



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106865778 B

(45)授权公告日 2019.09.27

(21)申请号 201710183577.4

(22)申请日 2017.03.24

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106865778 A

(43)申请公布日 2017.06.20

(73)专利权人 北京林业大学

地址 100083 北京市海淀区清华东路35号

(72)发明人 罗芳丽 刘云鹏 于飞海

(74)专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限

公司 11002

代理人 王庆龙

(51)Int.Cl.

C02F 3/32(2006.01)

审查员 聂川

权利要求书1页 说明书4页

(54)发明名称

一种利用沉水植物的物种多样性净化水质的方法

(57)摘要

本发明提出一种利用沉水植物的物种多样性净化水质的方法,包括步骤:(1)选取在淡水湖泊和河流中常见的,能共生的,且均能通过茎节进行无性繁殖的沉水植物物种,构建包括1种、2种、3种和4种物种的不同物种多样性水平的沉水植物群落,(2)将构建的群落置于污水中,(3)经过30~50天后,取容器中的水样测定水质指标,判定最佳的净化水质的物种多样性水平以及在该多样性水平下最优的物种组合。本发明提出的方法能够有效降低水体总氮含量,提高水体透光度,抑制藻华的发生,有效恢复和保护湿地生态和服务功能,为退化湖泊湿地的生态修复提供科学的理论依据。

1. 一种利用沉水植物的物种多样性净化水质的方法,其特征在于,包括步骤:

(1) 针对待净化的淡水湖泊和河流,统计流域内常见的,能共生的,且均能通过茎节进行无性繁殖的沉水植物物种,选取4种优势物种,构建包括1种、2种、3种和4种物种的不同物种多样性的沉水植物群落,其中,1种物种的群落由1种植物构成, C_4^1 4种组合,共构建4个群落,每个群落每种植物种植12株;2种物种的群落由2种植物构成, C_4^2 6种组合,共构建6个群落,每个群落每种植物各种植6株,共12株;3种物种的群落由3种植物构成, C_4^3 共4种组合,共构建4个群落,每个群落每种植物各种植4株,共12株;4种物种的群落由4种植物构成, C_4^4 1种组合,共构建1个群落,每个群落每种植物各种植3株,共12株;

栽植植物的基质为粒径1~10mm的石英砂;植物栽植于基质中后,置于稀释60倍的霍兰格营养液中进行15~25天的恢复生长;

(2) 将构建的群落置于装有污水的容器中,容器的面积1600 cm^2 ,一个容器中放置一个植物群落;

所述污水中总氮(TN)含量为 $5\sim 8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$,总磷(TP)含量为 $0.4\sim 0.6\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$,总叶绿素a含量为 $0.05\sim 0.1 \text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$,化学需氧量为 $0.5\sim 1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$,微量元素含量为标准霍格兰营养液浓度的1/60;

(3) 经过50天后,取容器中的水样测定以下水质指标:总氮、叶绿素a含量、水面下5 cm处的透光率,判定水质净化能力最强的物种多样性水平以及在该多样性水平下最优的物种组合;

(4) 用所述最优的物种组合净化V类地表水。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,用2种或3种沉水植物构建植物群落。

一种利用沉水植物的物种多样性净化水质的方法

技术领域

[0001] 本发明属于水体净化技术领域,具体涉及一种利用沉水植物的物种多样性净化水质的方法。

背景技术

[0002] 湿地具有净化水体、涵养水源、调节气候、维持生物多样性等生态服务功能。健康的湿地生态系统往往具有发育良好的沉水植物群落作为其生产者。近年来,由于工业废水、农业废水及生活污水的大量排放,大量氮、磷等营养物质进入水体,引起藻类及其他浮游生物的迅速繁殖,沉水植物的生长受到严重抑制,甚至出现群落的衰退,最终导致湿地的自净能力急剧衰退。因此,恢复与重建湿地沉水植物群落对于有效恢复湿地的生态和服务功能具有十分重要的意义。

[0003] 在局域和区域尺度上,物种多样性均能显著影响生态系统的功能。大量大尺度的研究表明,在中等物种多样性水平下,群落的生产力最高。同时,在局域尺度的研究发现,群落多样性水平越高,其生态功能最强。例如,群落在高的物种多样性条件下具有较高的稳定性以有效抵御生物入侵。这些研究较多地关注陆生生态系统的物种多样性,然而,湿地植物群落物种多样性对其生态功能的影响还有待进一步研究?

