

竹芋专用长效肥料氮磷钾释放规律研究

王男男¹,王殿武¹,陈延华²,宫延刚²,董 晔^{1,2},薛文涛²,王甲辰²

(1. 河北农业大学 资源与环境学院,河北 保定 071001;2. 北京市农林科学院 植物营养与资源研究所,北京 100097)

摘要:为优化家庭长效花卉肥料配方,进一步研究简约水肥一体化,以“青苹果”竹芋盆栽试验得出的养分配方为依据,共设7个处理采用室内分析的方法研究了该专用长效肥料的养分规律。结果表明:加水冲洗药片状肥料基本上能够实现可控的EC、pH和硝态氮、磷和钾的均匀和长时间释放,且冲洗时长比片数对冲洗液中电导率、pH、硝态氮、磷、钾的量更有明显影响。同时,养分释放时间与氮、磷、钾累积释放率呈线性关系,用于竹芋的长效片状肥料需在原有基础上添加一定量的固体磷酸,减少硝态氮、磷、钾原料的用量。

关键词:长效肥料;养分释放;竹芋

中图分类号:S147.4;S682.1⁺61 文献标识码:A 文章编号:1002-2767(2016)10-0046-05 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2016.10.0046

我国花卉资源丰富,被誉为世界园林之母。近几年花卉行业产值(包括鲜切花、盆花、盆景、绿化苗木等)每年都以上10%以上的速度进行增长,至2002年已达到2 000亿美元^[1]。在无土栽培中,施肥是获取高品质花卉的关键技术之一^[2-3],但在实际实施中,北方地区家庭园艺长期浇灌偏碱性自来水,造成了观赏植物生长介质偏碱性,致

使部分养分失去活性,营养变得不均衡,株体变弱,病害也相应伴随,观赏性变差甚至死亡^[4-5]。但绝大多数民众既不知道根本原因,又不知道如何矫正。此外,利用盆栽直接生产的竹芋的企业和采用软化处理自来水后再配制营养液浇灌,生产成本偏高。亟需研究一种可以使用自来水浇灌的、长效的、集浇水、施肥、调酸一体化的新型长效肥料。

本研究以青苹果竹芋盆栽试验研究出的养分配方为基础,把全养分与骨架粉剂、粘合剂、脱模剂、固体磷酸和添加剂复合均匀,用药品压片机压成一定直径和厚度的片状肥料。使用时,把片状肥料装小网兜放在花盆基质表面,在其上在一定时间内浇适量的水,实现多次浇水、施肥、调酸一

收稿日期:2016-07-16
基金项目:北京市农林科学院科技创新能力建设资助项目(KJ CX20140412)
第一作者简介:王男男(1988-),女,河北省沧州市人,在读硕士,从事土壤养分资源与利用研究。E-mail: 376874686@qq.com。
通讯作者:王甲辰(1965-),男,博士,研究员,从事功能肥料、庭院园艺肥料与施肥研究。E-mail: 13021121195c@163.com。

Evaluation of Uncertainty of Determination of Exchangeable Potassium in Soil by Flame Photometry

CAI Yu-hong, FAN Hui-mei, ZHANG Zhi-xin, LIU Xiao-xiao, MA Hong, WEI Chun-yan
(Agricultural Product Quality Safety Risk Evaluation Laboratory of The Department of Agriculture, Agricultural Quality Standards and Testing Technology Research Institute of Jilin Academy of Agricultural Sciences, Society of Agricultural Products Quality and Safety of Jilin Province, Jilin, Changchun 130030)

Abstract: According to NY/T 889-2004, taking neutral ammonium acetate as the extraction agent, the content of available potassium in the soil was determined by using flame photometer, mathematics model was built, elements of measurement uncertainty was identified, components of each uncertainty were evaluated, standard compound uncertainty and extension uncertainty of this method were put forward. When exchangeable potassium content of soil was 1.832 mg·kg⁻¹, confidence probability $p=0.95$, standard compound uncertainty was 4.21 mg·kg⁻¹, the extension uncertainty was 8.42 mg·kg⁻¹ ($k=2$) of this method.

