

设施栽培基质研究进展

李斗争, 张志国

随着现代化农业的发展和种植业结构的调整以及我国设施园艺的进步和发展, 花卉、蔬菜等高附加值的农业正向现代化、工厂化、规模化、市场化的现代产业转变。无土栽培目前已成为设施农业的重要内容, 也是农业作物工厂化生产的重要形式, 是发展高效农业的新途径。作为无土栽培的基础栽培基质是决定植物根系生长环境的最主要因素。因此, 栽培基质将有良好的发展机遇和广阔的市场前景。

1 栽培基质的发展历史

栽培基质是能为植物提供稳定协调的水、气、肥结构的生长介质。它不仅支持、固定植株, 而且更重要的是充当“中转站”的作用, 使来自营养液的水分、养分得以中转, 植株根系从中按需选择吸收。另外, 还可以通过栽培基质来调节植株根部的水气比例, 基质合理的大小孔隙比是作物良好生长的保障。因此, 基质的研究是无土栽培的第一步, 同时也反映了无土栽培的水平。国内外对此给予了充分重视。

1.1 栽培基质研究的历史

栽培基质的研究史实际上也是固体基质栽培的发展史。关于无土栽培的起源问题, 不同的文献有不同的记载。

1840年, 德国化学家 LIEBIG 的矿质营养学说的提出, 为无土栽培提供了理论基础。栽培基质的研究真正始于 1860 年 J. Boussingault and Salm-Horstmarin 的研究; 发展始于 1968 年丹麦 Grodan 公司开发的岩棉 (Rockwool) 栽培技术和 1973 年英国温室作物研究所的 NFT 技术。砂砾是最早的栽培基质, 以后扩展到石砾、陶粒、珍珠岩、岩棉、硅胶、海绵 (尿酸)、碱交换物 (离子交换树脂), 如斑脱土、沸石及合成的树脂材料等、泥炭、锯末、树皮、稻壳、酚醛泡沫和混合基质。

1.2 栽培基质研究的现状

现阶段, 基质的研究可归纳为基质与植物营养供应的关系, 基质与栽培技术, 基质与水分、养分、空气利用的关系, 基质的混合利用和重复利用等^[1]。Nicole De Ruin 等 (1998) 从基质的孔隙度、pH、可利用水量、产量、养分平衡性等方面对几种混合基质进行了评价, 并推荐了各种基质的栽培技术^[2]。Prasad M and Maher M. J (1993) 报道了泥炭的各种理化性质。他认为泥炭质地较轻, 持水性强, 并且具有较好的结构和较稳定的化学性质。而目前大型专业化育苗工厂大多采用 20 世纪 60~70 年代的基质配方, 如美国康奈尔大学 60

年代研制开发的 4 种混合基质配方, 加利福尼亚大学的 VC 培养土, 英国温室作物研究所开发的 GCRI 混合物以及荷兰的岩棉、泥炭等^[3]。

目前, 我国设施农业现代化水平较低, 基质研究尚未达到实用阶段, 对基质的研究仅停留在用植物长势和产量来评价基质优劣的水平上, 即各种基质的比较选用上^[4], 而对基质的结构 (颗粒粒径、形状、孔隙度)、结构的保持、水分养分的运移及配套的营养液管理技术等关键要素缺乏系统的研究。

2 栽培基质的研究内容

2.1 基质原材料的选择及分类

可用于栽培和育苗的基质有多种, 可以因地制宜, 就地取材。常用的有砂、珍珠岩、蛭石、岩棉、泥炭、锯木屑、稻壳、泡沫塑料等。基质的分类没有统一的标准, 分类方法较多, 下面介绍几种常见的分类方法。

2.1.1 按基质的来源分类 可分为天然基质和人工合成基质两类。如砂、石砾等为天然基质, 岩棉、泡沫塑料、多孔陶粒等为人工合成基质。

2.1.2 按基质的组成成分分类 可分为有机基质和无机基质两类。砂、石砾、岩棉、蛭石、珍珠岩等是由无机物组成的, 为无机基质; 泥炭、锯末、稻壳、树皮等是由有机残体组成的, 为有机基质。

2.1.3 按基质的性质分类 可分为惰性基质和活性基质两类。惰性基质是指基质本身不起供应养分作用或不具有阳离子代换量的基质; 活性基质是指具有阳离子代换量或本身能供给植物养分的基质。砂、石砾、岩棉、泡沫塑料等本身既不含养分也不具有阳离子代换量, 属于惰性基质。而泥炭、蛭石等含有植物可吸收利用的养分, 而且具有较强的阳离子代换量, 属于活性基质。