[0004] 沉水植物群落的生态功能主要包括净水能力和抑藻能力。目前,国内外仅有少数学者对沉水植物群落物种多样性与其生态功能进行了研究。研究结果表明,物种多样性水平越高,沉水植物群落对水体总磷的吸收能力越强。因此,我们推测沉水植物群落的物种多样性越高,其净化水质的能力越强,抑制藻类生长的能力越强。这一推测还需要具体的实验来证明,并获得具有最优净水和抑藻能力的群落物种配置。

发明内容

[0005] 针对现有技术存在的不足之处,本发明的目的在于提出一种利用湿地沉水植物的物种多样性以达到净化水质和抑制藻华的最佳效果的方法,利用沉水植物的物种多样性实现净化水质的目标。

[0006] 实现本发明上述目的的技术方案为:

[0007] 一种利用沉水植物的物种多样性净化水质的方法,包括步骤:

[0008] (1) 选取在淡水湖泊和河流中常见的,能共生的,且均能通过茎节进行无性繁殖的沉水植物物种,构建包括1种、2种、3种和4种物种的不同物种多样性水平的沉水植物群落,一个群落中栽植12株植物;

[0009] (2) 将构建的群落置于装有污水的容器中,容器的面积1600cm²,一个容器中放置一个植物群落;

[0010] (3) 经过50天后,取容器中的水样测定以下水质指标:总氮、叶绿素a含量、水面下5cm处的透光率,判定净化水质能力最强的物种多样性水平。

[0011] 针对湿地易生长的植物品种,步骤(1)中,所述沉水植物为黑藻(Hydrilla

Hydrillaverticillata)、金鱼藻 (*Ceratophyllum demersum*)、狐尾藻 (*Myriophyllum verticillatum*) 和伊乐藻 (*Elodea nuttalli*) 4种,1种物种的群落由1种植物构成, C_4^1 4种组合,共构建4个群落;每个群落每种植物种植12株;2种物种的群落由2种植物构成, C_4^2 6种组合,共构建6个群落。每个群落每种植物各种植6株,共12株;3种物种的群落由3种植物构成, C_4^3 共4种组合,共构建4个群落。每个群落每种植物各种植4株,共12株;4种物种的群落由4种植物构成, C_4^4 1种组合,共构建1个群落,每个群落每种植物各种植3株,共12株。

[0012] 其中,栽植植物的基质为粒径1~10mm的石英砂;植物栽植于基质中后,置于稀释60倍的霍兰格营养液中15~25天。

[0013] 其中,步骤(2)中,所述污水中总氮(TN)含量为 $5\sim 8\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$,总磷(TP)含量为 $0.4\sim 0.6\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$,总叶绿素a含量为 $0.05\sim 0.1\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$,化学需氧量为 $0.5\sim 1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$,微量元素含量为标准霍格兰营养液浓度的1/60。

[0014] 根据国家标准,V类地表水TN和TP标准为: $\text{TN}\leq 2.0\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$; $\text{TP}\leq 0.4\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。本发明的试验过程中,选择比V类地表水更差的水质进行试验,其中总磷比V类地表水含量高30%,其他污染物按比例扩大。

[0015] 本发明的优选技术方案之一为:用黑藻 (*Hydrilla Hydrillaverticillata*)、金鱼藻 (*Ceratophyllum demersum*)、狐尾藻 (*Myriophyllum verticillatum*) 和伊乐藻 (*Elodea nuttalli*) 中的2种或3种构建植物群落,用于净化水质为V类的地表水。

[0016] 其中,中等物种多样性(2种或3种物种)水平下具有最强的降低水体富营养化和抑制藻华的能力,中等物种多样性水平下物种配置为:2种植物构建的群落,为狐尾藻+金鱼藻;或3种植物构建的群落,为金鱼藻+伊乐藻+黑藻。

[0017] 进一步地,针对待净化的淡水湖泊和河流,统计流域内常见的、能共生的沉水植物物种,以全部物种的50~80%构建中等物种多样性水平的植物群落,以达到最佳的净化水质的效果。

[0018] 本发明的有益效果在于:

[0019] 本发明提出的方法,在实验室可控条件下设置不同的沉水植物物种多样性水平的组合,针对影响水质的主要指标:总氮、叶绿素a和水体透光率进行检测和比较,确定了净化水质的最佳物种多样性水平以及在该多样性水平下最优的物种组合。该方法能够有效降低水体总氮含量,提高水体透光度以及抑制藻华的发生,有效恢复和保护湿地生态和服务功能,为退化湖泊湿地的生态修复提供科学的理论依据。

具体实施方式

[0020] 以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0021] 实施例1

[0022] (1) 选取在淡水湖泊和河流中常见的,能共生的,且均能通过茎节进行无性繁殖的沉水植物物种:黑藻 (*Hydrilla Hydrillaverticillata*)、金鱼藻 (*Ceratophyllum demersum*)、狐尾藻 (*Myriophyllum verticillatum*) 和伊乐藻 (*Elodea nuttalli*) 构建4种不同物种多样性水平的沉水植物群落;

[0023] (2) 从自然湖泊中采集这4种植物各240株进行实验材料的培养,每株长度为13cm,修除所有侧枝,注意勿使植株顶端受伤,避免选择开花的植株;

[0024] (3) 使用以上植物构建4种不同物种多样性水平的植物群落,包括1种、2种、3种和4种物种的植物群落,群落的构建方法如下:

[0025] 1种物种群落的构建:将每种植物的12株植株种植于一个花盆作为一个群落,5个重复,共构建4组合 \times 5重复=20个群落;

[0026] 2种物种群落的构建:将以上4种植物进行两两随机组合,共6种群落组合。每个群落中每个物种各种植6株,共12株种植于一个花盆作为一个群落,5个重复,共构建6组合 \times 5重复=30个群落;

