

净化雨水与自来水对园林植物生长影响试验

冯婧芝¹, 王博², 仝玉琴²

(1.西安市未央区农产品质量检验监测中心, 陕西 西安 710000; 2.咸阳职业技术学院, 陕西 西咸新区 712046)

摘要: 目的 在不添加任何肥料的前提下, 用无土栽培的方式, 测试并对比沉降净化雨水与自来水对玉簪 (*Hosta plantaginea* (Lam.) Aschers) 及黄毛草莓 (*F. nilgrrensis* Schlecht.) 生长的影响。方法 以珍珠岩为栽培基质, 以园林草本植物玉簪及黄毛草莓为试材, 对比研究在只灌溉2种水而不添加任何肥料的情况下, 2种待测植物的病害发生率、株平均叶片数量、平均叶面积大小、叶片叶绿素含量、地上部分鲜重、地下部分鲜重及黄毛草莓的株平均分枝数、平均枝长、平均根长等指标。结果 较之于自来水, 沉降净化雨水对这2种园林植物的形态结构、生物量及叶绿素含量等指标均有正向影响。结论 沉降净化雨水可代替自来水用以灌溉园林植物, 从而在一定程度上起到节约用水的目的。

关键词: 沉降净化雨水; 自来水; 无土栽培; 玉簪; 黄毛草莓

中图分类号: S715.2

文献标识码: A

文章编号: 94047- (2020) 01-044-05

当前, 随着人口的增长及社会生产的发展, 人类对水的需求越来越多, 从而造成了世界范围内普遍缺水的问题, 尤其在大城市, 缺水问题更加突出, 有些城市, 由于地下水的过度开采, 甚至出现局部地域地面下沉的现象^[1-9]。同时, 由于城市的房屋、街市、广场、道路等非绿地的大量存在与发展, 雨水很难及时大量渗入地下, 形成大雨时大量地表径流涌入江河白白流失, 甚至形成洪灾、内涝, 而天旱时又没有充分的地下水供应, 市民用水和植物用水矛盾加剧。为了降低对地下水的过度开采, 世界各地的人们都在水的回收利用方面进行了大量的研究^[10-15], 其中, 雨水的收集、净化处理及再利用问题, 已在全球范围内得到重视和研究^[14-18], 但在园林绿化中用雨水来替代自来水灌溉植物的科学试验及结论, 依然比较缺乏。

本研究希望通过试验的手段, 验证收集的雨水经沉降净化后灌溉园林植物的可行性, 从而提高雨水的回收利用率, 减少城市园林对自来水的过度依赖, 进而降低城市地下水的开采。

1 材料与方法

1.1 试验场地、材料及仪器设备

1.1.1 试验场地情况 试验场地为咸阳职业技术学院园林植物实习园地。该地地处关中平原中部, 东经E108° 44' 24", 北纬N34° 18', 海拔385m。

1.1.2 试验材料 试验用植物材料为普通园林植物玉簪及黄毛草莓。试验灌溉水为该园地收集、沉降净化的雨水及校园自来水。

1.1.3 仪器及设备 托普云牌植物营养测定仪 (TYS-3N), 其中叶绿素精度为±0.3SPAD, 氮含量精度为±0.5单位; 电导率测定仪, 为上海雷磁 DDS-307台式电导率仪, 测量范围为1-3000US/cm, 精度为±0.5%FS; PH仪, 为西化仪 (北京) 科技有限公司生产的ST10/PHS-711A型; 测量范围为30cm的普通钢直尺; 市售普通圆柱形塑料花盆, 规格为: 下底直径×高×上口直径=20 cm×25 cm×28 cm。

1.2 试验设计及数据处理

以珍珠岩为基质, 以塑料花盆为容器, 用无土栽培的方式, 分别单株盆栽相同规格的园林草本植物玉簪40盆, 及相同规格的黄毛草莓40盆, 正常栽培养护。其中, 40盆玉簪分2组进行养护: 20盆用自来水灌溉, 另外20盆用沉降净化雨水进行灌溉; 40盆草莓也分2组, 一组20盆, 分别用自来水及沉降净化雨水进行灌溉。栽培养护期间, 不添加任何肥

