

Radix auricularia on the *Potamogeton crispus* Grazing Research

Liping Jiang

Faculty of Resources and Environmental Science, Hubei University, Wuhan Hubei
Email: jiang_liping@yeah.net, 514859106@qq.com

Received: Mar. 25th, 2016; accepted: Apr. 25th, 2016; published: Apr. 28th, 2016

Copyright © 2016 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

There is a mutual beneficial phenomenon between snails and grass in the aquatic ecosystem. However, we have not reached the conclusion on the existence of mutual relationship between plant feeding snails and hydrophyte [1]. *Radix auricularia* is common freshwater snails in the water, which prostrates on the shore or attaches on the aquatic plant stems and leaves. *Radix auricularia*, which is a common water submerged plant, blooms frequently and causes eutrophication. This is the reason why under the controlled conditions, I did the research on the *Radix auricularia* which has grazing effects on the growth of *Potamogeton crispus*. The result shows that: *Radix auricularia* has grazing effect on the growth of *Potamogeton crispus*; grazing of *Radix auricularia* has quite effect on the growth *Potamogeton crispus*; the grazing rate of *Radix auricularia* to *Potamogeton crispus* will be altered by the change of the specifications of *Radix auricularia*, as well as the weight of tubers. And the smaller in the specifications of *Radix auricularia*, the higher in the grazing rate of *Potamogeton crispus*.

Keywords

Radix auricularia, *Potamogeton crispus*, Growth, Specifications, Grazing

耳萝卜螺对菹草的牧食研究

江利平

湖北大学资源环境学院, 湖北 武汉

Email: jiang_liping@yeah.net, 514859106@qq.com

收稿日期: 2016年3月25日; 录用日期: 2016年4月25日; 发布日期: 2016年4月28日

摘要

水生生态系统中存在螺-草互利现象。然而,植食性螺类与水生植物之间是否存在这种互利关系目前尚无定论[1]。耳萝卜螺是水体中常见的淡水螺类,常常匍匐岸边或附着在水生植物茎及叶片上。菹草是水体中常见的沉水植物,常常大量繁殖引起水体富营养化。为此我在实验室可控条件下,研究了耳萝卜螺牧食对菹草生长的影响。结果表明:耳萝卜螺的牧食对菹草生长有显著影响,牧食损害使菹草的相对增长率、块茎数量及重量下降;耳萝卜螺对菹草的牧食率随耳萝卜螺规格的变化而改变,耳萝卜螺规格越小对菹草的牧食率越高。

关键词

耳萝卜螺, 菹草, 生长, 规格, 牧食

1. 前言

近年来,由于众多湖泊,河流和景观用水等的水质营养过剩,逐步出现了沉水植物大量繁殖的现象,尤其以菹草 *Potamogeton crispus* 为代表的沉水植物严重的影响了其水生生态系统的平衡,利用水生生态系统中存在螺-草互利现象进行研究,有希望解决这一危害。然而,植食性螺类与沉水植物之间是否存在这种互利关系目前还未有确定研究[1]。

目前,在国内人们对螺与沉水植物相互关系的研究甚少,很少注意到螺类对沉水植物的牧食作用。耳萝卜螺 *Radix auricularia*, 是湖泊浅水域中最常见的无脊椎动物之一,在湖泊水生植被恢复工程中观察到该螺类对水生植物有牧食作用[2]。笔者在以上理论的基础上,探讨了耳萝卜螺和沉水植物菹草生长的相互关系,了解螺类对沉水植物生长的影响机制,以期在实践中为富营养化湖泊水体建立生态修复系统提供参考。

2. 螺-草的基本概况

2.1. 耳萝卜螺的概况

耳萝卜螺 *Radix auricularia*, 俗称椎实螺,是水体中一种常见的小型淡水有害螺,具有适应性广,发生面大,危害时间长,对 10 多种有经济价值的水生维管束植物能造成危害,亦是危害鱼类的血居吸虫 *Sanquinicola* spp.生活史的中间宿主,各地必须引起重视[3]。

