
- [16] 赵玉萍,常月帆,夏荣基,等. 蔬菜无土栽培基质形态的研究[J]. 北京农业大学学报, 1990, 16(1): 59-63.
- [17] 谢嘉霖,徐秋华. 波斯菊、万寿菊的稻壳复合基质栽培试验[J]. 江苏农业科学, 2010(4): 188-190.
- [18] 沈爱华,江波,朱锦茹,等. 红苕叶楠容器育苗人工复合生长基质研究[J]. 江西农业大学报, 2009, 31(3): 402-407.
- [19] 余文娟,田雪梅,夏文通,等. 农业废弃物作为番茄穴盘育苗基质配方的筛选[J]. 山东农业科学, 2011(4): 33-35, 38.
- [20] 蒋卫杰,刘伟. 几种农产废弃物作为草炭替代物在无土栽培中的应用[J]. 农业工程学报, 1998, 14(12): 177-180.
- [21] 程斐,孙朝晖,赵玉国,等. 芦苇末有机栽培基质的基本理化性能分析[J]. 南京农业大报, 2001, 24(3): 19-22.
- [22] 李萍萍,朱忠贤,胡永光. 芦苇末在食用菌和蔬菜栽培中的利用技术[J]. 南京林业大学学报, 2000, 24(6): 24-26.
- [23] 吴健平,林义成,赵颖雷,等. 一种用山核桃蒲壳制成的蔬菜育苗基质材料及其制备方法[P]. 浙江: CN103193522A, 2013-07-10.
- [24] 方海兰,彭喜玲,吕子文,等. 用绿化植物废弃物制备育苗基质的方法[P]. 上海: CN102746043A, 2012-10-24.
- [25] 王林武,张元国,杨晓东,等. 一种以中草药渣为原料的育苗基质及其制备方法[P]. 山东: CN103214310A, 2013-07-24.
- [26] Klock K A, Fitzpatrick G E. Growth of impatiens ' Accent Red ' in three compost products[J]. Compost Science and Utilization, 1997, 5(4): 26-30.
- [27] Ingram D L, Henleg R W, Tomas H Y. Growth media for container grown ornamental plants[D]. Florida Cooperative Extension Service, University of Florida, Gainesville, 1991.
- [28] 布云虹,唐兵,耿少武,等. 烟草砂培漂浮育苗技术的研发与规程[J]. 中国烟草科学, 2005, 29(1): 1-6.
- [29] 李斗争,张志国. 设施栽培基质研究进展[J]. 北方园艺, 2005(5): 7-9.
- [30] 李祥云,赵明,高峻岭,等. 穴盘育苗基质的养分供应对蔬菜幼苗生长的影响[J]. 山东农业大学学报, 2002, 33(4): 442-447.
- [31] 时向东,孙军伟,谢晓波,等. 烟草漂浮育苗基质研究进展[J]. 中国烟草科学, 2008(5): 64-68.
- [32] 吴志行,凌丽娟,张义平. 蔬菜无土育苗基质选用理论与技术的研究[J]. 农业工程学报, 1988(3): 20-27.
- [33] 金伊沫,赵立新. 稻草秸秆穴盘育苗基质对番茄秧苗质量影响的研究[J]. 北方园艺, 2005(3): 61-63.
- [34] 侯建伟,姜娜,李霞,等. 用 GGE 双标图研究可再生基质对翠菊幼苗的影响[J]. 东北林业大学学报, 2010, 38(8): 18-21.
- [35] 王虹. 洋葱穴盘育苗基质及水肥耦合效应的研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2006.
- [36] 岳宝寿. 林木容器育苗基质探讨[J]. 山西林业科技, 2013(3): 48-49.
- [37] 王鹏. 树木落叶生物基质在园林花卉育苗中的应用[J]. 北方园艺, 2012(10): 81-83.

Research Progress of Breeding Substrate At Home and Abroad

LIU Shuai-cheng, HE Hong-cheng, ZENG Qin

(Hunan Academy of Forestry, Changsha, Hunan 410004)

Abstract: As for industrial-breeding substrate, its researching development, production of materials, processing methods and physicochemical properties were described in this paper. Finally, based on these researches, a developing directions was proposed: exploiting economical and environment-friendly organic-matter or something convenient to use to substitute for unrenewable resource.

Key words: industrial-breeding; substrate; research progress