

# 基质在热带兰栽培过程中的养分释放研究

许 杰, 林 电, 林 建 明

(海南大学 农学院, 海南 儋州 571737)

**摘 要:**采用 PT 法探究几种常见热带兰栽培基质有效氮、磷、钾释放及 pH 变化情况。结果表明:整个试验阶段所有处理基质 pH 变化在 5.24~6.88, 适合大多数花卉生长, 水苔受外界环境影响最大, 有着较大的 pH 变化, 不适宜热带兰长期栽培。各基质的养分释放并不是按一定规律来进行, 混合基质养分释放量低于纯基质, 混合基质可以避免纯基质养分释放量大的弊端。 $\text{NH}_4^+-\text{N}$  的释放遵循类似“U”型曲线变化, 火山石与松树皮混合有利于  $\text{NO}_3^--\text{N}$  的释放。前 60 d 内, A 与 B 处理磷的释放变化较大, 60 d 后磷含量表现为下降变化, 直至趋于平缓, 不过混合基质整体磷含量水平较低。A 与 B 处理的钾释放量分别在第 15 和 45 天降至平缓释放水平, 以后一直维持在该平缓水平上释放钾。

**关键词:**热带兰; 栽培基质; 有效养分; 释放

**中图分类号:**S 682.31 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)02-0154-05

栽培基质为花卉及其根系提供支持和固定作用, 并且提供花卉生长所需水分、空气及养分等, 构成花卉根部的微环境。基质的选择是花卉无土栽培成功与否的关键<sup>[1]</sup>。目前, 国内外使用的基质分为无机基质、有机基质和混合基质, 从基质的研究和生产实践现状来看, 混合基质将是今后发展的方向。作为养分动态变化系统的混合基质, 由于其成分复杂, 在设施栽培条件下, 有机成分的分解、释放及吸收机理不明<sup>[2]</sup>, 目前国内尚没有关于该方面的确切报道, 可能会给花卉营养精确调控和营养液的回收再利用带来困难。该试验旨在初步探究热带兰的栽培基质在设施栽培过程中大量养分元素的释放, 为热带兰花栽培的养分管理研究打下基础, 并提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于 2010 年 8 月至 2011 年 2 月在海南大学儋州校区农学院实习基地塑料大棚进行。选取海南省热带兰盆栽常见材料火山石、松树皮、椰壳和水苔为试验材料。

### 1.2 试验方法

试验按照不同基质和比例进行搭配组合, 其中以火

山石为基础基质, 由其它 3 种基质材料按照不同比例与之组合(表 1), 置于规格为 13 cm×12 cm 黑色塑料营养钵内。每处理设 5 次重复, 安置在基地兰花塑料大棚内, 模拟热带兰实际栽培环境, 对其进行统一、同标准的浇水操作管理。

表 1 不同组合基质编号及组成成分比例(体积比)

处理	火山石/%	水苔/%	椰壳/%	松树皮/%
CK <sub>1</sub>	100	0	0	0
CK <sub>2</sub>	0	100	0	0
CK <sub>3</sub>	0	0	100	0
CK <sub>4</sub>	0	0	0	100
A <sub>1</sub>	50	50	0	0
A <sub>2</sub>	33	66	0	0
A <sub>3</sub>	25	75	0	0
A <sub>4</sub>	66	33	0	0
A <sub>5</sub>	75	25	0	0
B <sub>1</sub>	50	0	50	0
B <sub>2</sub>	33	0	66	0
B <sub>3</sub>	25	0	75	0
B <sub>4</sub>	66	0	33	0
B <sub>5</sub>	75	0	25	0
C <sub>1</sub>	50	0	0	50
C <sub>2</sub>	33	0	0	66
C <sub>3</sub>	25	0	0	75
C <sub>4</sub>	66	0	0	33
C <sub>5</sub>	75	0	0	25