收稿日期: 2020-01-07

作者简介: 冯婧芝 (1969—), 女, 陕西蓝田人, 工程师, 主要从事农业技术推广与管理工作。

料,也不进行病虫害防治,让其在自然、全光照条件下生长,观察2种园林植物的生长情况,并从2019年4月20日开始,每隔10天,持续测量并记录植物叶片的叶绿素含量、氮素含量,同时,及时记录植株病害的发生情况。2019年8月20日实验结束时,测量、统计并对比2种试验植物分别在沉降净化雨水及自来水灌溉条件下的株平均叶片数、平均叶面积大小、平均株地上部分及地下部分鲜重、病虫害发生率、叶片中叶绿素及氮素营养含量及其变化规律等试验指标。用excel进行数据记录、处理及绘图。

为保证试验结果不被外界水分干扰,试验在简易拱棚中进行。晴天的白天,拱棚不覆盖。阴雨天及晚上,拱棚用塑料布从顶部覆盖至棚的腰部,保持通风,但又不让雨水淋上试验花盆。

自来水及沉降净化雨水分别用50 L容积的塑料桶盛放,以定时、定量滴灌的方式,对栽有2中园林植物的花盆进行灌溉。其中,自来水直接取自实习园地的水龙头,沉降净化雨水为下雨时,从楼顶、园地、苗圃、花圃地及路面等通过盲沟流进地下蓄水池的雨水,经过沉降净化后,用小水泵从蓄水池抽取位于中部以上的水分。

1.3 试验过程

试验于2019年4月10日开始,到2019年8月20日结束。将拱棚、操作台、花盆、珍珠岩等试验材料准备好后,开始栽培试验。

1.3.1 植物材料的准备 A、玉簪的准备:2019年4月10日,在校园玉簪花圃地,随机采挖即将萌芽的玉簪若干株,用水浸泡并洗涮干净根上泥土,晾干水分,称取外形大小相似、重量为80g左右的玉簪40株待用。B、黄毛草莓的准备:在农林学院实习场地的野生草莓标本地,选取已开始生长、由节芽萌发而成的一年生草莓苗若干株,带土坨挖出,用水浸泡并洗净泥土,试验苗选取标准为植株健壮、有5-6片饱满新叶、4-5条根。

1.3.2 植物材料的上盆 用半湿状态的珍珠岩(用去

离子水喷洒拌湿,防止粉尘呛人)做基质,将选好、洗净园土的40株玉簪及40株黄毛草莓,按1盆1株的形式栽入花盆,再用去离子水喷洒浇透。

1.3.4 栽培养护 将40盆玉簪及40盆黄毛草莓分别分成2组,每种植物、每组20盆。然后,将它们均匀摆放在简易拱棚内的铝合金格栅型操作台上,布好滴灌管。每种待试植物,一组20盆用沉降净化雨水浇灌,另一组20盆用自来水浇灌。滴灌速度调节为盆中基质湿润又没有液体渗出的程度。花盆摆放时,间距均30cm左右,使其互不遮挡,不影响通风、透光。

1.3.5 实验数据的测取及记录 植物上盆养护10天后,植物基本完成缓苗。从4月20日起,每隔10天,用植物营养测定仪,随机测取每株植物不同部位的叶片的叶绿素含量SPAD值、叶片N素含量值,并按滴灌水质分组情况的不同进行平均并记录,亦即每次测量,每种植物均按分组的不同进行测量、记录和平均:2种4组中,每一组的每一盆植物只随机测取1个数据,然后将20个数据相加再除以20,得到该日期、该种植物、该指标的平均值并记录。同时,在养护的过程中,观察其病害发生情况,分别进行记录。