[0027] 3种物种群落的构建:将以上4种植物进行3物种的随机组合,共4种群落组合。每个群落中每个物种的各种植4株,共12株种植于一个花盆作为一个群落,5个重复,共构建4组合 \times 5重复=20个群落;

[0028] 4种物种群落的构建:将以上4种植物进行4物种的组合,共1种组合。每个物种各种植3株,共12株种植于一个花盆作为一个群落,10个重复,共构建1组合 \times 10重复=10个群落;

[0029] (4) 构建的沉水植物群落种植在圆形花盆(30cm直径 \times 8cm高度)中,基质为5cm深的石英砂,石英砂的粒径为5-10mm,以避免吸附大量水体的养分。随后,将植物群落置于装有稀释60倍的霍格兰营养液的大型圆桶(100cm直径 \times 70cm高度)中恢复20天;

[0030] (5) 待植株恢复正常生长后,将构建的80个群落置于装有V类地表水的塑料桶(40cm长 \times 40cm宽 \times 80cm高,一个桶放一个群落)中,该富营养化水体含总氮 $7.62\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$,总磷 $0.52\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$,总叶绿素 $0.09\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$,化学耗氧量为 $0.88\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$,微量元素含量为标准霍格兰营养液浓度的1/60。实验周期40天,在整个实验过程中,仅补充蒸发损失的水分,没有添加任何营养物质;

[0031] (6) 实验结束后,在每个桶的水面下20cm处取100ml水样测定水质指标:总氮、叶绿素a含量以及水面下5cm处的透光率。测定结果见下表1-3。

[0032] 表1的结果表明,沉水植物3种物种构建的群落所在水体的总氮含量显著低于1种、2种或4种物种构建的群落所在水体,即在中等物种多样性(3种物种)水平下沉水植物群落能最有效地降低水体富营养化水平,其中,最优群落的物种配置为:金鱼藻+伊乐藻+黑藻。

[0033] 表1:4种物种多样性水平下群落所在水体总氮含量

物种多样性水平	水体总氮含量 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)
1 种物种	4.93 ± 0.15
[0034] 2 种物种	5.21 ± 0.10
3 种物种	4.85 ± 0.22
4 种物种	5.37 ± 0.30

[0035] 数据为平均值 \pm 标准误,重复数为10-30。

[0036] 表2的结果表明,沉水植物2种或4种物种构建的群落所在水体的藻类指标(叶绿素a含量)显著低于1种或3种物种构成的群落所在水体,即中等或高的物种多样性(2种或4种物种)水平下沉水植物群落对藻类的抑制能力较强。其中,最优群落的物种配置分别为:狐尾藻+金鱼藻;金鱼藻+伊乐藻+黑藻+狐尾藻。

[0037] 表2:4种物种多样性水平下群落所在水体叶绿素a含量

	物种多样性水平	叶绿素 a 含量 ($\mu\text{g L}^{-1}$)
[0038]	1 种物种	117.00 \pm 45.87
	2 种物种	54.62 \pm 35.21
	3 种物种	100.00 \pm 39.77
[0039]	4 种物种	43.46 \pm 16.76

[0040] 数据为平均值 \pm 标准误,重复数为10-30。

[0041] 表3的结果表明,沉水植物2种和3种物种构建的群落水体的透光率显著高于1种物种或4种物种群落水体的透光率,即中等物种多样性(2种或3种物种)水平下沉水植物群落能有效提高对水体的净化能力。其中,最优群落的物种配置分别为:狐尾藻+金鱼藻;金鱼藻+伊乐藻+黑藻。

[0042] 表3:4种物种多样性水平下群落所在水体透光率

	物种多样性水平	水体透光率
	1 种物种	0.12 \pm 0.01
[0043]	2 种物种	0.16 \pm 0.01
	3 种物种	0.17 \pm 0.01
	4 种物种	0.14 \pm 0.01

[0044] 数据为平均值 \pm 标准误,重复数为10-30。

[0045] 综上,淡水生态系统的物种多样性与其净化水质的能力呈单峰曲线的相关关系,即在中等物种多样性(2种或3种物种)水平下具有最强的降低水体富营养化和抑制藻华的能力,在该物种多样性水平下最优群落的物种配置分别为:狐尾藻+金鱼藻;金鱼藻+伊乐藻+黑藻。物种多样性过高反而降低其净化水质的能力,但能有效抑制藻华的发生。本发明将有利于为退化湖泊湿地的生态修复提供科学的理论依据。

[0046] 实施例2

[0047] 针对微山湖水域,统计流域内常见的、能共生的沉水植物物种,主要为菹草、光眼叶子菜、穗花狐尾藻、篦齿眼子菜四种。以其中2种或3种(菹草+光眼叶子菜;或菹草+光眼叶子菜+穗花狐尾藻)构建中等物种多样性水平的植物群落,以净化水质。

[0048] 本技术领域内的一般技术人员应当认识到,上述实施例仅是用来说明本发明,而并非用作对本发明的限定,只要在本发明的实质精神范围内,对上述实施例的变换、变型都将落在本发明权利要求的范围内。