### 1.3 取样方法

取样方法参照 PT 法基质理化性质的快速测定方法<sup>[3]</sup>对样品进行处理取样。此法在国外应用比较广泛。该试验的具体操作为, 定期用去离子水(pH 6.5)500 mL

**第一作者简介:**许杰(1985-), 男, 在读硕士, 现主要从事土壤与植物营养研究工作。E-mail:foreverxj726@yahoo.cn。

**责任作者:**林电(1967-), 男, 博士, 教授, 现主要从事热带土壤与植物营养研究工作。E-mail:lindian5519@yahoo.com.cn。

**基金项目:**海南大学热带作物遗传育种与生态保育创新人才培养基金研究生科研资助项目(YJS-2011-0215)。

**收稿日期:**2011-10-26

对各处理进行淋洗,淋洗之前要保证各基质初始含水量均保持一致(均达到饱和),淋洗过程要注意均匀,淋洗时间保持在 10 min 左右。在各处理营养钵下放置收集淋洗液容器,定期收集淋洗液,供室内分析各指标用。

#### 1.4 项目测定

PT 法所收集淋洗液有效养分分析采用土壤农化分析常用方法<sup>[4]</sup>,pH 用电位法, $\text{NH}_4^+$ -N 用  $\text{MgO}$ -蒸馏法, $\text{NO}_3^-$ -N 用紫外分光光度法,磷用钼锑抗比色法,钾用火焰光度法。数据及图像运用 Excel 2003 生成。

## 2 结果与分析

### 2.1 pH 变化

栽培基质 pH 是基质化学性质的一个重要指标,它不仅会影响基质养分的有效性<sup>[5]</sup>,还会影响到基质中微

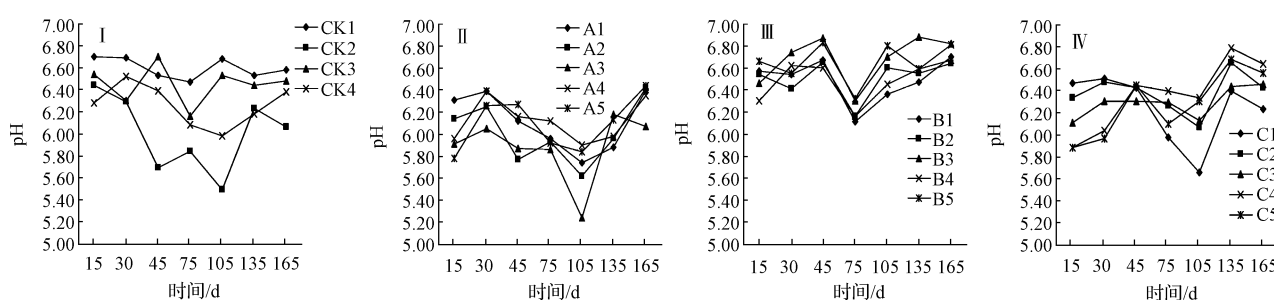


图 1 各处理 pH 值的变化

在混合基质中,图 1-II 表明, $A_1 \sim A_5$  处理在试验前 105 d 里各 pH 整体呈下降状态,其中  $A_3$  达到最低值(pH 5.24)。之后至试验结束,均呈升高状态,且最高值为  $A_2$ (pH 6.41)和  $A_5$ (pH 6.43)。而(图 1-III) $B_1 \sim B_5$  在试验前 45 d 内,各处理 pH 总体表现为升高状态,在第 45~75 天内,各 pH 又呈下降变化,且达到各自试验中最低值。另外, $B_3$  和  $B_4$  处理在整个试验过程中的 pH 总体水平平均高于其余处理。据杨振华<sup>[10]</sup>的研究,椰壳气/水比达到 1.85,树皮气/水比 2.63 显著高于水苔。尽管如此, $B, C$  组合与  $A, D$  组合相比较,pH 在达到最低值时的组合还是火山石-水台体系,表明基质在大棚盆栽的过程中,其腐烂进程除了与其特定的孔隙度影响微生物作用以外,还与其自身材料的特性有关。相比之下,在相同环境条件之下,椰壳和树皮比水苔更加稳定。 $C_1 \sim C_5$  中(图 1-IV),pH 变化幅度大小顺序为: $C_4 > C_1 > C_5 > C_2 > C_3$ 。对于 3 种混合基质,pH 整体水平比较为: $B > C > A$ ,变化幅度关系为: $A > C > B$ 。

