

# Experiment on Natural Overwintering and Water Clearing of Water Cress Planted on Floating Bed in Eutrophicated Water Body

Lanjing Li

Cuiying College, Lanzhou University, Lanzhou Gansu  
Email: [598005824@qq.com](mailto:598005824@qq.com)

Received: Jan. 12<sup>th</sup>, 2015; accepted: Jan. 26<sup>th</sup>, 2015; published: Jan. 27<sup>th</sup>, 2015

Copyright © 2015 by author and Hans Publishers Inc.  
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

By planting cress (*Oenanthe javanica* (Blume) DC) with the floating bed on water surface, survey was carried out on its overwintering livability, biomass and capability to absorb nitrogen and phosphorus in the eutrophicated water body. Research showed that the cress was able to live through the winter in Wuhan area with survey rate of about 76%. The individual biomass was as high as 108.22 g/ind., with upper water surface part of 80.2% and under water of 19.8%. From January to April, cress planted on water surface per square could absorb 52.23 g nitrogen and 11.51 g phosphorus. Results suggested that cress is a cold-resistant plant which can be planted on the floating bed. It has a high potential for clearing the eutrophicated water.

## Keywords

Floating Bed, Water Surface Planting, Eutrophication, Water Cress

---

# 浮床栽培水芹菜的自然越冬及净水试验

李岚晶

兰州大学萃英学院, 甘肃 兰州  
Email: [598005824@qq.com](mailto:598005824@qq.com)

收稿日期: 2015年1月12日; 录用日期: 2015年1月26日; 发布日期: 2015年1月27日

## 摘要

通过水面浮床栽培试验,研究了水芹菜(*Oenanthe javanica* (Blume) DC)的自然越冬存活率、生物量以及在富营养化水体中对氮、磷的吸收。研究表明,浮床栽培的水芹菜在武汉地区可以自然越冬,存活率为76%,植株的平均鲜量为108.22 g/株,其中水上部分占80.2%,水下部分占19.8%。在元月至4月生长期,每平方米水面栽培的水芹菜可从水中直接吸收52.23 g的氮和11.51 g的磷。结果表明,水芹是一种适合在低温情况下进行水培的植物,并对富营养化水体有良好的净化效果。

## 关键词

浮床, 水面栽培, 富营养化, 水芹菜

## 1. 引言

富营养化是一种氮、磷等植物营养物质含量过多所引起的水质污染现象。由于人类的活动加剧,大量工业废水和生活污水以及农田径流中的植物营养物质排入湖泊、水库、河口、海湾等缓流水体后,水生生物特别是藻类将大量繁殖,使生物量的种群种类数量发生改变,破坏了水体的生态平衡。近年来,在我国由富营养化引起的“水华”现象越来越频繁,已经引起一系列的不良后果,如湖泊淤积速度加快,水产资源破坏,水源污染而造成功能性缺水,使水体生态系统受到毁灭性的打击等[1]。

水体富营养化治理十分棘手而且代价高昂。传统的方法包括截留污染源并清污分流,减少和控制面源污染,机械清淤等,这些方法虽行之有效,但实施起来经常会遇到各种困难,代价很高,且存在各种限制条件。如从另一方面看,水体中超标的氮磷物质虽然是一种污染,对植物却是生长过程中不可缺少的营养物质。如果我们能在水面载体上栽种植物,就可以通过植物来净化水体[2]。

现代人工生物浮岛技术首先是由德国的贝斯特曼公司提出来的,随后许多国家也展开了研究,特别是日本、美国等发达国家,已开始重视该技术的研究。近年来,随着人们对环境问题越来越关心,周围的自然环境特别是水边的自然景观状况也越来越受到重视,在此背景下,人们对创造多样性生态系统的人工浮岛技术寄予了很大希望。现在,人工浮岛因具有净化水质、创造生物的栖息空间、改善景观、消波等综合性功能,在水位波动大的水库或因波浪的原因难以恢复岸边水生植物带的湖沼,或是在有景观要求的池塘等闭锁性水域得到广泛的应用[3]。