Keywords: soil; exchangeable potassium; evaluation of uncertainty

体化操作,随着花卉生长进行简约化家庭盆栽园艺管理。本文旨在研究长效专用肥料在不同冲洗时间点、不同冲洗时长、不同肥料粒数等条件下的淋洗液中 pH、EC、硝态氮、磷、钾的含量,以求取得该长效专用肥料的养分随时间的释放量,寻找养分释放规律、pH 和 EC 变化,为家庭花卉长效肥料研究提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

模拟花盆:在高 20 cm,直径 20 cm 的盆中装入盆栽用泥炭土,花盆内泥炭土用量以标准花盆紧实度为准。使用前用自来水浇灌湿润,用于模拟拟肥料袋放在花盆上。

供试肥料:依据一定的比例,以竹芋盆栽试验得出的最适量为基础,加入骨架剂(细河沙、沸石粉)、脱模剂(硬脂酸镁),粘结剂(羧甲基纤维素)、固体磷酸等,其比例为 12.5:2.5:2.5:1.25:1:5,用 4 t 压片机压制成药片,干燥后筛选备用。具体参数见表 1。

表 1 长效肥料基本性质

Table 1 Basic properties of fertilizer			
型号	直径/cm	厚度/cm	10 颗均重/g
Model number	Diameter	Thickness	Mean weight
长效肥料	1.50	1.24	1.86

1.2 方法

1.2.1 试验设计 在北京市农林科学院实验室中进行养分释放试验。试验共设 7 个处理,3 个重复。分别选取 10、15、20 颗大小均一的肥料片,分别放入 5 目尼龙纱网做成的小网袋(蒜兜)中用铝锭封机封口,每袋编号。在 500 mL 烧杯中加入 300 mL 自来水,用镊子将装有肥料的小袋放入水中,按试验设计轻摇到规定时长。到时间后,将网袋提出水面,控干水放在已准备好的花盆基质(基质表面已被水淋湿)上。将各处理冲洗液过滤至 200 mL 塑料瓶中,测定溶液中的 pH、EC、硝态氮、磷和钾等,每 7 d 重复整个过程 1 次,具体试验处理见表 2。

1.2.2 测定项目及方法 ①pH 的测定:采用 MP5 11 lab pH Meter 仪器测定养分溶出液;②EC 的测定:采用 DDS-307 电导率仪测定养分溶出液;③硝态氮的测定:采用紫外分光光度计法测

定;④磷的测定:采用分光光度计法进行测定;⑤钾的测定:采用火焰光度计法测定。

表 2 养分溶出试验处理

Table 2 Nutrient dissolution test processing	
代号 Serial No.	处理 Treatments
CK	烧杯加自来水
N10+S10	10 片+浸泡 10 s
N15+S10	15 片+浸泡 10 s
N20+S10	20 片+浸泡 10 s
N10+S30	10 片+浸泡 30 s
N15+S30	15 片+浸泡 30 s
N20+S30	20 片+浸泡 30 s

试验所测得的数据采用 Excel 进行整理、图和表的绘制。同时,采用 SPSS17.0 版数据分析软件进行单因子方差分析(Anova)及回归方程曲线估计。

2 结果与分析

2.1 不同处理冲洗液 EC、pH 动态变化

2.1.1 不同处理冲洗液 EC 动态变化 如图 1 所示,在整个冲洗阶段,不同处理冲洗液间电导率随时间延长上下浮动,具体表现为:所有处理第一次冲洗值偏低,而后升高,前 49 d 出现波动较大,而后变得平顺。30 s 冲洗时长 3 个处理最大值为 2 045.00 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ 、最小值 1 308.33 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$;10 s 时长 3 个处理最大值为 1 442.00 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ 、最小值为 714.00 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ 。经统计,10 s 时长 10 片、15 片和 20 片处理的 EC 均值分别为 1 022.97、1 135.97和 1 264.56 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$,分别明显低于 30 s 时长 10 片、15 片和 20 片处理的均值 1 607.45、1 773.16和 1 791.43 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ 。说明冲洗时间对冲洗液中电导率更有明显影响,而片数处理对它的影响较小。这是因为淋洗时间较长,片中的养分受水分溶解较多,反过来致使骨架粉剂剥离,进一步增加了水与片中养分的接触溶解,所以冲洗液中养分含量增加,致使电导率增大较大。而时间短的处理,虽然片数量为 10~20 片,但由于冲洗时间短,遇水接触时长也短,严重影响了养分的溶解,所以遇水接触时间因素最为关键。该试验各处理在冲洗时间点的 EC 均值在 800~1 500 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$,除 N15+S30、N20+S30 偏高外,其它皆适宜。

