

控释肥对都市桂花苗圃环境效应的研究

李在凤¹ 尹梅² 陈检锋² 王志远² 陈华² 付利波² 洪丽芳²

(1. 大理州南涧县农业局农业技术推广中心, 南涧 655700; 2. 云南省农业科学院农业环境资源研究所, 昆明 650205)

摘要: 在云南省昆明市郊桂花苗圃连续3年设置田间试验, 研究控释肥对地栽桂花苗圃土壤氮磷含量、地下渗水和地表径流水质的影响, 为桂花苗圃科学施肥、减少都市苗圃面源污染提供科学数据。研究表明, 控释肥与常规肥相比, 控释肥处理耕层土壤中氮和磷较常规肥含量高, 控释肥处理的地下渗水和地表径流水的各个污染物含量指标均低于常规肥处理, 差异显著。在用肥量减少15%–45%的范围内桂花苗圃土壤、地下渗水和径流水中的农业面源污染物含量随肥料用量减少而降低, 差异显著。控释肥能有效减少苗圃农业面源污染, 推荐在都市苗圃中替代常规肥使用。在不影响桂花苗木正常生长的前提下, 在习惯用肥量16公斤N/亩、6.7公斤P₂O₅/亩和4公斤K₂O/亩的基础上, 使用控释肥可减少15%–45%的用肥量, 能显著降低土壤NP养分淋失, 提高耕层土壤NP含量, 减轻NP淋失对地下渗水及地表径流水质的影响, 使桂花苗圃的面源污染负荷得到有效的控制。

关键词: 控释肥; 常规肥; 桂花苗圃; 面源污染; 土壤; 地下渗水; 地表径流

近年来, 随着我国大力推进生态建设和城乡绿化, 加大了对绿化苗木产业的需求, 都市苗圃种植业成为新型农业发展的重要组成部分。云南园林苗木行业通过十多年的发展, 已具相当大的产业规模。但苗圃生产者为了寻求苗木的“卖相”, 一味过量施肥^[1-2]。过量施肥不仅造成面源污染, 还导致苗木养分供应失衡, 也致使土壤健康功能衰退和生产性能下降, 造成恶性循环^[3-4]。源头控制是减少面源污染的根本所在, 肥料品种选择和减少肥料用量是实现源头控制途径之一^[5]。

控释肥料是一种能使养分的供应能力与作物生长发育的需肥要求相一致的新型肥料^[6-7]。近年来在一些经济作物上开始进行推广应用。但在苗圃上应用还很少见。为有效减少都市苗圃面源污染, 在云南省昆明市郊桂花苗圃上设置控释肥和常规肥比较试验, 对比其对桂花苗圃土壤、地下渗水以及径流水中污染物的影响, 为桂花苗圃的科学施肥, 减少苗圃面源污染提供数据支撑。

1 材料和方法

1.1 材料

试验于2013–2015年在云南省昆明市官渡区大板桥镇瓦角村连续实施3年。供试苗圃选择都市栽种面积较大、具有代表性的桂花苗圃。

试验地海拔为1931米。土壤为山原红壤, 地栽苗圃0–30厘米土壤理化性状为pH6.6, 有机质18.73克/公斤, 总氮1.61克/公斤, 总磷0.61克/公斤, 总钾13.32克/公斤, 有效磷6.4毫克/公斤, 速效钾61.3毫克/公斤。30–60厘米土壤理化性状为pH6.4, 有机质17.45克/公斤, 总氮1.30克/公斤, 总磷0.55克/公斤, 总钾12.64克/公斤, 有效磷6.2毫克/公斤, 速效钾54.0毫克/公斤。

供试肥料 控释肥来自云南威鑫农业科技股份有限公司, 肥料配方为24–10–6。常规单质肥中的氮肥用普通尿素(纯N含量为46%), 磷肥用普通磷酸钙(P₂O₅含量为12%), 钾肥用硫酸钾(K₂O含量为50%)。

¹ 基金项目: 国际植物营养研究所(IPNI)云南项目; 国家水体污染控制与治理科技重大专项

作者简介: 李在凤(1978–, 云南省基层人才培养计划入选者), 女, 农艺师, 长期从事农业技术推广。344068237@qq.com

1.2 试验设计

本试验采用随机区组设计, 设9个处理, 不施肥处理(CK), 常规单质肥全量及减量4个处理(CF100%, CF85%, CF70%, CF55%), 控释肥全量及减量4个处理(CRF100%, CRF85%, CRF70%, CRF55%), 具体用量和施用方式见表1。其中CF为常规单质肥料, CRF为控释肥料, 100%, 85%, 70%, 55%分别代表四种施肥水平。试验小区选择栽种面积较大、具有代表性的桂花苗圃, 小区面积为20平方米, 重复3次, 共计27个小区, 每个小区面积、形状、规格完全相等, 小区规格一般为4×5米。施肥方法采用环施。6月将控释肥1次施入, 常规单质肥施肥于6-9月份4次施入。