与传统污水治理技术相比,生物浮岛方法在污染现场进行,费用低廉;其次,生物浮岛方法能永久性去除污染物,对场所破坏最小,能保持水体景观的完整;其三,浮岛上的生物产品能产生经济效益,易被治理者和地方政府所接受。但在中国大部分地区,适合在水中栽培植物的生长期主要集中在温暖的夏季和秋季,能够在冬季生长的植物种类很少,这样就造成了水体污染的连续性与植物生长的间断性之间的矛盾。如果能够筛选到适合冬季生长的浮床栽培植物,就可以通过植物的接续,让生物浮床持续发挥净化水质的效益。本次研究目的就是要选择能够在生物浮床上自然过冬,且具有良好净水功能的植物。

## 2. 材料与方 法

### 2.1. 实验材料

浮岛植物尽可能采用当地的本土植物,不论是从成本,还是气候适应性等方面考虑,选用本土植物都能带来事半功倍的效果,所以实验中所使用的水芹菜(*Oenanthe javanica* (Blume) DC)是武汉本地种,于

2013年1月10日浮床栽培于湖北大学沙湖基地,水质为富营养化劣V水体。水芹菜为水生宿根植物,根茎于秋季自倒伏的地上茎节部萌芽,形成新株,节间短,似根出叶,并自新根的茎部节上向四周抽生匍匐枝,再继续萌动生苗,上部叶片冬季冻枯,基部茎叶依靠水层越冬,第2年再继续萌芽繁殖[4]。性喜凉爽,忌炎热干旱,25℃以下,母茎开始萌芽生长,15℃~20℃生长最快,5℃以下停止生长,能耐-10℃低温。分布于中国长江流域、日本北海道、印度南部、缅甸、越南、马来亚、爪哇及菲律宾等地。在我国中部和南部栽培较多,以江西、浙江、广东、云南和贵州栽培面积较大。水芹含有多种营养成分和保健功能,是冬春淡季的重要蔬菜之一[4]。如果水芹菜能够适应冬季的自然水面栽培,不仅可以补充冬春淡季蔬菜的供应,而且可以净化水体,取得农业与环保“双赢”。

## 2.2. 浮床制作

2013年1月,选择5cm厚1.2m×1.5m聚乙烯泡沫为浮床,每块泡沫板上均匀打孔30个,平均孔径5cm,平均孔距20cm。每块泡沫板栽植26株水芹幼苗,用泡沫球塞入孔中固定植株,放入水体水培(图1),用绳子牵拉的方式把浮床固定在岸边固定物上(图2)。此次实验一共种植4块泡沫浮床,共计104株,于2014年4月24日取水芹植株进行分析测定。

## 2.3. 测定方法

1) 水芹菜自然越冬存活率的统计:对每块浮床所存活下来的水芹菜的数量进行统计,与所种植的数量比较进而求得存活率。

2) 水芹菜生物量结构测定:从每块浮床中随机抽取水芹菜3株,共12株。再从12株中随机抽取3株,分别用剪刀将叶、根、茎分别剪下,再称量其叶、根、茎的鲜重,测得到水芹菜各组分的生物量。

3) 水芹菜含水率的测定:将水芹菜放入烘箱低温75℃烘干48h,至平衡后称量,得到水芹菜各组分的干重。将干重对比鲜重,得到水芹菜各组分的含水率。

4) 氮、磷测定:各部分植物组织称量后分别粉碎,按照《植物中氮、磷、钾的测定》(NY/T 2017-2011)标准方法测定各器官中的氮、磷含量。化学测定在湖北大学资源环境学院试验中心完成。

## 3. 实验结果与分析

### 3.1. 浮床水芹自然越冬的存活率

水芹的自然越冬存活率如表1所示,其中IV号浮床存活率最高,II号存活率最低。根据所测得的数据可以得到:水芹菜的自然越冬平均存活率为76%,所以在浮床上冬季种植水芹菜,不进行任何的人工保温是可行的。