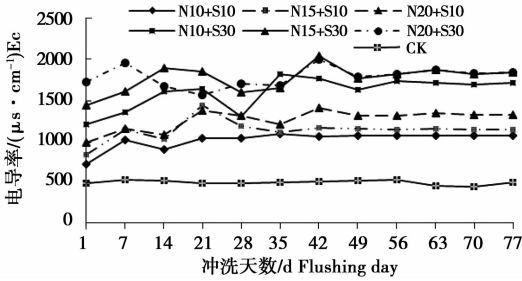


图 1 冲洗液电导率的动态变化

Fig. 1 The dynamic change of the conductivity of flushing fluid

2.1.2 不同处理冲洗液 pH 动态变化 如图 2 所示,整个冲洗试验期冲洗液的 pH 明显低于自来水的 pH(均值为 8.19),说明固体酸释放降低了冲洗液的 pH。从图 2 还可看出,前 35 d 的 pH 波动较大,在往后变化平顺,所有处理冲洗液 pH 在 6.80~7.19。经计算,30 s 10 片、15 片和 20 片的各处理均值分别为 6.89、6.84 和 6.81,分别明显低于 10 s 10 片、15 片、20 片处理均值 7.18、7.07、7.08,说明冲洗时间对冲洗液中 pH 有明显影响,而片数处理影响亦较小,其原因如同 EC 值。由于竹芋生长需求的介质 pH 在 5.5~6.5,所以还需要在配方中添加固体酸的量。

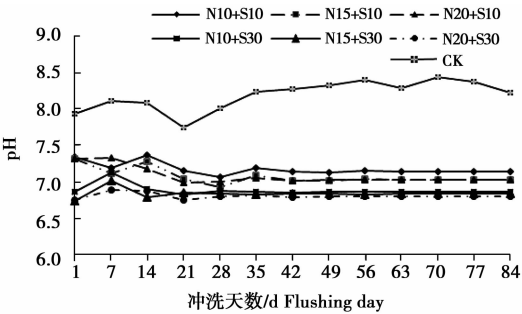


图 2 冲洗液 pH 的动态变化

Fig. 2 The dynamic changes of the pH of flushing fluid

2.2 不同处理冲洗液硝态氮、磷、钾浓度动态变化

2.2.1 不同处理冲洗液硝态氮浓度动态变化 如图 3 所示,在整个冲洗过程中,片状肥料冲洗溶液各处理硝态氮浓度均在第 1 天含量偏低,而后增长,其原因与压片加料有关。其波动幅度均呈现前期较大,后期较小的趋势。10 s 冲洗时长的 3 个处理最大浓度为 41.17 mg·L⁻¹、最小值 9.44 mg·L⁻¹,30 s 时长 3 个处理最大浓度为 53.03 mg·L⁻¹、最小值为 22.19 mg·L⁻¹。说明相

同颗数在不同时长冲洗下的硝态氮含量差异很大。经统计,所有 30 s 处理的硝态氮浓度均值分别为 33.52、48.24 和 53.03 mg·L⁻¹,分别明显高于冲洗时长为 10 s 的硝态氮含量均值 22.95、32.70 和 41.14 mg·L⁻¹ 处理,而相同冲洗时间内不同片数的处理间含量变化较小,说明冲洗时间对冲洗液中硝态氮含量更有明显影响。从图 3 还可看出,6 个处理释放的均值最高为 53.03 mg·L⁻¹、最低为 22.95 mg·L⁻¹。由于本花卉生长适宜硝态氮含量在 19 mg·L⁻¹ 左右,所以结合 EC 和 pH 值,还需要在配方中减少硝态氮原料用量。