8月20日,将每组植物分别倒出,冲干净根系所附着的珍珠岩,并逐一记录每株植物的叶片数、根数,测定并记录玉簪每片叶片的面积,测定并记录每株植物每条根的根长,然后,从根、茎结合部用小刀将试验植物切断,分别称取每株植物的地上部分鲜重及地下部分鲜重。待测完所有数据后,将记录的数据按不同的植物、不同的分组进行平均,得到试验结果。

2 试验结果与分析

2.1 沉降净化雨水及自来水对玉簪生长的影响

沉降净化雨水及自来水灌溉对玉簪生长的影响见表1。

表1 沉降净化水与自来水对玉簪生长的影响

	病害发生量(株)	死亡量(株)	株平均新生叶片数(枚)	平均叶面积(cm ²)	株平均地上部分鲜重(mg)	株平均地下部分鲜重(mg)	株平均地下部分鲜重增加(mg)
沉降净化雨水	2	0	9.3	128	65.15	112.9	32.9
自来水	9	4	7.6	78	31.21	49.3	-30.7
雨水/自来水			1.22	1.64	2.09	2.03	

由表1中可见：经过从4月10日到8月20日的无土栽培养护，以自来水为灌溉水源的玉簪，病虫害发生量为沉降净化雨水灌溉的4.5倍，植株死亡4株，且植株地下部分鲜重较开始栽培时的80mg减少了30.7mg（49.3mg - 80mg）；而以沉降净化雨水为灌溉水源的玉簪，植株0死亡，且地下部分鲜重增加32.9mg（112.9mg - 80mg）。同时，以沉降净化雨水为灌溉水源的试验组中，在株新生叶片数、平均叶面积、株平均地上部分鲜重及株平均地下部分鲜重，分别是用自来水灌溉试验组的1.22倍、1.64倍、2.09倍及2.03倍。可见，在该项试验中，沉降净化水较之于自来水，有较大优势。

沉降净化雨水及自来水灌溉对玉簪叶片叶绿素（SPAD）含量的影响曲线见图1。

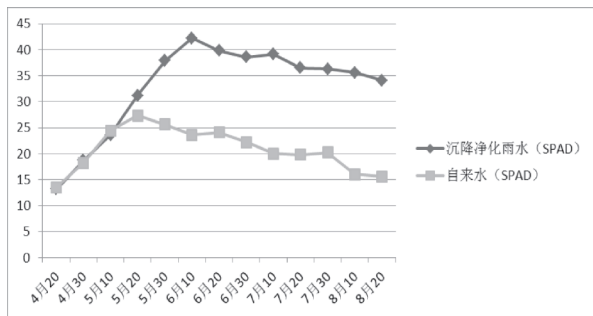


图1 沉降净化雨水及自来水灌溉条件下，玉簪叶片叶绿素（SPAD）含量随时间变化曲线

又图1可见：2组玉簪叶片中叶绿素含量，在试验初基本一样，随着时间的推移，叶片中的叶绿素含量升高，5月20号左右，自来水灌溉组的叶绿素

含量达到最高值，随后缓慢下降，到8月20日，其值已基本接近4月20日的测量值；沉降净化雨水灌溉组中，叶片中叶绿素的含量到6月30日左右才达到最高点，然后，随着时间的推移，叶绿素含量在一个较高的水平上呈缓慢下降的趋势，到8月20日试验结束时，叶片中叶绿素的含量依然较高，为4月20日含量的2倍多。

叶片中营养元素氮素（N）的含量随时间的变化曲线图，见图2。从图2可见，叶片中营养元素氮素（N）含量随时间的变化与叶片中叶绿素含量变化基本一致。可见，叶片中营养元素氮素的含量与叶绿素的含量有对应关系：叶片中营养元素氮素（N）的含量，与叶片叶绿素含量相关联，氮素含量的变化影响叶绿素含量，同时，叶绿素含量的变化，体现氮素含量的变化^[19]。

