

江 君,李 欣,徐 飞,等. 3 个荷花品种对富营养水体和底泥中氮、磷去除能力比较研究[J]. 江苏农业科学,2018,46(8):296-299.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.08.072

3 个荷花品种对富营养水体和底泥中氮、磷去除能力比较研究

江 君¹,李 欣¹,徐 飞²,徐 君¹,姜红卫¹

(1. 江苏太湖地区农业科学研究所,江苏苏州 215155; 2. 江苏省苏州市吴中区农技植保推广站,江苏苏州 215104)

摘要:采用静态水培的方法,研究种植 3 个荷花品种秦淮花灯、荷塘情深、太空莲 36 号的富营养化水体和底泥中氮、磷含量的变化,比较不同品种间的生物性状和净化效果差异。结果表明,3 个荷花品种的株高和地上部分干物质量均表现为太空莲 36 号>荷塘情深>秦淮花灯。秦淮花灯、荷塘情深、太空莲 36 号对底泥中的总氮去除率分别为 30.24%、31.76%、37.90%,对总磷的去除率分别为 35.37%、36.07%、44.71%;对水体中总氮的去除率分别为 48.88%、61.67%、70.50%,对总磷的去除率分别为 64.39%、76.20%、80.16%。3 个荷花品种对铵态氮的去除率达到 99% 以上。太空莲 36 号对水体和底泥的净化效果较另外 2 个品种更好。

关键词:荷花;富营养化;底泥;水体;氮;磷;去除率

中图分类号: X52 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)08-0296-03

城市湖泊、河道等湿地景观水体富营养化是目前城市突出的环境问题之一,直接影响到市民健康和生活质量的提高。水生植物对氮、磷有很强的吸收和利用作用,同时发达的根系扎根在底泥中,防止底泥上浮,控制了内源营养盐释放,减少水体二次污染^[1-2],水生植物富集氮、磷的利用是治理、调节和抑制水体富营养化的有效途径^[3-6]。不同植物对氮、磷的去除效果有很大的差别,去除率变化范围为 20%~98%,植物修复水体是一种简单、经济、可持续的水体修复手段,在富营养化水体治理中得到广泛应用^[7-8]。

荷花(*Nelumbo nucifera*)是中国传统十大名花,分布面积广,易成活,在很多湿地系统中都作为优势水生植物,对水体中的氮、磷有很好的净化效果^[9-10]。荷花在净化水体的同时可以丰富植物的景观配置,兼具生态和经济价值。国内现有荷花品种达上千种之多,根据对荷花的认知和需求不同,荷花又分成籽莲、藕莲、花莲三大类型,各类型品种间性状差异明

显,生态、经济价值也各不相同^[11]。目前对荷花净化能力的研究报道中,利用的荷花品种比较单一,且大多集中在对水体中氮、磷去除效果的研究,较少关注底泥中氮、磷的去除效果。本研究以籽莲型品种太空莲 36 号、花莲型品种秦淮花灯和荷塘情深为试验材料,研究种植 3 个荷花品种的富营养化底泥和水中氮、磷含量的变化规律,比较不同品种对氮、磷的去除效果,旨在为推进不同荷花品种在受污染水体修复及人工湿地景观配置中的应用提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试荷花品种太空莲 36 号、秦淮花灯、荷塘情深,均来自江苏太湖地区农业科学研究所荷花种质资源圃。供试荷花品种基本性状见表 1。

表 1 供试荷花品种基本性状

品种名	栽培型	株型	花型	花色	育成单位
秦淮花灯	花莲	大株型	少瓣	淡红紫色	江苏南京艺莲苑花卉有限公司
荷塘情深	花莲	大株型	重瓣	复色	江苏太湖地区农业科学研究所
太空莲 36 号	籽莲	大株型	少瓣	淡红色	江西广昌白莲科学研究所

1.2 试验方法

试验在江苏太湖地区农业科学研究所塑料大棚中进行,

收稿日期:2017-01-05

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(15)1030];江苏省苏州市科技计划(编号:SYN201420);江苏省林业三新工程项目[编号:LYSX(2015)45]。