处理	施肥方式	N P ₂ O ₅ K ₂ O (公斤/亩)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
CK	不施肥	0	0	0
CF100%	基施 + 追肥	16	6.7	4
CRF100%	基施	16	6.7	4
CF85%	基施 + 追肥	13.6	5.7	3.4
CRF85%	基施	13.6	5.7	3.4
CF70%	基施 + 追肥	11.2	4.7	2.8
CRF70%	基施	11.2	4.7	2.8
CF55%	基施 + 追肥	8.8	3.7	2.2
CRF55%	基施	8.8	3.7	2.2

1.3 测定项目及方法

土壤的采样和测定项目: 在每个小区中取代表性样点5个, 每个点分别取0-30厘米和30-60厘米土层样品, 同一个小区的0-30厘米土层样品混合, 30-60厘米土层样品混合。新鲜样和风干样各2份(每份不低于1.0公斤)。新鲜土样即时检测铵态氮(纳氏试剂比色法)、硝

态氮(紫外分光光度法)和含水量指标。风干土样检测全氮(土壤全氮测定法 NY/T 53-1987)、有效磷(《土壤分析技术规范》中国农业出版社 2006年)和全磷(土壤全磷测定法 NY/T 88-1988)等指标。

地下渗水中污染物的采样和测定项目: 在每个小区土层60厘米处理置地下渗水取水器, 采集其渗滤液, 分析其氨氮(纳氏试剂分光光度法 HJ 535-2009)、硝酸盐氮(酚二磺酸分光光度法 GB 7480-1987)、总氮(碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法 HJ636-2012)、水溶性总磷(过硫酸钾消解钼酸铵分光光度法)、总磷(钼酸铵分光光度法 GB 11893-89)、化学需氧量(快速消解分光光度法 HJ/T 399-2007)、五日生化需氧量(HJ 505-2009)。

地表径流相关项目的采样方法和测定项目同地下渗水。取样频次: 每年取样频次7次。旱季(3月份-4月份)和雨季(5月份-9月份)每月取样1次。每年各处理每个指标的7个测试数据取平均值进行当年数据统计分析。

每年9月测量并记载苗圃各处理桂花树的主干高度和胸径粗。经统计分析, 处理间差异未达到显著水平。

1.4 数据分析

试验结果利用 Excel 2007 和 SPSS 进行数据分析和统计。三年试验结果为3组试验数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 控释肥和常规肥对桂花苗圃土壤氮和磷的影响

2.1.1 控释肥和常规肥不同用量对0-30厘米土壤氮和磷的影响

控释肥和常规肥不同用量对0-30厘米土层土壤氮

处理	氨态氮 硝态氮 (毫克/公斤)		全氮 (%)	有效磷 (毫克/公斤)	全磷 (%)
	CK	2.3Hh	2.7Ii	0.041Hh	3.2Gg
CF100%	12.2Bb	13.2Cc	0.209Bb	10.3Bb	0.104Bb
CRF100%	13.2Aa	15.1Aa	0.222Aa	12.5Aa	0.116Aa
CF85%	11.5Cc	12.2Dd	0.189Dd	8.4Dd	0.086Dd
CRF85%	12.2Bb	14.3Bb	0.189Cc	9.7Cc	0.094Cc
CF70%	9.5Ee	10.4Ff	0.164Ff	7.3EEe	0.072Ee
CRF70%	10.3Dd	11.5Ee	0.175Ee	8.7Dd	0.084Dd
CF55%	7.8Gg	8.4Hh	0.152Gg	6.6Ff	0.058Gg
CRF55%	8.5Ff	9.1Gg	0.165Ff	7.3Ee	0.064Ff