2.1.4 按基质使用时组分不同分类 可分为单一基质和复合基质两类。单一基质是指以一种基质为生长介质的, 如砂培用的砂。所谓复合基质是指由两种或两种以上的基质按一定比例混合制成的基质。生产上为了克服单一基质可能造成的容重过轻、过重、通气不良或过于疏松等弊端, 常将几种基质混合, 制成复合基质使用。结构控制比较好的基质可以单独使用, 也可以根据生产需要与其它基质混合使用。使用者可灵活选择和调配。

2.2 基质的物理性质

对作物生长有较大影响的基质物理性质主要有容重、总孔隙度、持水量、大小孔隙比及颗粒大小等。

2.2.1 容重 指在自然垒结状态下, 单位体积基质的重量, 用 g/L (克/升) 或 g/cm³ (克/立方厘米) 来表示。基质的容重反映了基质的疏松、紧实程度。不同基质的容重相差很大, 同一基质由于受到压实程度、颗粒大小的影响, 其容重也存在很大的差异。容重太大, 则基质过于紧实, 通气透水性差, 不利于种苗生长; 容重过小, 基质疏松, 通气性好, 有利于根系的伸展, 但不易于固定根系, 且持水保肥能力较差, 也不利于种苗

的生长。一般基质容重在 $0.1 \text{ g/cm}^3 \sim 0.8 \text{ g/cm}^3$ 范围内, 最好为 0.5 g/cm^3 (克/立方厘米), 种苗生长较好^[9]。

2.2.2 总孔隙度 是指基质中所有孔隙(持水孔隙和通气孔隙)的总和, 以相当于基质体积的百分数(%)表示。总孔隙度大的基质较轻而疏松, 有利于植物根系生长, 但对根系的支撑作用较差, 植物易倒伏。例如, 蔗渣、蛭石、岩棉等的总孔隙度在 90%~95% 以上; 总孔隙度小的基质较重, 水气的总容量较小, 如砂的总孔隙度约为 30%。因此, 为了克服单一基质总孔隙度过大或过小所产生的弊端, 在种苗生产上常将 2~3 种不同颗粒大小的基质混合制成复合基质使用, 复合基质的总孔隙度以 60% 左右为宜^[9]。

2.2.3 大小孔隙比 大孔隙是指基质中空气所能占据的空间, 也叫通气孔隙; 小孔隙是指基质中水分所能占据的空间, 又称持水孔隙。大小孔隙比是指通气孔隙和持水孔隙之比。大小孔隙比能够反映出基质内水、气之间的状况。大小孔隙比大, 说明空气容量大而持水容量小, 基质透气性好, 但易缺水干旱, 需增加灌溉次数, 且每次灌溉量不宜太大; 反之, 空气容量小而持水量大, 说明基质透气性较差, 不利于种苗生长。大小孔隙比在 1:1.5~4 范围内植物都能良好生长。

2.2.4 颗粒大小 基质颗粒大小直接影响着容重、总孔隙度和大小孔隙比。颗粒大小用颗粒粒径(mm)来表示, 对于同一种基质, 颗粒越粗, 总孔隙度越小, 大小孔隙比越大; 反之总孔隙度越大, 大小孔隙比越小。但是基质容重随着颗粒粒径的增大而逐渐减小, 但颗粒粒径增大到一定程度, 容重又随粒径的增大而逐渐增大。为了使基质既能满足根系吸水的需要, 又能满足根系吸收氧气的要求, 基质颗粒不能过粗或过细。过粗, 通气性较好, 但持水性较差, 要求灌溉次数增加; 太细, 虽然持水性较高, 但通气不良, 水分在基质内积累, 易沤根导致根系发育不良。

2.3 基质的化学性质

对作物有较大影响的基质的化学性质, 主要有基质的化学组分及由此引起的化学稳定性、酸碱性、阳离子代换量、电导率和缓冲能力。

2.3.1 基质的化学稳定性 是指基质发生化学变化的难易程度。基质要求有较强的化学稳定性, 以减少其对营养液平衡的影响。基质的组成成分不同, 其化学稳定性存在较大的差异。由无机矿物构成的基质如砂、石砾等, 若其由石英、长石、云母等矿物组成, 化学稳定性最强; 由角闪石、辉石等组成的次之; 而以石灰石、白云石等碳酸盐矿物组成的化学性质最不稳定, 产生的 Ca、Mg 影响营养液平衡。由植物残体构成的基质, 如泥炭、木屑、稻壳、甘蔗渣等, 其组成成分复杂, 对营养液的影响较大。其组成成分大体可以分为三类, 一类是易被微生物分解的物质, 如糖、淀粉、有机物等; 一类是有毒物质, 如某些有机酸、酚类、丹宁等, 毒害根系; 还有一类是不易分解物质, 如木质素、腐殖质等, 这类物质最稳定, 使用时最安全。如泥炭和经过堆沤处理后腐熟了的木屑、树皮、甘蔗渣等。作为栽培基质, 含第一、第二类物质较多的基质不经处理是不能直接使用的, 比较安全的办法是要将其沤制腐熟后再使用, 堆