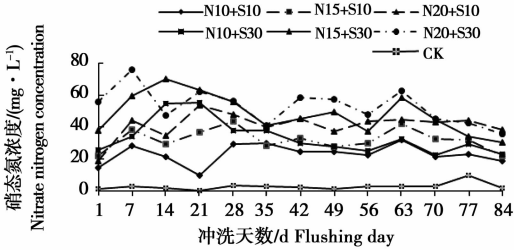


图 3 冲洗液硝态氮浓度变化

Fig. 3 Nitrate nitrogen concentration change in fushing fluid

2.2.2 冲洗液的磷浓度动态变化 如图 4 所示,在整个冲洗阶段,不同处理冲洗液间磷浓度随时间延长上下浮动。30 s 冲洗时长 3 个处理最大值为 36.48 mg·L⁻¹、最小值为 9.79 mg·L⁻¹;10 s 时长 3 个处理最大值为 27.40 mg·L⁻¹、最小值为 1.22 mg·L⁻¹,说明不同处理在不同时间点冲洗的磷含量差异很大,其原因可能与原料颗粒较大和轻摇不均有关。经统计,10 s 时长 10、15 和 20 片处理的均值分别为 9.93、12.93 和 15.97 mg·L⁻¹,分别明显低于 30 s 时长 10、15 和 20 片处理的均值 19.04、25.82 和 28.06 mg·L⁻¹。说明与 EC、pH、硝态氮受冲洗时长的影响程度一致,冲洗时间相对施加片数对冲洗液中磷浓度更有明显影响。由于本花卉生长适宜磷浓度在 28 mg·L⁻¹ 左右,所以除淋洗 30 s 的所有处理符合要求外,其它处理需适宜增加磷元素的量。

2.2.3 不同处理冲洗液的钾含量的动态变化 如图 5 所示,在整个冲洗阶段,除 N15 + S30、N20 + S30 处理 K 浓度在第 63 天出现异常峰值外,其它处理呈现不同程度的小波动。10 s 冲洗时长的 3 个处理最大值为 140 mg·L⁻¹、最小值 30 mg·L⁻¹,30 s 时长 3 个处理最大值为 280 mg·L⁻¹、最小值为 90 mg·L⁻¹。经统计,所有 30 s 时长 10、

15 和 20 片处理的钾离子浓度均值分别为 100、140、150 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 分别显著高于冲洗时间为 10 s 的对应片数处理的硝态氮浓度均值 60、80、90 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。说明冲洗时间对冲洗液中钾离子浓度更有明显影响,而在相同冲洗时长片数多少影响不明显。由于本花卉生长适宜钾浓度在 150 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 左右,所以除处理 N15+S30、N20+S30 适宜外,其它处理还需要在配方中增加钾的量。