注: 大写字母代表1%差异显著水平, 小写字母代表5%差异显著水平。下同。

磷含量的影响见表 2。

肥料中的氮磷元素既是植物生长必需的营养元素，也是农业面源污染的主要指标。

从表 2 可以看出，控释肥在不同用量处理 0-30 厘米土层中氨氮、硝态氮、全氮、有效磷和全磷的含量均随施肥量的减少（在用肥量减少 15%-45% 的范围内）而减少的趋势。CRF100%、CRF85%、CRF70% 和 CRF55% 处理氨氮、硝态氮、全氮、有效磷和全磷的含量差异达 1% 极显著水平。常规肥在不同用量处理对 0-30 厘米土层中氨氮、硝态氮、全氮、有效磷和全磷的含量的影响规律与控释肥一致。

控释肥和常规肥在相同用量条件下，0-30 厘米土层两种肥料处理比较可以看出，控释肥处理中氨氮、硝态氮、全氮、有效磷和全磷的含量均有比常规肥处理的高的趋势。两种肥料在四种水平处理下氨氮、硝态氮、全氮、有效磷和全磷的含量差异达 1% 极显著水平。

以上结果说明：在用肥量减少 15%-45% 的范围内，控释肥和常规肥在 0-30 厘米土层中氨氮、硝态氮、全氮、有效磷和全磷的含量均随施肥量的减少而显著降低。相同用量条件下，控释肥处理在 0-30 厘米土层中氨氮、硝态氮、全氮、有效磷和全磷的含量均比常规肥处理的高，差异达极显著水平。

2.1.2 控释肥和常规肥不同用量对 30-60 厘米土壤氮和磷的影响

从表 3 可以看出，常规肥在不同用量处理 30-60 厘米土层中氨氮、硝态氮、全氮、有效磷和全磷的含量均随施肥量的减少而有不同程度的降低。CF100% 处理氨氮差异与 CF85% 处理比较达到 5% 显著水平，与 CF70%

和 CF55% 处理氨氮差异达到 1% 极显著水平；CF100% 与 CF85%、CF70% 和 CF55% 处理硝态氮和全氮含量差异达 1% 极显著水平。CF100% 与 CF85%、CF70% 和 CF55% 处理间有效磷和全磷含量差异达 1% 极显著水平。

控释肥在不同用量处理 30-60 厘米土层中氨氮、硝态氮、全氮、有效磷和全磷的含量均随施肥量的减少而减少。其中，CRF100% 与 CRF85% 处理氨氮含量差异达 5% 极显著水平，与 CRF70% 和 CRF55% 处理氨氮含量差异达 1% 极显著水平；CRF100% 与 CRF85%、CRF70% 和 CRF55% 处理硝态氮和全氮含量相比差异达 1% 极显著水平。CRF100% 和 CRF55% 处理间有效磷和全磷含量差异均达 1% 极显著水平。

在相同用量条件下，30-60 厘米土层两种肥料处理比较可以看出，控释肥处理中氨氮、硝态氮、全氮、有效磷和全磷的含量均比常规肥处理的含量低，大部分差异达到 5% 的显著水平，呈现明显的规律性。

以上分析得出：在用肥量减少 15%-45% 的范围内，控释肥和常规肥在 30-60 厘米土层中氨氮、硝态氮、全氮、有效磷和全磷的含量均随施肥量的减少而显著降低。相同用量条件下，控释肥处理在 30-60 厘米土层中氨氮、硝态氮、全氮、有效磷和全磷的含量均比常规肥处理的显著降低。说明控释肥能显著降低 NP 向深层土壤中的移动。

2.2 控释肥和常规肥对桂花苗圃地下渗水污染物的影响

控释肥和常规肥不同用量对桂花苗圃地下渗水污染物的影响见表 4。

氨氮、硝酸盐氮、总氮、水溶性总磷、总磷、化学需氧量、五日生化需氧量和悬浮物的含量是衡量水体污染的重要指标。

表 3 控释肥和常规肥不同用量对 0-30 厘米土壤氮和磷的影响

处理	氨态氮	硝态氮	全氮 (%)	有效磷 (毫克/公斤)	全磷 (%)
	(毫克/公斤)				
CK	1.5Gg	1.8Hh	0.024Gg	2.3Fg	0.022Fh
CF100%	10.2Aa	12.1Aa	0.188ABa	9.3Aa	0.090Aa
CRF100%	8.9BCc	11.4Bb	0.192Aa	8.3Bb	0.083Ab
CF85%	9.5ABb	11.0Bb	0.178BCb	7.4Cc	0.071Bc
CRF85%	8.2CDde	10.3Cc	0.170Cc	6.8CDd	0.064Bd
CF70%	8.7Ccd	9.2Dd	0.155Dd	6.5Dde	0.063BCd
CRF70%	7.8DEe	8.2Ee	0.147DEe	6.1DEe	0.055CDe
CF55%	7.2Eff	7.5Ff	0.141Ee	6.1DEe	0.047DEf
CRF55%	6.7Ff	6.3Gg	0.127Ff	5.4Ef	0.041Eg