沤是为了消除基质中易分解物质和有毒物质, 使其转变成以难分解物质为主体的基质。

2.3.2 基质的酸碱性(pH) 不同基质其酸碱性各不相同, 有酸性、碱性和中性。栽培基质的酸碱性应保持相对稳定。如果是无土基质, pH 应稳定在 5.4~6.0 之间; 如果栽培基质中掺有大于 20% (体积含量) 的矿物质, pH 应稳定在 6.2~6.8 之间^[7]。使用初期, 基质的 pH 会发生波动, 但波动幅度不宜过大, 否则将影响营养液成分的有效性和植株的生长发育。

2.3.3 阳离子代换量(CEC) 在一定酸碱度下, 基质含有可代换性阳离子的数量称阳离子代换量。通常在 pH 为 7 的条件下测定, 以 100 g(克) 基质代换吸收阳离子的毫克当量数来表示。有些基质几乎没有阳离子代换量, 有些却很高。基质的这种作用能很好的保存营养液的有效元素, 减少损失, 同时对酸碱反应有一定的缓冲作用, 另一方面, 它影响营养液的平衡, 使管理者难于控制营养液的组成。

2.3.4 电导率(EC) 电导率是指基质未加入营养液之前, 本身具有的电导率, 一般用西门子/厘米来表示, 它表明基质内部已电离盐类的溶液浓度。反映基质中原来带有可溶性盐分的多少, 它直接影响营养液的平衡。使用基质前, 应对电导率了解清楚, 以做出适当的处理。但电导率只反映盐分总量, 作为大概了解是可以的, 要知道其中的具体化合物的组成, 则要进行逐项的化学分析, 这对大规模使用一种新的基质是必要的。

2.3.5 基质的缓冲能力 是指基质中在加入酸碱物质后, 基质本身所具有的缓和酸碱变化(pH 值) 的能力。缓冲能力的大小, 主要由阳离子代换量以及存在于基质中的弱酸及其盐类的多少决定的。一般阳离子代换量高的, 缓冲能力就大。含有较多碳酸钙、镁盐的基质对酸的缓冲能力大, 含有较多腐殖质的基质对酸碱两性都有缓冲能力。在常用基质中, 植物性基质都有缓冲能力(如泥炭), 矿物基质缓冲能力都很弱。基质缓冲能力的大小不能用理论计算出来, 但可通过加入定量的酸或碱后, 测定其 pH 值的变化来求出。

2.4 基质评价指标的选择

2.4.1 栽培基质在组分种类上的评价指标 配制配方基质的组分应越少越好, Anon 认为基质组分在数量上最好不要超过 3 个

2.4.2 栽培基质的经济评价指标 基质的经济评价指标取决于它们的易得性及它们的成本。好的基质应容易获得, 且使用时包括基质组分费用、基质配制、运输及贮存在内的各项费用应最低。

2.4.3 栽培基质的理化性质及生物特性上的评价指标 张德威等认为, 基质栽培的关键是基质种类的选择, 并从基质的容重、吸水保水性能、pH 值、C/N 比以及离子交换特性等方面研究了稻谷壳灰、锯木屑、棉籽壳的理化性质, 并从它们的理化性质的差异, 评价了不同基质的优劣^[8]。刘怀屹等则对基质的热特性包括容积热容量、导热率和导温率及地面热通量等进行了测定。研究表明, 导温率越大, 则昼夜和年的温度变化所能达到的深度就越大, 即温度波能传到较深层; 表面热通

量越大,则昼夜或热冷季的温度变化越缓和,对牡丹等花卉的生长、开花较为有利。

2.5 基质的重复利用

基质结构在灌溉和植物根系作用下会有所改变,同时根系分泌物和盐分积累,以及可能存在病原菌或害虫虫卵或幼虫等,因此,基质要重复利用应该进行一些处理,如结构重组、水分淋洗、消毒等。消毒措施有蒸汽消毒,溴甲烷、福尔马林、氯化苦消毒等,但尚没有经济可靠的大批量基质消毒的办法。

3 基质研究的展望

3.1 展望

基质栽培改善了作物的生长环境,水、肥、气得到了合理供应,使其产品产量高,品质好。在产品外观、颜色、质地、风味和营养成分等方面都比土壤栽培的好。另一方面,基质栽培克服了土壤栽培中存在的土壤次生盐渍化,营养难于控制,病虫害难于预防,生产操作繁重等诸多弊端。因此,进行基质栽培是现代设施农业发展的大势所趋。作为基质栽培的基础,基质的重要性可见一斑。基质良好的理化性状是基质栽培基础的基础,同时,开发的基质应该适应不同设施档次,不同地域,不同作物,以成本低,效果好,管理方便为标准,并与该基质和营养液管理配套,联合推广。以目前的趋势发展,未来几年内,基质栽培将占设施面积的一半以上,基质具有广阔的市场前景。