作者简介:江 君(1987—),男,江苏江阴人,硕士,助理研究员,主要从事园林植物研究。E-mail:jjd1246@163.com。

通信作者:姜红卫,硕士,副研究员,主要从事园林植物研究。E-mail:770666671@qq.com。

采用静态避雨栽培方式。2016 年 6 月初每个品种挑选大小一致、生长健壮的种藕 1 支,移栽入口径为 70 cm、高度为 65 cm 的荷花缸中,试验用水和底泥来自苏州市受污染的水塘,荷花生长过程中蒸发的水分用自来水进行补充,每个品种 3 个重复。在荷花的几个主要生育期进行取样分析。

1.3 测定内容与方法

采用凯氏定氮法测定土壤全氮含量,氢氧化钠熔融-钼锑抗比色法测定全磷含量。植物样品采用硫酸-双氧水消解凯氏定氮法测定全氮含量;钼锑抗比色法测全磷含量。采用靛酚蓝比色法测定水中铵态氮含量;紫外分光光度计测定水

中硝态氮含量;钼酸铵分光光度法测定水中总磷含量;碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法测定水中总氮含量。采用 Excel 2007 进行数据处理分析。

2 结果与分析

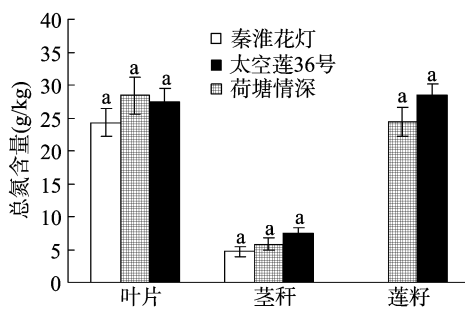
2.1 3 个荷花品种地上部分生长状况及养分含量

在富营养化条件下,3 个荷花品种生长状况良好,在荷花生育期结束时,对地上部分生物量烘干称质量,计算干物质质量。由表 2 可知,3 个品种的生物量和株高均表现为太空莲 36 号 > 荷塘情深 > 秦淮花灯,品种间株高无显著差异。太空莲 36 号地上部分干物质质量显著高于另外 2 个品种。籽莲型品种太空莲 36 号的莲籽干物质质量显著高于花莲型品种荷塘情深和秦淮花灯。秦淮花灯莲蓬不结实,地上部分生物量最小。

表 2 3 个荷花品种生长状况

品种	株高 (cm)	地上部分干物质 (g)	莲籽干物质质量 (g)
秦淮花灯	146.3 ± 4.5a	311.9 ± 32.5c	—
荷塘情深	152.0 ± 5.3a	458.2 ± 18.7b	101.1 ± 7.1b
太空莲 36 号	178.8 ± 15.9a	604.3 ± 11.6a	229.8 ± 17.3a

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。下同。



柱上不同小写字母表示品种间差异显著($P < 0.05$)

图 1 3 个荷花品种不同部位氮、磷含量

由图 1 可知,3 个荷花品种不同部位氮、磷含量差异较大。叶片和莲籽中的氮含量高于茎秆中的氮含量,品种间无显著差异。磷含量表现为莲籽 > 叶片 > 茎秆,秦淮花灯和太空莲 36 号叶片中磷含量显著高于荷塘情深;3 个品种茎秆中的磷含量差异显著,太空莲 36 号最高,荷塘情深最低;太空莲 36 号和荷塘情深莲籽中的磷含量无显著差异。

2.2 底泥中氮、磷浓度变化

从图 2 可以看出,种植不同荷花品种的底泥中总氮、总磷浓度的变化趋势较为一致,随着荷花的生长,底泥中总氮、总磷浓度逐渐降低。从移栽期至始花期(6 月 9 日至 8 月 11 日),荷花快速生长需要大量的养分,通过根部吸收底泥中的氮、磷元素,因此底泥中总氮、总磷浓度降低幅度较大。太空莲 36 号和荷塘情深的底泥中总氮含量在生育后期仍有较大幅度的降低,可能是在生育后期莲籽膨大,积累营养物质所致。整个生育期种植秦淮花灯的底泥中,总氮浓度从 1.94 g/L 降低至 1.35 g/L,总磷浓度从 419.33 mg/L 降低至 270.82 mg/L;种植荷塘情深的底泥中总氮浓度从 1.98 g/L 降低至 1.35 g/L,总磷浓度从 417.35 mg/L 降低至 267.11 mg/L;种植太空莲 36 号的底泥中总氮浓度从 2.01 g/L 降低至 1.25 g/L,总磷浓度从 406.66 mg/L 降低至 224.46 mg/L。