尽管各处理在试验过程中,pH 有所变化,但是变化幅度总体都比较小,且变化范围也均在绝大多数花卉生长适宜 pH 值范围。

### 2.2 有效氮含量变化

微生物在栽培基质的微环境中,将难以被植物吸收利用的有机态氮转化成可被植物直接吸收利用的无机态氮,丰富的微生物可以加快有机质的分解,提供植物可吸收的硝态氮和铵态氮<sup>[11-12]</sup>,以及微生物代谢产物,

生物活动、有机质分解以及营养元素的释放与转化<sup>[6]</sup>,基质酸碱性也是影响作物生长发育的重要化学特性,通过对基质环境 pH 变化情况的掌握,进行必要及时调整,使其适应花卉的正常生长。图 1 表明,该试验所有基质 pH 在 5.24~6.88 之间,适合绝大多数花卉生长<sup>[7]</sup>。

试验结果(图 1-D)表明,各纯基质( $CK_1 \sim CK_4$ )整体 pH 水平高低情况为: $CK_1 > CK_3 > CK_4 > CK_2$ ,且变化幅度大小顺序为: $CK_2 > CK_3 \approx CK_4 > CK_1$ 。其中, $CK_2$  在整个试验过程中,其 pH 为 5.49~6.44,变化范围较其余纯基质大,说明水苔( $CK_2$ )受外界环境影响较大。在长期的浇水作业过程中,水苔容易腐烂<sup>[8]</sup>,在适宜的温度、湿度条件、基质有机碳<sup>[9]</sup>以及微生物分解等作用下,产生一些代谢产物且呈偏酸性,导致环境 pH 下降。

因此,在栽培基质中可以被植物利用的氮主要是铵态氮和硝态氮。

2.2.1  $\text{NH}_4^+$ -N 变化 图 2-I 表明,4 种纯基质组合中, $CK_2$ (100%水苔) $\text{NH}_4^+$ -N 含量整体水平远远高于其余 3 种纯基质处理,试验中最高含量达 29.55 mg/kg,且其最高含量与最低含量值之间相差约 30 倍。说明水苔较其余组合受环境影响更大。4 种纯基质  $\text{NH}_4^+$ -N 整体释放量高低情况为: $CK_2 > CK_3 > CK_4 > CK_1$ 。图 2-II 表明, $A_1 \sim A_5$  的  $\text{NH}_4^+$ -N 含量在前 30 d 内均呈升高变化,达到试验中第 1 峰值,且各处理变化幅度相当。30 d 时各处理  $\text{NH}_4^+$ -N 含量关系为: $A_3 > A_1 > A_2 > A_4 > A_5$ 。30~75 d 内,各处理  $\text{NH}_4^+$ -N 含量明显下降,除  $A_5$  外,各处理都降至最低含量值水平。75~135 d,各处理  $\text{NH}_4^+$ -N 含量开始上升,此时  $\text{NH}_4^+$ -N 含量值大小顺序为  $A_1 > A_2 > A_3 > A_4 > A_5$ 。在此过程之后,各处理含量呈不同程度的下降,表明并不是因为 A 组合各基质自身  $\text{NH}_4^+$ -N 含量低,而可能是由于外界环境因素导致微生物活动变化,进而影响  $\text{NH}_4^+$ -N 的释放。图 2-III 表明, $B_1 \sim B_5$  的  $\text{NH}_4^+$ -N 含量随试验进行至 60 d 时表现为急剧下降状态,且都降至各自最低含量。60~105 d 过程中,各处理含量皆整体升高,此阶段释放速率关系为: $B_3 > B_2 > B_1 > B_4 > B_5$ 。此情况可能是由于试验前 60 d 内,由于是新的基质微环境,微生物聚集数目并不多,而在 60~105 d 内,微生物数量开始缓慢增加,且环境适宜其活动,呈现  $\text{NH}_4^+$ -N 含量上升变化状态。图 2-IV 表