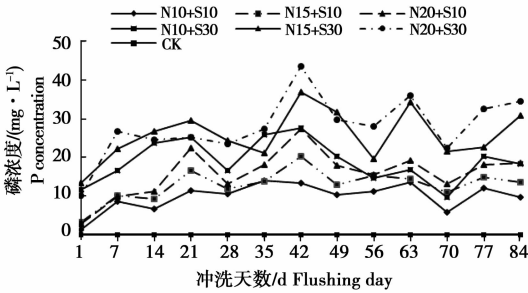


图 4 冲洗液磷浓度变化

Fig. 4 Phosphorus concentration change of fushing fluid

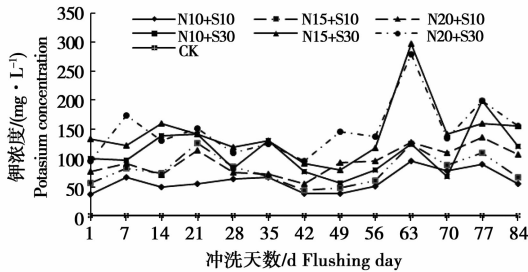


图 5 冲洗液钾浓度变化

Fig. 5 Potassium concentration change of fushing fluid

2.3 不同处理冲洗液的硝态氮、磷、钾释放特征

对片状肥料的冲洗天数与氮、磷、钾累积释放率进行数学回归模拟及显著性检验见表 3,该线性方程能很好的模拟和反映出各自样品的氮、磷、钾释放特征以及利用方程可以较准确的计算出释放期内任一时段内的氮、磷、钾累积释放率。从表 3 可以看出,所有处理回归方程显著水平皆为 $P<0.05$,表明方程的拟合性较好且显著相关。经计算,片肥在第 84 天时氮、磷、钾元素的累积释放率最大的处理均为 N10+S30,即 70.25%、88.70%、98.31%,氮、磷累积释放率最小的处理为 N15+S10,即 8.89%、33.33%,钾累积释放率最小的处理为 N20+S10,即 42.82%,也从累积释放量说明对冲洗时间相对于冲洗片数对释放率的影响更为明显。

表 3 肥料累积释放率特征方程
Table 3 Fertilize release rate characteristic equations

元素 Chemical element	处理 Treatments	养分释放		显著性(P) Significant
		率/% Nutrient release	线性方程 Linear equation	
		rate		
N	N10+S10	48.12	$Y_N=0.56X+1.785$	0.000
N	N15+S10	8.89	$Y_N=0.117X+0.645$	0.000
N	N20+S10	43.17	$Y_N=0.501X+1.446$	0.000
N	N10+S30	70.25	$Y_N=0.784X+8.212$	0.000
N	N15+S30	67.43	$Y_N=0.756X+7.167$	0.000
N	N20+S30	55.60	$Y_N=0.613X+6$	0.000
P	N10+S10	46.29	$Y_P=0.571X-0.999$	0.000
P	N15+S10	33.33	$Y_P=0.487X-0.554$	0.000
P	N20+S10	35.51	$Y_P=0.437X-1.072$	0.000
P	N10+S30	88.70	$Y_P=1.028X+5.392$	0.000
P	N15+S30	80.20	$Y_P=0.933X+2.073$	0.000
P	N20+S30	65.38	$Y_P=0.769X-0.041$	0.000
K	N10+S10	56.44	$Y_K=0.615X+1.386$	0.000
K	N15+S10	49.31	$Y_K=0.53X+2.742$	0.000
K	N20+S10	42.82	$Y_K=0.463X+1.553$	0.000
K	N10+S30	98.31	$Y_K=1.031X+7.975$	0.000
K	N15+S30	87.16	$Y_K=0.93X5+4.285$	0.000
K	N20+S30	68.41	$Y_K=0.749X+1.953$	0.000

3 结论与讨论

3.1 讨论

对花卉营养液而言,pH 和 EC 是很重要的理化指标,是影响其肥力的主要因素^[6-7]。其对养分的形态和有效性及作物本身生长发育都有密切的关系。肥料的大量施入及不合理释放会对花卉生长造成不良影响。合理施肥对提高花卉质量具有重要的意义^[7-8]。虽然现今花卉市场肥料品种多样,但其繁多的种类及复杂的施加方法不适宜家庭操作,不仅无法达到预期效果,而且易造成花卉死亡。本研究旨在通过研究不同片数以及不同冲洗时长冲洗液中电导率、pH 的变化以及冲洗液三种养分浓度变化、确定该片剂肥料的最佳冲洗时间及最佳施加片数,从而调整及确定片状肥料配方。让家庭园艺盆栽花肥从传统的经验施肥向简约精准施肥、平衡施肥发展转变^[9],利于广大