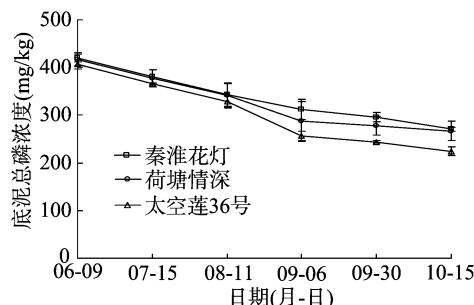
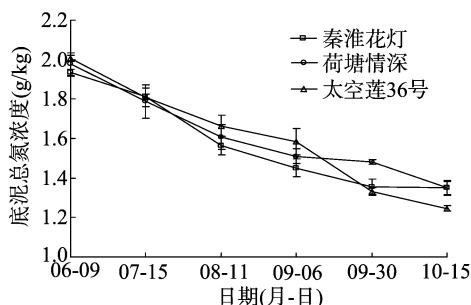
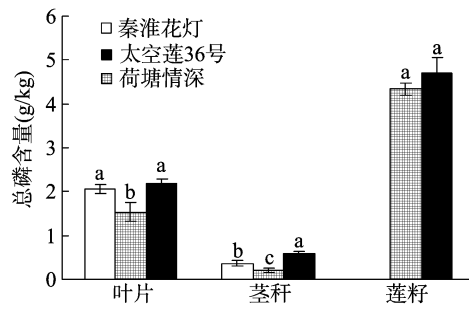


图 2 底泥中氮、磷浓度变化

2.3 水体中氮、磷浓度变化

由图 3 可以看出,种植 3 个荷花品种的水体中总氮、总磷浓度随着时间的延长不断降低,末花期(9 月 30 日)后,水体中总氮、总磷浓度降低幅度趋于平缓。整个生育期,种植秦淮花灯的水体中总氮浓度从 43.57 mg/L 降低至 22.29 mg/L,总磷浓度从 0.61 mg/L 降低至 0.22 mg/L;种植荷塘情深的水体中总氮浓度从 49.07 mg/L 降低至 18.83 mg/L,总磷浓度从 0.63 mg/L 降低至 0.15 mg/L;种植太空莲 36 号的水体中总氮浓度从 49.55 mg/L 降低至 14.67 mg/L,总磷浓度从

0.64 mg/L 降低至 0.13 mg/L。

$\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 浓度与总氮浓度变化趋势相同,从移栽期至盛花期(6 月 9 日至 9 月 6 日), $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 浓度大幅度降低,9 月 6 日以后 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 浓度变化趋于稳定,整个生育期,秦淮花灯、荷塘情深、太空莲 36 号的 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 浓度分别从 21.54、23.38、25.49 mg/L 降低至 0.16、0.16、0.17 mg/L。

$\text{NO}_3^- - \text{N}$ 浓度变化趋势与总氮、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 浓度变化不同,呈现先升高后降低的趋势,出现这种现象可能与底泥及水体中存在大量的微生物有关,前期水体中 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 浓度较高,