明,  $C_1 \sim C_5$  的  $NH_4^+-N$  含量变化在前 60 d 也有与 B 组合相类似的情况, 各处理在第 60 天时均达到各自最低含量。但在 15~45 d 阶段, 各处理  $NH_4^+-N$  释放量表现为平缓状态。在 60~90 d, 各处理  $NH_4^+-N$  含量均升高, 但以  $C_3$  升高最快, 且含量高于其余组合, 表明  $C_3$  处理在此环境条件下适宜微生物活动且发挥作用。90 d 以后, 各处理含量开始缓慢下降。

**2.2.2  $NO_3^-$ -N 含量变化** 硝态氮是植物利用氮素的主要形式之一, 而这一形态不易被土壤(栽培基质)胶体所吸附。通过各处理组合基质的观测可以看出(图 3), 不同处理的  $NO_3^-$ -N 含量有较为明显的差异。图 3-I 表明,  $CK_3$  (100% 椰壳)  $NO_3^-$ -N 含量最高 (41.89 mg/kg), 较其余几种处理高出约 40 倍, 且 100% 椰壳基质的  $NO_3^-$ -N 含量波动较其它的组合大。虽然  $CK_1$ 、 $CK_2$  和  $CK_4$  含量相比  $CK_3$  很低, 但综合图 3(II、III、IV) 发现, 火山石-水苔与火山石-松树皮组合在试验初始阶段  $NO_3^-$ -N 含量却是高于 100% 火山石 ( $CK_1$ ) 与松树皮 ( $CK_2$ ) 以及水苔 ( $CK_4$ ) 基质的。表明火山石与松树皮和水苔混合基质释放  $NO_3^-$ -N 的效果明显是优越于单纯的火山石和

松树皮及水苔基质的。另外, 3 种不同类型体系  $NO_3^-$ -N 含量整体水平为:  $C > B > A$ 。表明在相同的环境条件下, 火山石与松树皮组合中微生物作用明显高于火山石与椰壳组合和火山石与水苔组合。但是 3 种类型组合对  $NO_3^-$ -N 吸附作用关系大小不能就此断定, 尚需进一步研究。图 3-II 结果表明,  $A_1 \sim A_5$  的  $NO_3^-$ -N 含量在前 30 d 有不同增幅的升高, 释放速率及含量高低顺序为:  $A_4 > A_5 > A_1 > A_2 > A_3$ 。在 30~60 d 含量急剧下降, 之后 15 d 内各处理  $NO_3^-$ -N 含量则是缓慢降低。在 90 d 以后, 各处理含量整体升高, 且  $A_3$  达到所有处理在整个试验阶段的最高含量值 (1.5 mg/kg)。  $B_1 \sim B_5$  (图 3-III) 整体的  $NO_3^-$ -N 含量变化范围在 0~14 mg/kg 之间, 其中以  $B_4$  变化幅度最大, 不过其含量大幅度变化也仅发生在 15~45 d 内, 在第 30 天达到最高含量值。对于  $C_1 \sim C_5$  来讲(图 2-IV), 各处理  $NO_3^-$ -N 含量变化具有很强的规律性, 表现为各处理初始  $NO_3^-$ -N 含量大小顺序为:  $C_2 > C_4 \approx C_5 > C_3 > C_1$ , 在试验前 30 d 内, 各处理含量急剧下降, 30 d 后则一直维持在较低含量水平, 不再有很大的变化。