2.1.1. 耳萝卜螺的形态特征

耳萝卜成螺与小田螺相似,圆锥形,一般壳高 22 到 24 mm,壳宽 16 到 18 mm,壳面淡黄褐色,有明显的生长纹,壳薄易碎,略透明,螺层 4 层。螺旋部极短而尖,体螺层膨大,壳口高 21 mm,宽 14 mm 呈耳状,无鳃,肺囊呼吸。唇齿尖锐,头扁平,吻为裂叶状,触角大,眼位于触角基部内侧[3]。

2.1.2. 耳萝卜螺的取食与危害

耳萝卜螺的活动,常依岸水带爬行,有时在水底匍匐移行。在缓流的水速中尚能逆行,大多壳口向上仰行,并能浮起,常聚集在进水口,有避光性,白天多附在池边或聚集在水生植物下面,早晨及傍晚,浮于水面进行觅食活动。耳萝卜螺是杂食性动物,但以嫩绿水生植物为主,也食其它动物的残体[3]。取食主要依靠运动器官的腹足和消化器官的齿舌,腹足呈广阔的贴面贴住植物,齿舌发达,由 100 行列齿组成,位于口腔底部,呈带状,由像锉一样的角质齿构成。取食时,齿舌从口腔中伸出,做前后方向

来回运动，锉碎食物[3] [4]。

耳萝卜螺在春、夏、秋都可危害红萍，在萍田中栖息多数在田边，多到 15.5 个/m³。吃萍茎和萍叶，造成缺课，严重发生时萍体变成紫红色，生长停滞、瘦缩、逐渐死亡。耳萝卜螺腹足分泌粘液时，对叶面的呼吸有影响。耳萝卜螺还可以随萍体的漂流而扩大取食范围[3]。

2.1.3. 防治建议

耳萝卜螺在越冬以后，逐渐潜伏于泥土或水草之中，首先可以抓住时机清除水体中的杂草，冬翻土地，将其暴露于阳光下晒杀或冻死，能有效的防止其越冬基数。其次利用其逆水水性，在水体上游处设置竹篱笆进行捕捞，或是用新鲜水草进行诱杀，也能起到一定的抑制作用。

2.2. 菹草的概况

菹草 *Potamogeton crispus* 又叫虾藻、虾草，属眼子菜科、眼子菜属。菹草为多年生沉水草本植物，生于池塘、湖泊、溪流中，静水池塘或沟渠较多，水体多呈微酸至中性。我国南北各省均有分布，在世界上也广泛分布[5] [6]。

2.2.1. 菹草的作用与用途

菹草对水体中的氮磷营养盐有吸收作用，对藻类生长有抑制效应，可以改善水环境质量，使水体透明度提高，浮游植物生物量下降[5]。菹草是冬春季沉水植物，在湖区维持一定量对湖泊冬春季的水环境质量改善以及生态系统的平衡与健康有重要意义。菹草是湖泊、池沼、小水景中的良好绿化材料，对增加水体溶氧量，提供鱼类产卵场，调节水体温度等都有积极意义。菹草对锌有较高的富集能力，用含锌量高的混合废水栽培菹草一个月左右，菹草体内含锌量超过原来含锌量的 8 倍；菹草对砷的净化能力更强，它的自然含砷量在 6 ppm 左右，在砷污染严重的水域，菹草体内的含砷量可超过原来含砷量的 16 倍。所以，菹草在净化水质、保护环境上也有突出作用。菹草可以食用，还有一定的药用价值，菹草全草有清热明目、渗湿利水的功效。菹草是家畜、家禽和草食性鱼类喜食的青绿饲料，还可以将其晒干后添加到配合饲料中，代替部分精饲料[7] [8]。