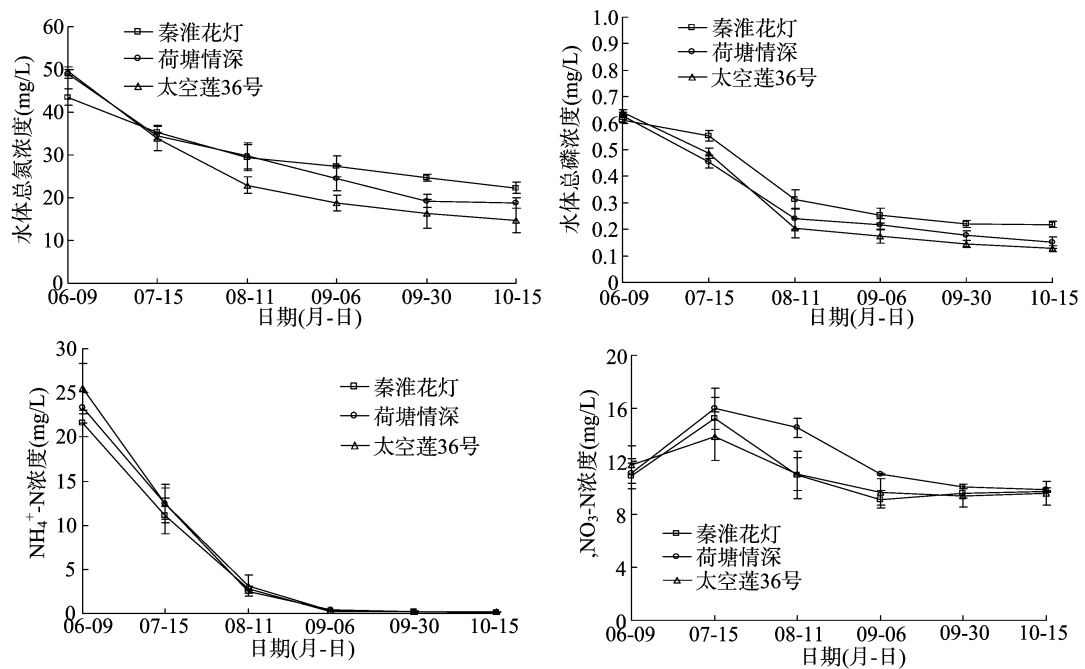


图3 水体中氮、磷浓度的变化

经过硝化作用转化为 NO₃ - N,此时硝化作用的强度大于反硝化作用,因此造成了 NO₃ - N 的积累。荷花生育后期 NO₃ - N 的浓度保持稳定,整个生育期种植 3 个荷花品种的水体中 NO₃ - N 浓度略微降低。

2.4 3 个荷花品种对底泥及水体净化效果分析

从表 3 可以看出,至荷花生育期结束,3 个荷花品种对底泥中总氮、总磷的去除率均表现为太空莲 36 号 > 荷塘情深 > 秦淮花灯。其中太空莲 36 号对底泥中总氮、总磷的去除率要显著高于其余 2 个品种。秦淮花灯和荷塘情深对底泥中总氮、总磷的去除率无显著差异。

从表 4 可以看出,3 个荷花品种对水体中总氮、总磷的去除率表现为太空莲 36 号 > 荷塘情深 > 秦淮花灯。太空莲 36

表 3 3 个荷花品种对底泥中氮、磷去除率

品种	去除率(%)	
	TN	TP
秦淮花灯	30.24 ± 1.31b	35.37 ± 2.30b
荷塘情深	31.76 ± 0.32b	36.07 ± 2.92b
太空莲 36 号	37.90 ± 0.21a	44.71 ± 3.62a

号显著高于秦淮花灯,荷塘情深与另外 2 个品种相比无显著差异。3 个荷花品种对水体中 NH₄⁺ - N 和 NO₃ - N 的去除率无显著差异;对 NH₄⁺ - N 的去除率均达到了 99% 以上,说明荷花可以有效的去除富营养化水体中的铵态氮;对 NO₃ - N 的去除率在 10% 左右,去除效果较差。

表 4 3 个荷花品种对水体中氮、磷去除率

品种	去除率(%)			
	TN	TP	NH ₄ ⁺ - N	NO ₃ ⁻ - N
秦淮花灯	48.88 ± 0.76b	64.39 ± 1.17b	99.28 ± 0.13a	10.61 ± 0.32a
荷塘情深	61.67 ± 1.77ab	76.20 ± 2.69ab	99.33 ± 0.21a	11.19 ± 0.32a
太空莲 36 号	70.50 ± 5.28a	80.16 ± 1.32a	99.34 ± 0.24a	18.54 ± 4.88a