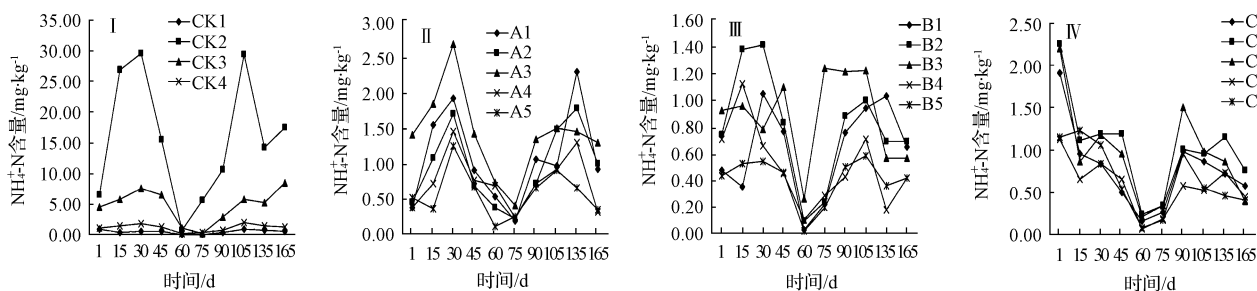


图 2 各处理  $NH_4^+-N$  含量变化

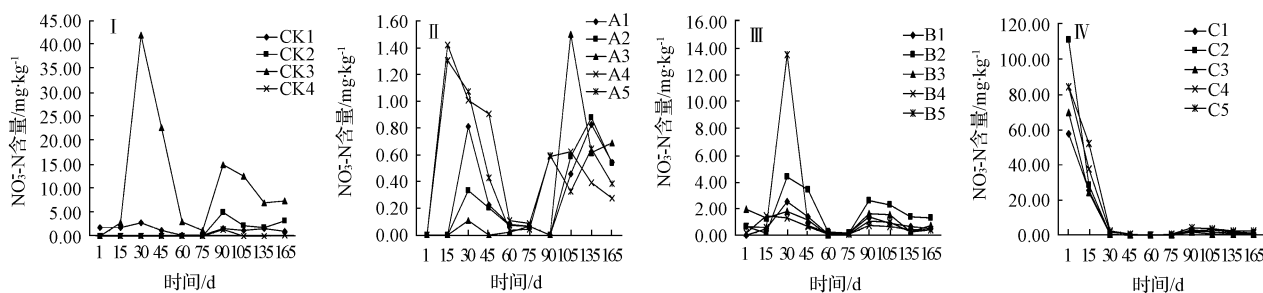


图 3 各处理  $NO_3^-$ -N 含量变化

### 2.3 有效磷含量变化

土壤(基质)对磷有吸附作用, 以下只对各基质有效磷的释放情况进行讨论。有效磷在 4 种纯基质中的释放量上具有一定的差异。图 4-I 结果表明,  $CK_3$  (100% 椰壳) 所含有有效磷的整体水平远高于其余纯基质处理, 最高含量在第 30 天时达 50.57 mg/kg。其次是  $CK_2$  (100% 水苔), 不过相比其有效磷含量变化在整个试验中呈现指数函数式曲线变化, 而  $CK_3$  的变化则有较大的波动性。从整体磷释放量水平来讲,  $CK_3$  是超出  $CK_2$  的几

倍。所以,  $CK_3$  在各纯基质中有效磷的含量是最高的, 这与椰壳本身含量高于其余 3 种材料有关。

在 A、B、C 处理组合中, 有效磷释放整体水平关系是:  $B > C > A$ , 但 B 处理的含量却明显低于 100% 椰壳 ( $CK_3$ ) 4~5 倍。A 处理在前 30 d 内, 除  $A_3$  外, 其磷的释放比较平缓 and 稳定, 在 30~45 d, 磷释放量急剧下降。在 45~75 d, 则表现为先升高后降低的过程。而 B 处理除前 15 d 情况与 A 不同外, 其余阶段有效磷含量变化趋势都比较相似, 只是 B 组合的磷含量整体水平高出 A