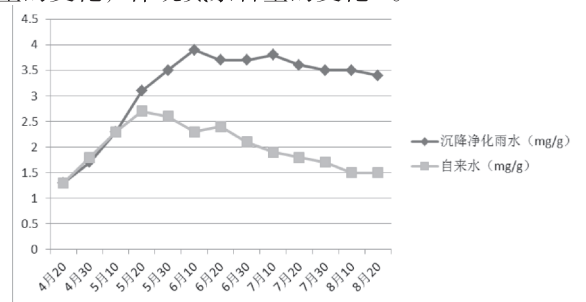


图2 沉降净化雨水及自来水灌溉条件下，玉簪叶片N元素含量（mg/g）随时间变化曲线

2.2 沉降净化雨水与自来水对黄毛草莓生长的影响

沉降净化雨水及自来水灌溉对黄毛草莓生长的影响见表2。

表2 沉降净化雨水与自来水对黄毛草莓生长的影响

	病害发生率 (株)	死亡率 (株)	株平均分 枝数(个)	平均枝长 (cm)	枝平均分 节数(个)	株平均 叶片数 (枚)	平均根长 (cm)
沉降净化雨水	3	1	3.8	19.6	5.1	51.3	9.8
自来水	9	3	4.1	11.2	4.0	32.1	5.3
沉降净化雨水/ 自来水			0.93	1.75	1.28	1.60	1.85

由表2可见：经过从4月10日到8月20日的栽培养护，以自来水为灌溉水源的黄毛草莓的病虫害发生量为沉降净化雨水灌溉的3倍，植株死亡3株；而用沉降净化雨水为灌溉水源的黄毛草莓，植株死亡1株，同时，在平均枝长、株平均叶数及平均根长方面，分别是用自来水灌溉试验组的1.75倍、1.60倍及1.85倍，较之于自来水灌溉组，优势明显。而在株平均分枝数、枝平均分节数方面，2组

试验所得的数据基本相似，这可能是由于草莓萌发较早，在实验开始时植株的分枝都已经完成，且枝的分节也在初夏旺盛生长时也基本完成，后期生长主要集中在枝条及根的伸长生长，以及叶片个数的生长上。

沉降净化雨水及自来水灌溉对黄毛草莓叶片叶绿素（SPAD）含量及对叶片营养元素氮素（N）的影响曲线见图3及图4。

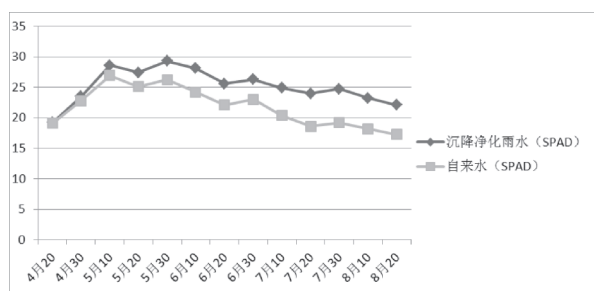


图3 沉降净化雨水及自来水灌溉条件下，黄毛草莓叶片叶绿素（SPAD）含量随时间变化曲线

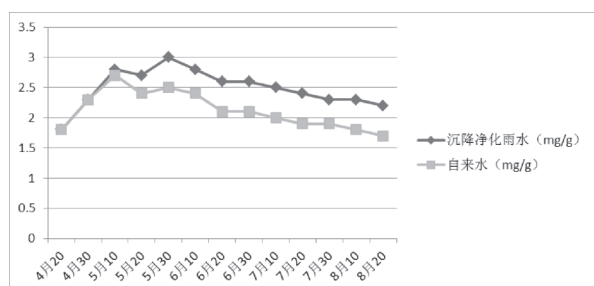


图4 沉降净化雨水及自来水灌溉条件下，黄毛草莓叶片营养元素氮素（N）含量（mg/g）随时间变化曲线

又图3可见：黄毛草莓叶片中的叶绿素含量，在试验初2组试验植物基本一样。随着时间的推移，叶片中的叶绿素含量升高，5月10号左右，自来水灌溉组的叶绿素含量达到最高值，随后波浪状缓慢下降，8月20日，其值已低于4月20日试验时的测量值；沉降净化雨水灌溉组中，叶片中叶绿素的含量到5月30日达到最高点，随后，该值缓慢下降，到8月20日试验结束时，叶片中叶绿素的含量稍高于4月20日试验开始时所测的值。