从表4可以看出，常规肥在不同用量处理桂花苗圃地下渗水中氨氮、硝酸盐氮、总氮、水溶性总磷、化学需氧量、五日生化需氧量均随肥料用量减少而降低的趋势。CF100%、CF85%、CF70%和CF55%处理间氨氮含量比较达到5%显著水平，CF100%与其他处理间氨氮含量达1%极显著差异；CF100%和CF85%处理硝酸盐氮含量达到5%显著水平，CF100%和CF85%处理硝酸盐氮含量分别与CF70%和CF55%处理硝酸盐氮含量比较，其差异达1%极显著水平，CF70%和CF55%处理间硝酸盐氮含量达到极显著水平；CF100%与其他处理总氮含量比较，差异均达到1%极显著水平。CF100%、CF85%和CF70%处理间水溶性总磷含量差异达到1%极显著水平，CF70%和CF55%处理间水溶性总磷含量差异达到5%显著水平；常规肥各处理间总磷含量差异达到1%极显著水平。常规肥不同用量处理间化学需氧量含量差异均达到显著水平。五日生化需氧量含量差异达到极显著水平。

控释肥在不同用量处理桂花苗圃地下渗水中氨氮、硝酸盐氮、总氮、水溶性总磷、化学需氧量、五日生化需氧量随肥料用量减少而不同程度降低。CRF100%和CRF85%处理与CRF70%和CRF55%处理氨氮含量差异达5%显著水平；各处理间硝酸盐氮含量差异达到显著水平；CRF85%处理和CRF70%两处理总氮含量分别与CRF100%和CRF55%处理比较达到极显著水平。四个不同用量处理间水溶性总磷、总磷含量差异达极显著水平。CRF100%处理与其他三个减量处理间化学需氧量含量差异达到显著水平。CRF100%和CRF85%两处理分别与CRF70%和CRF55%处理比较五日生化需氧量含量差异达到显著水平。

控释肥和常规肥在相同用量条件下比较可以看出，控释肥处理中桂花苗圃地下渗水中氨氮、硝酸盐氮、总氮、水溶性总磷、化学需氧量、五日生化需氧量含量均比常规肥处理的含量低。其中，各个用量水平下控释肥和常规肥处理中氨氮含量差异达到极显著水平；除100%用量时控释肥和常规肥处理中硝酸盐氮含量的差异达到显著水平，其他用量时控释肥和常规肥处理中硝酸盐氮含量的差异达到极显著水平；除85%用量水平外，其他三个不同用量处理间控释肥和常规肥处理中的总氮含量比较差异达极显著水平。三个不同用量处理间控释肥和常规肥处理中的水溶性总磷含量差异达到极显著水平，85%处理下控释肥和常规肥中的总磷含量差异也达到显著水平。100%和70%处理中控释肥和常规肥中的化学需氧量含量差异达到极显著水平，85%处理中控释肥和常规肥中的化学需氧量含量差异达到显著水平。100%用量时控释肥和常规肥中的五日生化需氧量含量差异达到极显著水平，70%和55%用量时控释肥和常规肥中的五日生化需氧量含量差异达到显著水平。

从上述分析可以看出，控释肥和常规肥在不同用量处理桂花苗圃地下渗水中氨氮、硝酸盐氮、总氮、水溶性总磷、化学需氧量、五日生化需氧量均随肥料用量减少而显著降低。控释肥和常规肥在相同用量水平下，控释肥处理中桂花苗圃地下渗水中氨氮、硝酸盐氮、总氮、水溶性总磷、化学需氧量、五日生化需氧量含量均比常规肥处理的含量低。