组合约 10 倍。B 组合各处理磷释放都具有相似的规律,且与 100% 椰壳基质的释放曲线相似,只是在释放量上各有差别。C 处理整体释放变化幅度不大,在 0~

0.37 mg/kg 范围,在整个过程,含量均在比较低的水平。只有 C<sub>1</sub> 处理在 75 d 时偶然达到 1.18 mg/kg。

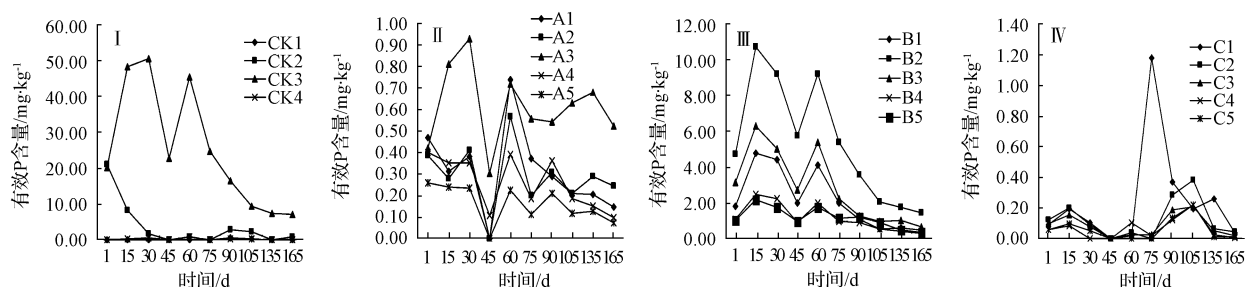


图 4 各处理有效磷含量变化

## 2.4 有效钾含量变化

由图 5-I 可知,CK<sub>1</sub>~CK<sub>4</sub> 各有效钾含量变化差异非常明显。其中纯椰壳基质组合(CK<sub>3</sub>)有效钾最高含量高出其余基质组合最低含量约 3 800 倍,这与椰壳本身含钾量高有关<sup>[7]</sup>。CK<sub>3</sub> 在试验第 15 天,释放有效钾含量迅速升高,达到峰值,15~45 d 内急剧下降,之后不再有大跨度变化情况。

结合图 5(II、III、IV)发现,各混合基质处理在试验过程中的整体释放量关系为:B>A>C,且各组合有效钾

的释放均有一定的规律性。A 体系在前 15 d 内,各处理有效钾的含量迅速降低,且以后都是维持在一个比较稳定的释放量范围变化。此外,在整个过程中,其释放量高低关系为:A<sub>3</sub>>A<sub>2</sub>>A<sub>1</sub>>A<sub>4</sub>>A<sub>5</sub>。而 B 体系则与 CK<sub>3</sub> (100% 椰壳)具有相同的变化规律,仅只是在释放量上有所差别。图 5-IV 则反映 C 体系钾养分释放情况。钾的释放大致表现为缓慢降低过程,在 15~45 d 内,各处理钾释放量变化相对幅度较大,之后皆处于较稳定的小范围变化。