民众使用。

花卉营养液的浓度高低与肥料冲洗下的养分含量有很大关系。本试验各处理硝态氮、磷、钾均是第一次时少量释放,而后增加,这与 Rbana^[10]的研究包衣控释肥料相类似。在试验中水分进入颗粒后,开始溶解片剂表面部分,这个过程较为缓慢,冲洗下来的元素含量变化剧烈。看起来本片状肥料与包衣控释均具有类似的长效释放特性。本研究由于骨架粉剂、目数大、质地轻,压片时机械填料造成它易附在片表,所以第1次各种测定指标均低。随着水分不断进入片内,肥料片剂本身的添加剂(沸石粉、细河沙)、脱模剂(硬脂酸镁)、粘合剂(羟甲基纤维素)被均匀冲刷下。如图3可见,肥料相同颗数时,冲洗时间越长,冲洗液中元素浓度越大,说明冲洗时间对于长效肥料的有效性有很大影响。由于加料时养分是小颗粒状,是溶出浓度出现波动的主要原因。今后把粒度尽量变细,以减少溶出的不均一性。

3.2 结论

加水冲洗药片状肥料基本上能够实现可控的EC、pH和硝态氮、磷和钾的均匀和长时间释放;冲洗时长比片数对养分释放更为关键因素;针对

竹芋用配方中需要再增加固体酸的含量,同时减少硝态氮、磷和钾原料的添加量。

参考文献:

- [1] 罗宁. 花卉进出口贸易种类、程序、趋势及对策[J]. 中国花卉园艺, 2003(19): 10-11.
- [2] 吴永华, 冯国荷, 李正平. 仙客来无土栽培营养液中氮、磷、钾、铁浓度优选试验研究[J]. 甘肃农业大学学报, 2000, 35(2): 197-201.
- [3] 穆鼎, 李春花. 切花菊花优化施肥组合的初步探讨[J]. 土壤肥料, 1999(6): 21-23.
- [4] 胡事君, 郑芝波, 赖永超, 等. 盆栽竹芋的养护要点及老苗快速复壮技术[J]. 北方园艺, 2009(9): 176-177.
- [5] CJ/T 206-2005, 城市供水水质标准[S].
- [6] 孙玲丽. 控释肥在无土介质中的养分释放冲溶特征及对花卉生长的影响[D]. 泰安: 山东农业大学, 2008.
- [7] Conover C A, Henny R J. Lowering N and K rates improve anthurium growth and flowering proceedings of the Florida State[J]. Horticultural Society, 1996, 108: 5-10.
- [8] Sonneveld C, Voogt W. The concentration of nutrients for growing Anthurium and reanum in substrate[J]. Acta-hortic, 1993, 342: 61-67.
- [9] 李秋杰, 蒋细望. 我国花卉肥料的现状及分析[J]. 长江大学学报, 2012(3): 11-14.
- [10] Raban S, Shaviv A. Controlled release characteristics of coated urea fertilizers [R]. Seattle: CRS Inc, 1995: 105-106.

Release Rule of Nitrogen, Phosphorus, Potassium in *Calathea orbifolia* (Linden) H. A. Kenn Special Long-acting Fertilizer

WANG Nan-nan^{1,2}, WANG Dian-wu¹, CHEN Yan-hua², GONG Yan-gang², DONG Pan^{1,2}, XUE Wen-tao², WANG Jia-chen¹

(1. College of Resources and Environmental Sciences, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071001; 2. Institute of Plant Nutrition and Resources, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097)

Abstract: In order to optimize the family long-acting fertilizer formula, and study the contracted cucumber further, taking the nutrient prescription from *Calathea orbifolia* (Linden) H. A. Kenn. pot experiment as the basis, through seven treatments, the nutrient rule of release discipline of long-acting fertilizer was studied by laboratory analysis. The results showed that washing medicine could realize controlled uniform amounts and long-time consistent for the EC, pH value and nitrate nitrogen, phosphorus and potassium and long time release, and the effect of washing time on the EC, pH value, nitrate nitrogen, phosphorus and potassium were more obvious than the fertilizer number of tablets. The results also showed that there were liner relations between the release time and nitrogen, phosphorus and potassium. The long-acting tablet fertilizer used for arrowroot should add a certain amount of solid phosphoric acid, and reduce certain amount of $\text{NO}_3\text{-N}$, P, K materials based on the original prescription.

Keywords: fertilizer; nutrients release; *Calathea orbifolia* (Linden) H. A. Kenn