2.3 控释肥和常规肥对地栽桂花径流水污染物的影响

控释肥和常规肥不同用量对桂花苗圃径流水污染物的影响见表5。

表4 控释肥和常规肥的不同用量对桂花苗圃地下渗水污染物的影响（毫克/升）

处理	氨氮	硝酸盐氮	总氮	水溶性总磷	总磷	化学需氧量	五日生化需氧量
CF100%	1.47Aa	6.6Aa	10.0Aa	0.122Aa	0.296Aa	9.7Aa	4.95Aa
CRF100%	0.77Cd	6.0Ab	9.0Bb	0.105Bb	0.269ABab	8.4Bb	3.98Bb
CF85%	1.28Bb	6.1Ab	8.7BCbc	0.107Bb	0.243BCb	8.4Bb	3.89Bb
CRF85%	0.69CDdc	5.5Bc	8.1CDc	0.094Cc	0.211CDc	7.5BCc	3.72BCbc
CF70%	1.19Bc	4.6Cd	8.3BCc	0.084Dd	0.181DEd	7.5BCc	3.47CDc
CRF70%	0.64CDef	3.9De	7.2Dd	0.073Ee	0.165Ed	6.5Dd	3.13Dd
CF55%	0.74Cd	3.6De	7.3Dd	0.076DEe	0.110Fe	6.7CDd	2.67Ee
CRF55%	0.60Df	2.9Ef	6.2Ee	0.063Ff	0.0909Fe	6.1Dd	2.33Ef

从表 5 可以看出, 常规肥在不同用量处理地栽桂花苗圃径流水中氨氮、硝酸盐氮、总氮、水溶性总磷、化学需氧量、五日生化需氧量随肥料用量减少而降低的趋势。各个用量下处理氨氮、硝酸盐氮、总氮、化学需氧量含量差异达到 1% 极显著水平。CF100%、CF85% 和 CF70% 处理间水溶性总磷、总磷和五日生化需氧量含量差异达到 5% 显著水平。

控释肥在不同用量处理桂花苗圃径流水中氨氮、硝酸盐氮、总氮、水溶性总磷、化学需氧量、五日生化需氧量随肥料用量减少而有不同程度的降低。CRF100% 处理和 CRF85% 两处理地栽桂花苗圃径流水中氨氮、硝酸盐氮含量分别与 CRF70% 和 CRF55% 处理比较达到极显著水平, 不同用量处理间总氮含量差异达到 1% 极显著水平。CRF100%、CRF85%、CRF70% 和 CRF55% 不同用量处理间水溶性总磷; 除 CRF70% 和 CRF55% 处理间总磷含量差异不显著外, 其余处理间总磷含量差异达 5% 显著水平; 四个不同用量处理间桂花苗圃径流水中化学需氧量和五日生化需氧量含量差异均达到 5% 显著水平。

控释肥和常规肥在相同用量条件下比较, 控释肥处理桂花苗圃径流水中氨氮、硝酸盐氮、总氮、水溶性总磷、化学需氧量、五日生化需氧量含量均比常规肥处理的含量低。其中, 100%、70% 和 55% 用量水平下控释肥和常规肥处理桂花苗圃径流水中氨氮含量的差异达到 1% 极显著水平, 85% 用量水平下控释肥和常规肥处理桂花苗圃径流水中氨氮含量的差异达到 5% 显著水平; 100% 和 55% 用量水平下控释肥和常规肥处理桂花苗圃径流水中硝酸盐氮含量的差异达到 1% 极显著水平, 75% 用量水平下控释肥和常规肥处理桂花苗圃径流水中硝酸盐氮含量的差异达到 5% 显著水平; 100%、85% 和 70% 用量水平下控释肥和常规肥处理桂花苗圃径流水中总氮含量的差异达到 1%

极显著水平, 55% 用量水平下控释肥和常规肥处理桂花苗圃径流水中总氮含量的差异达到 5% 显著水平。100% 与 85% 处理间水溶性总磷含量差异达到极显著水平, 70% 处理间水溶性总磷含量差异达到显著水平; 100%、85%、70% 处理下控释肥和常规肥中的总磷含量差异达显著水平。70% 处理下控释肥和常规肥中的化学需氧量含量差异达显著水平。85%、70% 和 55% 处理下控释肥和常规肥桂花苗圃径流水中的五日生化需氧量含量差异达显著水平。

由此可见, 控释肥和常规肥在不同用量处理桂花苗圃径流水中氨氮、硝酸盐氮、总氮、水溶性总磷、化学需氧量、五日生化需氧量随肥料用量减少而有不同程度的降低, 差异显著。相同用量条件下比较, 控释肥处理桂花苗圃径流水中氨氮、硝酸盐氮、总氮、水溶性总磷、化学需氧量、五日生化需氧量含量均比常规肥处理的含量低。

3 结论

3.1 控释肥和常规肥在用肥量减少 15%—45% 的范围内对桂花 0—30 厘米、30—60 厘米土层中氨氮、硝态氮、全氮、有效磷和全磷的含量随肥料用量的减少而有不同程度的降低。在不影响桂花苗圃生长情况下, 降低肥料的用量 15%—45% 可以明显减少地栽桂花苗 0—30 厘米和 30—60 厘米土层中的氮磷面源污染物含量。