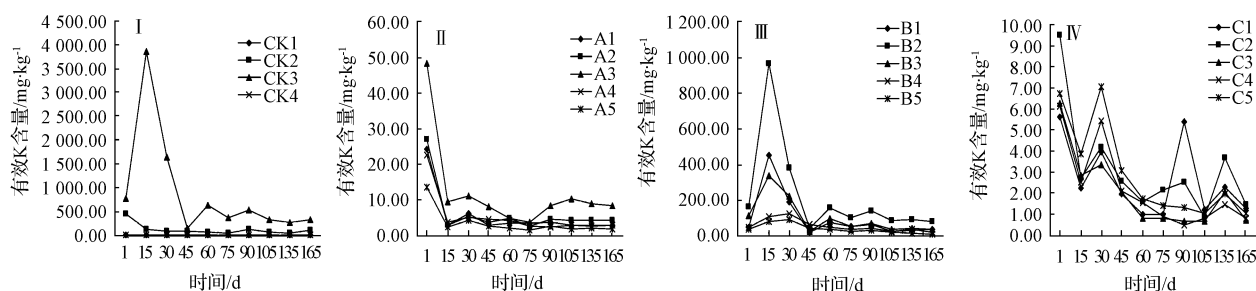


图 5 各处理有效钾含量变化

## 3 结论与讨论

不同的花卉有着不同类型的根系,不同的根系对所生长的基质要求存在着较大的差异。作为花卉的地下部分,根系具有活跃的吸收与合成作用。而栽培基质的理化性质以及营养状况可直接影响根系的生长和发育,从而影响植株地上部分的外在表现形态。通过对栽培基质一些理化性质以及营养状况的研究,可以初步掌握不同基质的基本特性。

### 3.1 pH

水苔在花卉栽培过程中,容易受到外界环境(温度、湿度、水分以及微生物)影响,pH 变化比较大,而 pH 是影响基质微生物环境因子之一<sup>[13]</sup>,进而影响基质中有效养分的分解和释放,探讨 pH 变化有其必要性。该试验为期半年,所有处理基质 pH 在 5.24~6.88,属于绝大多数微生物适宜生长范围<sup>[14]</sup>。但是水苔较其它 3 种基质环境 pH 更容易受外界影响,在长期使用过程中,其酸碱

环境会发生较大的变化,甚至超出适宜花卉栽培环境的范围,结合一些实际栽培经验来看,有些含有水苔的混合基质在使用 1~2 a 后需要更换基质,这也与其 pH 变化较大有关,故此,水苔混合基质不宜长期栽培使用。

### 3.2 氮释放

NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 释放情况可以总结为纯基质释放量高于其余各混合基质,并且各混合基质释放水平相差不大。A 处理 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 的释放量峰值分别是在第 30 和 135 天,B 处理则是在第 30 和 105 天,C 处理在起初有较高的 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 含量。而 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 的释放情况有所不同,A、B 处理分别在 30 与 105 d 和 30 与 90 d 达到 2 个峰值。对于 C 处理混合基质 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 释放量在前 30 d 远高于纯松树皮基质,表明混合的火山石与松树皮基质在该阶段更有利于 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 的释放。另外,除 C 处理外,其余基质均遵循混合基质 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 释放量低于纯基质。在生产中可以根据热带兰的矿质营养类型来选择基质,

亦可根据各基质在不同阶段来调整 N 素供应,特别是对营养液施肥的田间管理。

### 3.3 磷释放

磷释放也有混合基质低于纯基质的规律。混合基质中,A、B 组合磷释放量均在较小的范围内变化,在生产中可以不考虑磷的释放量而进行正常的水肥管理。

### 3.4 钾释放

在纯基质中,钾的释放量关系为  $CK_3 > CK_2 > CK_1 > CK_4$ ,且  $CK_3$  远高于  $CK_2$ ,而  $CK_1$  与  $CK_4$  维持较低的释放量,在生产中可以忽略。由于纯椰壳与水苔具有较高的钾释放量,会导致基质液相环境中的钾离子浓度过高,影响热带兰根部对钾的吸收和利用,进而影响植株的生长。而混合基质的选用大大降低了基质中有效钾的浓度,C 处理钾的释放呈“锯齿”状变化,分别在 30 和 135 d 达到释放峰值。根据不同基质混合的钾释放量,可以缓解单一基质带来的弊端。所以应该选取混合基质作为热带兰的栽培基质。