3 结论与讨论

本研究中 3 个荷花品种间的株高和生物量不同,均表现为太空莲 36 号 > 荷塘情深 > 秦淮花灯。荷花的不同部位氮、磷含量不同,叶片和莲籽中氮、磷含量较高,茎秆中氮、磷含量较低。不同品种叶片和莲籽中的氮、磷含量无显著差异,茎秆中的磷含量品种间有一定的差异。

3 个荷花品种对富营养化水体和底泥中的氮、磷均具有较好的去除效果。对底泥中的总氮去除率为 30.24% ~ 37.90%,总磷去除率为 35.37% ~ 44.71%。对水体中总氮去除率为 48.88% ~ 70.50%,总磷去除率为 64.39% ~ 80.16%。对 NH₄⁺ - N 去除率可以达到 99% 以上。对供试的 3 个品种净化效果比较得出,太空莲 36 号的净化效果

最好。

底泥和水体是河道、湖泊等湿地生态系统的重要组成部分,其中底泥不仅可以间接反映水体的污染情况、水动力状态,且在外界水动力因素制约下向上覆水体释放营养成分,影响水质和富营养化过程^[12]。有研究显示,苏州河污水截流后,污染物排放大幅度削减,但河流水质并未出现预期的改善程度^[13]。河流和湖泊内源污染物的释出,类似于非点源污染,释放面积大,释放时间、途径和释放量具有不确定性^[14]。在底泥氮、磷污染严重情况下,通过置换上覆水虽然能在短期内能降低上覆水氮、磷浓度,但污染底泥有持续释放氮、磷的能力,释放的氮、磷足以维持富营养化需求^[15]。

不同类型水生植物在湿地净化中对污染物的去除能力存在较大的差别。荷花属于大型挺水植物,其发达的地下茎扎

张立生,温辉芹,裴自友,等. 太原市冬小麦播期农业热量资源突变分析[J]. 江苏农业科学,2018,46(8):299-303.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.08.073

太原市冬小麦播期农业热量资源突变分析

张立生,温辉芹,裴自友,王宏兵,程天灵,李 雪,朱 政

(山西省农业科学院作物科学研究所,山西太原 030031)

摘要:为了明确山西省太原市平原区冬小麦播期与温度及冬前积温的关系,研究气温变化对冬小麦播期的影响,选用日平均气温稳定通过 $15 \sim 18^{\circ}\text{C}$ 终日 and 越冬前 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温作为冬小麦播期确定的农业热量资源指标,利用统计方法分析太原市 1951—2010 年 60 年来的热量资源变化特点、趋势和突变特征。结果表明,太原市 60 年中 $\geq 18^{\circ}\text{C}$ 终日推迟了 $4 \sim 5 \text{ d}$, $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 终日推迟了 $2 \sim 3 \text{ d}$, 小麦冬前停止生长期推迟了 $4 \sim 5 \text{ d}$ 。从冬小麦播种的最适温度和冬前壮苗对越冬前积温要求的平均状况分析得出,太原市平原区冬小麦的最佳播期为 9 月 18—21 日。

关键词:冬小麦;播期;热量;积温;趋势;突变

中图分类号: S512.1⁺10.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)08-0299-05

太原市位于太原盆地北端,西、北、东三面环山,中、南为汾河河谷平原,属北温带大陆性气候。冬小麦为太原市平原区的主要粮食作物之一。充分合理利用当地农业气候资源进

收稿日期:2018-01-05

基金项目:山西省农业科学院自主创新能力提升工程项目(编号:2017zzcx-12);山西省科技攻关项目(编号:20150311001-3);山西省农业科学院科研项目(编号:17yzgc081);“十二五”农村领域国家科技计划(编号:2011AA100501);国家重点研发计划(编号:2017YFD0101002)。