控释肥和常规肥相同用量处理比较, 桂花苗 0—30 厘米土层控释肥处理中氨氮、硝态氮、全氮、有效磷和全磷的含量均比常规肥处理的高, 而 30—60 厘米土层控释肥处理中氨氮、硝态氮、全氮、有效磷和全磷的含量均比常规肥处理的低。说明控释肥能有效保持 NP 养分在耕层中的含量, 防止 NP 的流失。

表 5 控释肥和常规肥不同用量对桂花苗圃径流水中污染物的影响 (毫克/升)

处理	氨氮	硝酸盐氮	总氮	水溶性总磷	总磷	化学需氧量	五日生化需氧量
CF100%	2.79Aa	10.62Aa	14.1Aa	0.395Aa	0.680Aa	23.16Aa	6.56Aa
CRF100%	2.61Bb	9.98Bb	12.9Bb	0.281Bb	0.594ABb	21.43ABab	6.24ABa
CF85%	2.60Bb	9.77Bbc	12.3Bb	0.321Bb	0.551ABb	19.78Bbc	5.64BCb
CRF85%	2.48Bc	9.40Bc	10.7Cc	0.275Cc	0.471BCc	19.29Bc	5.27CDc
CF70%	2.21Cd	8.09Cd	8.9Dd	0.251CDc	0.448BCc	16.10Cd	5.23CDc
CRF70%	2.00De	7.54CDe	7.8Ee	0.209CDd	0.375Cd	13.96CDe	4.67DEd
CF55%	1.88Df	7.22DEf	6.5Ff	0.205DEde	0.369Cd	11.97DEef	4.34Ed
CRF55%	1.69Fg	6.80Eg	5.7Fg	0.179Ee	0.331Cd	10.68Ef	3.97Ee

3.2 控释肥和常规肥在用量减少 15% - 45% 范围内桂花苗圃地下渗水和径流水中氨氮、硝酸盐氮、总氮、水溶性总磷、化学需氧量和五日生化需氧量随肥料用量减少而显著降低。因此,在不影响桂花苗圃生长情况下,减量施肥 15% - 45% 可以大大降低桂花苗圃地下渗水和径流水中的面源污染物含量。

控释肥和常规肥相同用量处理比较,控释肥处理桂花苗圃地下渗水和径流水、以及袋栽桂花渗漏水中氨氮、硝酸盐氮、总氮、水溶性总磷、化学需氧量、五日生化需氧量含量均比常规肥处理的含量低,大部分处理差异达到显著以上。由此可见,控释肥可以有效降低桂花苗圃地下渗

水和径流水中的面源污染物含量。

综上所述,施用控释肥能减少耕层土壤 NP 损失,减少地下渗水和径流水的各项面源污染指标,降低了苗圃的面源污染的风险。同时,还达到减少施肥次数,节省劳力提高劳动效率目的。

在保证桂花苗正常生长的前提下,推荐在习惯施肥 16 公斤 N / 亩、6.7 公斤 P_2O_5 / 亩和 4 公斤 K_2O / 亩的基础上减少用肥量 15% - 45%,可以降低桂花苗圃深层土壤、地下渗水和径流水中的面源污染物含量,降低了桂花苗圃的面源污染,为控释肥的大面积推广及减轻农业面源污染等提供了科学依据。

参考文献

- [1] 郭敏,等.农业面源污染的成因及控制对策[J].河北农业科学,2009,13(4):93-96.
- [2] 杨帆,等.2013 年我国种植业化肥施用状况分析[J].植物营养与肥科学报,2015,21(1):217-225.
- [3] 张维理,等.中国农业面源污染控制中存在问题分析[A].全国农业面源污染与综合防治学术研讨会论文集[C],2004,1-8.
- [4] 胡心亮,等.农业面源污染现状及防治对策[J].贵州农业科学,2011,39(6):211-215.
- [5] 薛利红.农村面源污染治理的“4R”理论与工程实践——源头减量技术[J].农业环境科学学报,2013,32(5):881-888.
- [6] 樊小林,等.控释肥料与平衡施肥和提高肥料利用率[J].植物营养与肥科学报,1998,4(3):219-223.
- [7] 王亮,等.新型缓控释肥的研究现状及展望[J].吉林农业科学,2008,33(4):38-42.