2.2.2. 菹草的危害

菹草的危害主要体现在在一些水域里季节性的疯狂生长，使之在水域内的分布范围、面积和现存量过大，导致水体水生高等植物单一化，与自然水体植物结构比例不协调。大面积的菹草还可减弱湖泊水的动力条件，阻抑水体流动，不利于船只的航行等。菹草过季后又会迅速腐烂变质，影响水质[6]。

2.2.3. 菹草的预防措施

水体生长菹草，一方面反映了水体治理有了成效，说明水体生态好的标志是水体中各种水生植物都长得不错，而且互相制约发展，如果只有菹草疯长，就说明水体的生态环境受到了破坏。有些水体在治理污染时，只考虑了增加库容、使水体变清的片面效果，而忽略了生态环境的平衡，结果导致了菹草的泛滥。

目前防治菹草的直接方法就是采用人工割草、机械除草等控制菹草的发生，理想的除草时间为菹草生长的中期，此时菹草的生物量最大，芽殖体尚未发育成熟，可以减少当年芽殖体基数。但这种方法投入的成本较高，而且不能防止菹草的再次发生，因此不能作为菹草控制的长久之策[8]。

2.2.4. 菹草的治理方法

国内外治理菹草的方法很多，主要有三种：生物治理，即通过食物链的方式，往水中投放草鱼、河蟹、螺类等吃掉水草；工程治理，即采用机械对河道、渠道彻底清淤，破坏菹草生长环境；收割治理，

即组织人力和机械船打捞。根据国内外菹草治理经验研究,菹草治理最好的方式还是综合利用的工作思路。根据我国小流域菹草生长特点,有针对性的采取多方面综合治理的方案。

2.3. 螺-草互利探究原理

沉水植物是水生态环境的重要稳定生态群落,对水域环境的净化和功能的恢复、利用有着重要的作用。利用沉水植物竞争吸收水体和底泥中的营养盐,有效抑制藻类恶性增殖,从而达到治理水体湖泊富营养化的目的。然而待其大量繁殖而引起的竞争优势,导致水体高等植物单一化,与自然水体植物结构比例不协调,需要进行除草研究。根据生物“J”型生长曲线原理,理想的除草时间为植物生长的中期,此时生物量最大,但这种方法投入的成本较高,而且不能防止菹草的再次发生,因此不能作为菹草控制的长久之策。

在对湖泊水库等水体进行综合治理时,需进行全面考虑,既要考虑到增大湖泊生态容量、增大水体的透明度,又要考虑治理后的生态修复工作,达到逐步完善水体的生态系统结构,使其中生物群落和自然环境之间能构成一个稳定的生态系统。

本文根据美国生态学家谢尔福德 1913 年提出的耐受定律(law of toleranec)即:任何一个生态因子在数量上或质量上的不足或过多,即当其接近或达到某种生物的耐受限度时,就会影响该种生物的生存和分布。每一种生物对任何一种生态因子都有一个能够耐受的范围,即有一个最低点(或称耐受下限)和一个最高点(或称耐受上限);最低点和最高点之间的耐受范围,就称为该种生物的生态位;在耐受范围当中包含着一个最适区,在最适区内,该物种具有最佳的生理或繁殖状态。限制因子的定义是:当生态因子(一个或相关的几个),接近或超过某种生物的耐受极限而阻止其生存、生长、繁殖、扩散或分布,这时,这些因子就称为限制因子(limiting factor)。在自然界中,生物不仅受制于最小因子物质的供给,而且也受制于其他的临界生态因子。限制因子的概念指明了生物的生存与繁衍取决于环境中各种生态因子的综合[9]。本文开拓创新通过室外真实地调研观察,再设计室内模拟试验,控制一定条件,在实验室允许的条件下,观察耳萝卜螺的规格大小对菹草的生长情况的影响,从而利用耳萝卜螺作为控制沉水植物菹草过度增长的限制因子,为湖泊治理和湖泊生态系统的完善提供指导。