通过了解各种组合基质养分的释放变化以及材料自身的性质,在热带兰的生产实践中,应尽量避免单一基质的栽培模式,根据不同的热带兰矿质营养特性来选取适宜的混合栽培基质。在生产过程中配合基质养分释放变化情况来供应花卉所需矿质营养,以适应其生长需要。当然,各地的花卉栽培的条件不一致,也会导致基质养分释放产生差异,对于不同地区及条件下的热带兰栽培基质养分释放需要更深入研究。

## The Matrix's Nutrient Release in Tropical Orchid Cultivation

XU Jie, LIN Dian, LIN Jian-ming

(College of Agriculture, Hainan University, Danzhou, Hainan 571737)

**Abstract:** Pour-Through method was used to explore that pH changed and available nitrogen, phosphorus and potassium released in cultivation matrix of tropical orchid. The results showed that pH of all treatments changed from 5.24 to 6.88 during the trial, and that was suitable for most flowers growing. On account of the external environment, sphagnum had great changes about pH which was not suitable for tropical orchid in long-term cultivation. The matrix of nutrient release was not according to certain rules. Mixed matrix had lower nutrient release than pure matrix, which were used to avoid the abuse that pure matrix's higher nutrient release than mixed matrix. The laws of release about  $NH_4^+ -N$  in all treatments followed a similar 'U' curve. Volcanic rock mixed pine bark was advantageous to release of  $NO_3^- -N$ . Within the first 60 days, there were major changes about available phosphorus in A and B treatments. After 60 days, the contents of phosphorus in A and B decreased until gentle trend. But the releases of phosphorus were low in all mixed matrix as a whole. The release of potassium about A and B dropped gentle release level at 15 and 45 days, and afterwards had been maintained at this gentle level.

**Key words:** tropical orchid; cultivation matrix; available nutrient; release

### 参考文献

- [1] 胡杨. 观赏植物无土栽培基质研究进展[J]. 草原与草坪, 2002(2): 8-9, 18.
- [2] 周跃华, 聂艳丽, 赵永红, 等. 国内外固体基质研究概况[J]. 中国生态农业学报, 2005(10): 43.
- [3] 王清奎, 黄玉明, 张志国. (PT 法) 基质理化性质的快速测定方法[J]. 北方园艺, 2003(1): 40-41.
- [4] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2002: 53-56, 257-282.
- [5] 董亮. 栽培机制 pH 值的调节试验研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2005: 1-5, 11.
- [6] Poole R T, Conover C A. Change in pH and soluble salts of container mixes [J]. Proc. Fla. St. Hort. Soc., 1983, 96: 260-261.
- [7] 韦三立. 花卉无土栽培[M]. 北京: 中国林业出版社, 2000: 53-54.
- [8] Runkle E, Wang Y T, Blanchard M, et al. Growing the Best Phalaenopsis: Part 2: Media, Traaplanting, Water and Nutrient Requirements [J]. Orchids, 2007, 76: 106-111.
- [9] 王岩, 黄东迈. 土壤微生物量及其生态效应[J]. 南京农业大学学报, 1996, 19(4): 45-51.
- [10] 杨振华. 蝴蝶兰栽培基质的研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2007: 10-11.
- [11] Carlile W R, Wilson D P. Microbial activity in growing media—a brief review[J]. Acta Horticulturae, 1991, 294: 197-206.
- [12] 朱世东, 徐文娟, 赵国荣. 多功能营养型无土栽培基质的特性研究[J]. 应用生态学报, 2002, 13(4): 425-428.
- [13] 佟小刚, 蒋卫杰, 尹明安, 等. 无土栽培基质中的微生物极其对作物生长发育的影响[J]. 园艺学报, 2005, 32(3): 554-550.
- [14] 周德庆. 微生物学教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 1993: 198.