作者简介:张立生(1963—),男,山西永和人,副研究员,主要从事小麦遗传育种及栽培技术研究。E-mail:zwsxs@126.com。

通信作者:温辉芹,硕士,研究员,主要从事小麦遗传育种及栽培技术研究。E-mail:w7580608@163.com。

根在底泥中,不仅对水体中的氮、磷具有较高的去除率,还能有效地吸附底泥中氮、磷,同时荷花有丰富的观赏价值,在河道、湖泊等生态治理方面具有较高的应用价值。荷花根据经济价值不同分为藕莲、籽莲、花莲,品种成百上千,如何挖掘不同类型、不同品种荷花的经济及生态功能,值得进一步研究探讨。

参考文献:

- [1] 邓文丽,刘均平,王晓星,等. 北京野鸭湖浮游植物群落结构与水质关系研究[J]. 湿地科学,2013,11(1):27-34.
- [2] Allinson G, Stagnitti F, Colville S, et al. Growth of floating aquatic macrophytes in alkaline industrial wastewaters [J]. Journal of Environmental Engineering, 2000, 126(12):1103-1107.
- [3] 方云英,杨肖娥,常会庆,等. 利用水生植物原位修复污染水体[J]. 应用生态学报,2008,19(2):407-412.
- [4] 张志勇,刘海琴,严少华,等. 水葫芦去除不同富营养化水体中氮、磷能力的比较[J]. 江苏农业学报,2009,25(5):1039-1046.
- [5] 宋玉芝,朱广伟,秦伯强. 太湖康山湾示范区水生植物对水体氮、磷控制的适用性分析[J]. 湖泊科学,2013,25(2):259-265.
- [6] 金树权,周金波,朱晓丽,等. 10 种水生植物的氮磷吸收和水质净化能力比较研究[J]. 农业环境科学学报,2010,29(8):1571-

行冬小麦适期播种,是促进形成冬前壮苗的关键技术之一^[1-2]。长期以来,当地农业生产中,习惯将农历“秋分”前后作为冬小麦的播种期。但随着全球气候变暖,我国冬小麦种植北界北移^[3-5],全生育期缩短^[6-7],播种期推迟^[8-13]。笔者利用太原地面气象观测站 1951—2010 年逐日日平均气温资料,对该市冬小麦播种至越冬前有关气候要素进行数理统计分析,确定气候变暖背景下冬小麦的适宜播种期,对指导该市冬小麦生产具有十分重要的指导意义。

1 材料与方法

1.1 材料来源

本研究所分析的数据来源于中国气象科学数据共享服务网(<http://cdc.cma.gov.cn/home.do>)山西省太原地面气象观

1575.

- [7] Ran N, Agami M, Oron G. A pilot study of constructed wetlands using duckweed (*Lemna gibba* L.) for treatment of domestic primary effluent in Israel [J]. Water Research, 2004, 38(9):2240-2247.
- [8] El-Shafai S A, El-Gohary F A, Nasr F A, et al. Nutrient recovery from domestic wastewater using a UASB-duckweed ponds system [J]. Bioresource Technology, 2007, 98(4):798-807.
- [9] 何连生,孟繁丽,孟 睿,等. 利用荷花治理白洋淀水体富营养化的原位围隔研究[J]. 湿地科学,2013,11(2):282-285.
- [10] 章志琴,方弟安,徐卫红,等. 荷花和睡莲对景观水净化的效果研究[J]. 江苏农业科学,2009(5):320-322.
- [11] 王其超,张行言. 中国荷花品种图志[M]. 北京:中国林业出版社,2005:10-11.
- [12] 王 佩,卢少勇,王殿武,等. 太湖湖滨带底泥氮、磷、有机质分布与污染评价[J]. 中国环境科学,2012,32(4):703-709.
- [13] 贺宝根,周乃晟,袁宣民. 底泥对河流二次污染浅析[J]. 环境污染与防治,1999(3):41-43.
- [14] 胡雪峰,高效江,陈振楼. 上海市郊河流底泥氮磷释放规律的初步研究[J]. 上海环境科学,2001,20(2):66-70.
- [15] 文 威,孙学明,孙淑娟,等. 海河底泥氮磷营养物静态释放模拟研究[J]. 农业环境科学学报,2008,27(1):295-300.