同样，通过观察图4的数据和变化趋势，可见在黄毛草莓的栽培试验中，叶片中叶绿素的含量与叶片营养元素氮素（N）含量有对应的相关性[19]。

2.3 自来水及沉降净化水对2种植物生长影响的共性分析

综合分析2种植物的2组试验可以发现：无论是玉簪还是黄毛草莓，用沉降净化雨水灌溉组相对于自来水灌溉组，均表现出明显优势。通过对自来水和沉降净化雨水的PH值及电导率的测定（表3），发现：

A、沉降净化雨水的酸碱性接近中性，而自来水稍偏酸性，这可能是由于自来水含有消毒剂次氯酸的缘故，而其中的Cl⁻对植物的根系生长有抑制作用[19]，这可能是玉簪地下部分鲜重及黄毛草莓平均根长不如在沉降净化组表现好的原因之一；

B、在电导率一栏可见，沉降净化雨水的电导率远远高于自来水的电导率，约为其3倍以上，而电导率主要是由溶于水中的矿物质离子形成的，可见沉降净化雨水中矿物离子的含量远大于自来水中的含量，而在较长的栽培试验中，相对而言，用沉降净化水灌溉的植物可以得到比较充分的矿质营养供给，而用自来水栽培的植物，则矿质营养供应不足，植物生长较弱，抗病能力差，容易发生病害，死亡率也稍高；

C、由于2种植物均采用无土栽培，在整个栽培过程中只灌溉沉降净化雨水或者自来水，不添加任何肥料，所以，试验中2种4组植物生长的中、后期，均出现营养不良现象，叶片中叶绿素及N素含量均呈逐渐降低的趋势。

表3 沉降净化水与自来水PH值及电导率的对比

样本	沉降净化雨水	自来水	河水
PH	7.65	4.61	8.28
电导率 (us/cm)	1983	569	1766

3 结论与讨论

该试验未对沉降净化雨水及自来水中的有机营养物含量OD值进行测定，也未对具体的矿物质离子成分及含量进行测定，所以尚不能断定沉降净化水中有有机物对试验结果的影响的大小，这一点，在以后的相关试验中，应予以考虑。同时，该实验测定了渭河河水的PH值及电导率（表3），由表3可见，沉降净化水的2项指标数值，与渭河河水基本相似，而河水是园林灌溉和农田灌溉的常用水源。

综上，通过2种园林草本植物在以沉降净化雨水及自来水为灌溉水源的无土栽培试验，得到结论：沉降净化雨可以用来灌溉园林植物，其灌溉效果优于自来水。沉降净化雨水的酸碱性及电导率指标，均与河水相似，在城市绿化中，可大量收集雨水，经沉降净化后用来灌溉园林绿地，从而起到使园林植物生长健壮、节约城市自来水及减少水源浪费的目的。

参考文献

- [1] 严伟, 樊金红, 王红武. 典型缺水城市多水源水质评价和水量平衡分析[J]. 水资源与水工程学报, 2019(05): 46-51.