### 3.2. 浮床水芹的生物量及其分布

水芹菜的生物量分布如表2所示,其中 $W_{根}$ 表示整个植物的水下部分, $W_{叶}$ 和 $W_{茎}$ 表示水上部分。根据所测数据得到:水芹植株的平均鲜量为108.22g,其中水上部分占80.2%,水下部分占19.8%。植株的生物量主要集中在 $W_{根}$ 和 $W_{茎}$ 的下半部分,其中水上部分的最下端是生物量分布最大的分段,集中了老茎和叶,生物量大小在水上部分则依次呈现递减趋势。

### 3.3. 浮床水芹各组分的含水率

根据水芹植株各组分的鲜量(表2)和干量(表3),并分别计算其含水率,参见表4。从表4可以看出,水芹菜的水上部分含水率普遍大于水下部分,而茎、叶的含水率相当。植株各组分含水率平均值的计算结果是:茎83.3% > 叶83.16% > 水下部分82.2%。



Figure 1. Floating bed with cress seeding (January)  
图 1. 种上水芹幼苗的浮床(元月)



Figure 2. Cress bed after winter (April)  
图 2. 已经越冬的水芹浮床(4月)

Table 1. Survive number of cress seedling after winter  
表 1. 水芹自然越冬存活数

| 浮床编号 | I   | II  | III | IV  |
|------|-----|-----|-----|-----|
| 种植株  | 26  | 26  | 20  | 26  |
| 存活株  | 20  | 18  | 15  | 22  |
| 存活率  | 77% | 69% | 75% | 84% |

Table 2. Fresh weight of each part of cress  
表 2. 水芹菜各组分鲜重

| 植株             | A     | B     | C     |
|----------------|-------|-------|-------|
| W <sub>叶</sub> | 32.16 | 36.39 | 30.85 |
| W <sub>茎</sub> | 53.25 | 60.25 | 48.21 |
| W <sub>根</sub> | 21.08 | 23.86 | 19.09 |

Table 3. Dry weight of each part of cress  
表 3. 水芹菜各组分干重

| 编号             | A    | B    | C    |
|----------------|------|------|------|
| W <sub>叶</sub> | 5.11 | 5.79 | 4.83 |
| W <sub>茎</sub> | 8.15 | 9.55 | 7.59 |
| W <sub>根</sub> | 3.71 | 4.33 | 3.36 |

### 3.4. 浮床水芹氮磷含量

经实验分析,水芹的 N、P 含量及吸收量统计于表 5。从表 5 可以得出,氮磷元素含量在水芹各组分中相差较大,叶、茎、根的氮/磷比分别为: 5.51、2.001 和 2.314。水芹菜各组分对氮元素的吸收量大小为: 叶 > 根 > 茎,对磷元素的吸收量大小则为: 叶 < 根 < 茎。叶中含氮量最高,可能是由于水芹的采收期是在结籽以后,其根部、茎干比较老熟,所以根、茎的吸收量相对比较低。若按浮床单位面积植株的生物量来推算,则水芹菜在 1 至 4 月越冬阶段植物去除氮、磷的量可分别达到 52.227 g/m<sup>2</sup> 和 11.514 g/m<sup>2</sup>。

## 4. 讨论

### 4.1. 浮床水芹菜对氮磷的吸收

如果对浮床水芹直接计算从水体中吸收的氮、磷量,则根据实验所得数据:水芹植株的平均鲜量为 108.22 g,其中水上部分占 80.2%,水下部分占 19.8%,单位面积的植株数为 13 株/m<sup>2</sup>,以及各个组分的氮、磷含量,可得到水芹对氮、磷的直接吸收量可达到 52.227 g/m<sup>2</sup> 和 11.514 g/m<sup>2</sup>。这只是水芹直接从水体中吸收氮磷的量。由于水生植物在浮床培养的过程中,有助于硝化菌和反硝化菌的生长[5],而硝化和反硝化作用是对氮的主要去除机制,并且在其生长过程中会直接吸收磷酸盐,去除磷酸盐的效果明显[6]。