3.2 重点研究的问题

3.2.1 基质的结构研究 是指基质理化性状参数的研究。基质良好的理化性状是作物良好生长的保障。对基质结构的研究不仅是基质标准化生产的基础,也是营养管理的依据和基质重复利用的前提。这方面的系统研究将是一种创新和突破。

3.2.2 基质的生产工艺 既如何按照参数控制基质结构形成的技术。目前,我国已加入 WTO,以工厂化生产技术为代表的产业结构的调整势在必行,而工厂化生产要求其生产的各个环节都要进行标准化、规模化。基质的生产技术及生产工艺应该适应这种标准化、规模化、工厂化的要求。基质的结构应该是团聚体结构,这种结构有利于水分的吸收、排放,通气,根系的伸长和结构的稳定。

3.2.3 基质栽培中根际营养的研究 虽然不像土壤栽培中那样,普遍存在环境胁迫,如养分、水分、盐碱、温度等胁迫,且基质中养分只有速效养分,但植物是如何适应充足的水分养分供应的?特别是有些养分如钾、钙、铁的含量远远超过土壤

的含量,甚至是土壤的上百倍。植物的根际营养和根际微生物及根系分泌物是如何调节植物养分的?这些研究工作都是很有意义的^[9]。

3.2.4 基质的水肥管理技术 在设施栽培的气候环境和营养环境下,植物的营养生理也有其特点,特别是在高产管理和使用设施专用品种的情况下,植物的营养生理特征不同于露地栽培。因此,营养液的配制技术(包括配方);灌溉技术(频率、灌溉量);监测调整技术(植株、营养液回收液的监测调整);设施营养诊断技术;适合灌溉的园艺用肥料(高浓、全溶复合肥)研制等将是基质研究和应用的重点。

4 结束语

随着我国设施园艺的发展和种植业结构的调整,设施基质栽培必将在全国各地迅速发展。而栽培基质的研制、开发与利用也必将随之有大规模的发展。目前,栽培基质方面的文献报道正迅速增多,但我国基质研究正处于起步阶段,大量实质性实用性的工作有待于科学工作者进一步的探讨。栽培基质的研制越来越受到国内外科学家的重视,不久的将来必将会对它有更深入的见解和认识。

参考文献:

- [1] Guda, Schnitzler, Roeber. The influence of organic Substrate on growth and physiological parameters of Vegetable seedlings[J]. Acta hort, 1997, 450: 487~494.
- [2] Nicole De Rouin, Jean Caron, Jean E, Parent. Influence of some artificial substrate on productivity and DRIS diagnosis of greenhouse tomatoes[J]. Acta hort, 1998, 221: 45~52.
- [3] 李式军,高祖明,等.现代无土栽培技术[M].北京:北京农业出版社,1998.
- [4] 汪羞德,王方桃,田吉林,等.设施栽培基质选择试验[J].中国科学院南京土壤研究所国际学术研讨会论文集,设施农业相关技术,1998, 235~247(中国苏州).
- [5] 王明启.花卉无土栽培技术[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,2001.
- [6] 高丽红.无土栽培固体基质的种类及理化特性[J].温室园艺,2000, 10(7): 23.
- [7] David Wm. Reed. Water, Media, and nutrition for Greenhouse Crops[M]. 1996, 96.
- [8] 张德成.几种无土栽培基质的理化性质[J].浙江农业学报,1993, 5(3): 166~171.
- [9] 张福锁.环境胁迫与植物根际营养[M].北京:中国农业出版社,1998, 8~10.

(山东农业大学资源与环境学院,泰安 271018)

欢迎订阅《吉林蔬菜》

《吉林蔬菜》由吉林省蔬菜花卉科学研究所主办,是北方地区唯一的蔬菜专业性刊物。荣获全国优秀农业期刊和吉林省一级期刊。植根北方,面向全国,影响较大。《吉林蔬菜》内容丰富,科学实用,广告精彩绝伦。每期附赠相关页码,加页不加钱,每期定价仍为 5.00 元,双月刊,全年 6 期,总订价

30.00 元。凡订全年杂志者有奖,赠送精美包装的蔬菜良种。大好商机,机会不容错过。全国各地邮局均可订阅,邮发代号 12—151。如果在当地邮局错过订阅时间,可随时通过邮局汇款到编辑部订阅。

地址:长春市自由大路 6152 号《吉林蔬菜》编辑部收

邮编:130033

电话(传真):(0431)4643043 转 8103

E-mail:jlshucui@163.com