- [2]付意成,邢乃春,赵进勇,张守平,张剑.北方缺水城市水资源短缺问题解决策略研究——以廊坊市为例[J].中国农村水利水电,2017(11):1-5.
- [3]张中旺,赵欣.缺水城市的人口和用地规模定量评价[J].安徽农业科学,2010(13):6863-6864+6884.
- [4]任学慧,田红霞.缺水城市水资源补偿恢复能力研究——以大连市为例[J].国土与自然资源研究,2006(03):69-70.
- [5]吴玉成,吕娟,屈艳萍.城市干旱及干旱指标初探[J].中国防汛抗旱,2010(02):35-37.
- [6]刘晓君,付汉良,孙伟.西北干旱缺水城市污水再生利用系统决策优化[J].环境工程学报,2017(01):211-217.
- [7]匡跃辉.长株潭城市群缺水现状、原因及对策[J].中国城市经济,2012(02):28-29.
- [8]陈培樗,屠梅曾.建立城市可持续发展水价制度实现对水资源的合理配置——上海市水质型缺水问题的研究[J].中国物价,2005(06):37-40.
- [9]金冬梅,张继权,韩俊山.吉林省城市干旱缺水风险评价体系与模型研究[J].自然灾害学报,2005(06):100-104.
- [10]黄江歌.新加坡净水节水技术应用对我国缺水城市的启示[J].广东水利水电,2019(11):59-62.
- [11]朱文彬,吕爱锋,曲波.我国城市雨水资源化利用的效益评价[J].给水排水,2017(S1):123-127.
- [12]王嘉怡,李榜晏,付汉良,吴晓萍.节水型园林建设中市民社会行为特征及影响因素研究——以西安市为例[J].水土保持通报,2017(04):315-320.
- [13]陈荣,王晓昌,金鹏康,张琼华,刘言正.缺水城市雨污水再生处理和不同途径用水的关键技术与工程示范[J].2013(10):13-16+11-12.
- [14]胥卫平,司训练,李括.缺水城市雨洪资源利用及补偿机制未来研究方向探讨[J].干旱区资源与环境,2011(04):90-93.
- [15]汪洋,王健,王超阳.日本的雨水管理及其应用设施[J].现代园艺,2019(20):156-158.
- [16]袁琼,袁同印.雨水在节约型园林绿地建设中的应用[J].现代园艺,2014(05):83-84.
- [17]樊栋,王永强.建筑小区雨水利用设计浅析[J].给水排水,2010(S1):342-345.
- [18]汪慧贞,吴俊奇.城市雨水利用的技术与分析[J].工业用水与废水,2007(01):9-13.
- [19]刘佃林.植物生理学[M].北京,北京大学出版社,2010-01.

[责任编辑 王军利]

Experiment on the Effects of Purified Rainwater and Tap Water on the Growth of Garden Plants

FENG Jing-zhi¹, WANG bo², TONG Yu-qin²

(1.Agricultural Products Quality Inspection and Monitoring Center of Wei-yang District, Xi'an 710002;

2.Xianyang Vocational & Technical College, Xi-xian New District, Shaanxi 712046

Abstract: [Objective] To test and compare the effects of sedimentary purified rainwater and tap water on the growth of *Hosta Plantaginea* (Lam.) Aschers and *F. Nilgrensensis* Schlecht in soilless culture without adding any fertilizer. [Method] With Perlite as the culture medium, the garden herbaceous plant *Hosta Plantaginea* (Lam.) Aschers and *F. Nilgrensensis* Schlecht. as the test materials, contrast study in the condition of irrigating only the 2 kinds of water without any fertilizer, the disease incidence, leaf number, average leaf area, leaf chlorophyll content, fresh weight of aboveground part, fresh weight of underground part, average branch number, average branch length and average root length of *F. Nilgrensensis* Schlecht. were measured. [Result] Compared with tap water, precipitation had positive effects on the morphological structure, biomass and chlorophyll content of the two garden plants. [Conclusion] The precipitation purified rainwater can replace tap water to irrigate garden plants, which can save water to a certain extent.

Key words: sedimentary purified rainwater, tap water, soilless culture, *Hosta Plantaginea* (Lam.) Aschers, *F. Nilgrensensis* Schlecht