### 4.2. 浮床水芹对富营养化水体的净化效果

根据中国《地表水环境质量标准 GB3838-2002》中的相关标准,从 V 类水质净化到 III 类水质,需要从水体中去除 1 mg/L 的氮和 0.15 mg/L 的磷。若以总氮计,每平方米浮床水芹可以把 52 m<sup>3</sup> 的富营养化水体由 V 类净化为 III 类;以总磷计,每平方米浮床水芹净化水量则为 76 m<sup>3</sup>。

## 5. 结论

1) 水芹菜在不需人工增温的情况下自然越冬的平均存活率可以达到 76%,适合在冬季种植,稍加管理可以提高水芹的冬季存活率。

**Table 4.** Water content of each part of cress  
**表 4.** 水芹菜各组分含水率

| 编号 | A     | B     | C     |
|----|-------|-------|-------|
| 叶  | 0.842 | 0.840 | 0.843 |
| 茎  | 0.846 | 0.841 | 0.842 |
| 根  | 0.824 | 0.818 | 0.823 |

**Table 5.** Nitrogen and phosphorus content rate and absorb amount of cress  
**表 5.** 水芹的氮磷含有率及吸收量

| 植物组分 | TN    |                        | TP    |                        |
|------|-------|------------------------|-------|------------------------|
|      | 干含量%  | 吸收量(g/m <sup>2</sup> ) | 干含量%  | 吸收量(g/m <sup>2</sup> ) |
| 叶    | 4.654 | 15.236                 | 0.844 | 2.760                  |
| 茎    | 2.232 | 29.204                 | 1.115 | 5.541                  |
| 根    | 2.398 | 7.787                  | 1.036 | 3.213                  |
| 合计   |       | 52.227                 |       | 11.514                 |

2) 按照本实验的种植方法, 根据实验结果, 水芹菜每平方米的产量为 7032 g。水芹菜为冬春淡季蔬菜, 而且正值春节前后, 有一定的经济效益。

3) 浮床栽培的水芹菜对氮的吸收量为 52.227 g/m<sup>2</sup>, 对磷的吸收量为 11.514 g/m<sup>2</sup>。

综上所述, 水芹菜既能创造一定的经济价值, 又可以净化水质, 冬季种植的自然存活率较高, 在富营养化水体治理中将具有较好的应用前景。

## 致 谢

感谢湖北大学资源环境学院沙湖实验基地提供实验场地和实验材料, 感谢湖北大学资源环境学院封瑛老师指导实验和测定氮磷含量, 感谢兰州大学假期社会实践项目的资助。

## 参考文献 (References)

- [1] 顾宗濂 (2002) 中国富营养化湖泊的生物修复. *农村生态环境*, **1**, 42-45.
- [2] 卢进登, 陈红兵, 赵丽娅, 等 (2006) 人工浮床栽培 7 种植物在富营养化水体中的生长特性研究. *环境污染治理技术与设备*, **7**, 58-61.
- [3] 由文辉, 刘淑媛 (1999) 利用人工基质无土栽培经济植物净化富营养化水体的研究. *北京大学学报(自然科学版)*, **4**, 518-522.
- [4] 黄正明, 杨新波, 曹文斌 (2001) 水芹的本草考证. *中草药*, **1**, 59-62.
- [5] 黄薇, 张劲, 桑连海 (2011) 生物浮岛技术的研发历程及在水体生态修复中的应用. *长江科学院院报*, **10**, 37-42.
- [6] 井艳文, 胡秀琳, 许志兰 (2003) 利用生物浮床技术进行水体修复研究与示范. *北京水利*, **6**, 20-22.

汉斯出版社为全球科研工作者搭建开放的网络学术中文交流平台。自2011年创办以来，汉斯一直保持着稳健快速发展。随着国内外知名高校学者的陆续加入，汉斯电子期刊已被450多所大中华地区高校图书馆的电子资源采用，并被中国知网全文收录，被学术界广为认同。

汉斯出版社是国内开源（Open Access）电子期刊模式的先行者，其创办的所有期刊全部开放阅读，即读者可以通过互联网免费获取期刊内容，在非商业性使用的前提下，读者不支付任何费用就可引用、复制、传播期刊的部分或全部内容。