3. 材料与方法

3.1. 材料与仪器

3.1.1. 实验材料

耳萝卜螺和菹草均取自湖北工程学院生态园小河。耳萝卜螺个体均匀健康,菹草植株健康,叶面无明显伤痕。耳萝卜螺称重之前,用软毛刷将其表层附着生物刷掉,清水洗净后,将其表层水分用吸水纸吸干。

3.1.2. 仪器设备

电子天平、烘箱、培养皿、1000 ml 烧杯、量筒、水桶、手抄网、透明盘、温度计、镰刀、绳子、塑料袋、塑胶手套、镊子、剪刀、吸水纸、滤纸、标签纸、记号笔、塑料吸管等。

3.2. 采样方法

3.2.1. 采样点设置和样品采集

2012 年 10 月,对湖北工程学院生态园小河进行了系统的现场调查和样品采集。分别在小河的上、中、下游 3 个采样点分别采集了菹草(*Potamogeton crispus*)和耳萝卜螺(*Radix auricularia*)。将样品分类装入相应的封口聚乙烯袋中,加入适量水保存。

3.2.2. 菹草和耳萝卜螺的预处理

将采集回来的菹草挑选叶子和茎都完整的,清洗干净了放在水箱里饲养 1 d,并小心分离出其中附着的螺类,将其放在不同的水箱中饲养 1 d;再将从河岸边采集回来的耳萝卜螺放在清水里洗干净,放入水箱中饥饿处理 1 d。

3.3. 实验过程和方法

2012 年 10 月 13 日上午 8 点开始实验准备,取 8 个干净的烧杯(1000 ml)分别贴上标签 A、B、C、D、E、F、G、H,倒入 1000 ml 的清水,将称好鲜重的 8 组菹草(如表 1)放入烧杯中,为防止耳萝卜螺出逃,在烧杯口处沾上一圈 10 m 宽胶带,为研究不同规格(体重)大小的耳萝卜螺对菹草的牧食量的变化,我们将耳萝卜螺进行了称重,然后再将称好鲜重的 7 组耳萝卜螺(如表 2)从大到小规格依次放入 A、B、C、D、E、F、G 烧杯中,H 组作为无螺对照组,然后将 8 组烧杯放置恒温箱中,用水浴的方式保温,实验期间控制水箱水位,水少了要补充水。实验室采取人工照明方式对 8 组水箱采取同等瓦数的灯照明。实验不包括前期采样准备共观察 5 天(10 月 14 日~10 月 18 日),每天观察耳萝卜螺排便量和菹草的牧食损害程度,通过称重耳萝卜螺的粪便重量来反映其对菹草的牧食率。

2012 年 10 月 14 日到 18 日每天上午 9 点(饲养了 24 h)将每个烧杯中耳萝卜螺产生的粪使用塑料吸管全部汲取分别放到烘干后的培养皿中,再将其放入 60℃ 的烘箱中烘干至恒重,下午 2 点进行测量并记录粪便的重量(如表 3)。

实验 5 天结束后再对 8 组菹草和 7 组耳萝卜螺进行称重,为整理简洁,将其结果统计于表 1 和表 2 所示。

3.4. 数据处理公式

$$\text{最大牧食率 } P = (W_b - W_a) / W_s \times 24 / T \quad (1)$$

式中 P 为日牧食率($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$); W_a 与 W_b 分别为实验前后菹草的鲜重(mg); W_s 为耳萝卜螺鲜重(g); T 为实验持续时间(h) [6]。

利用 Excel 对表 4 的数据相关数据进行分析 and 处理。

4. 结果与分析

4.1. 耳萝卜螺对菹草组织的损害情况

通过实验观察, A 组、B 组和 C 组较大规格的耳萝卜螺多数喜欢附在烧杯壁上, D 组、E 组、F 组和 G 组较小规格的耳萝卜螺多数则喜欢附着在菹草的叶片上,取食菹草顶端嫩叶、菹草老叶中间叶脉和菹草叶片靠近茎的部位。

4.2. 不同规格耳萝卜螺排便量变化

由表 3 可以看出耳萝卜螺前三天排便量较大,而且螺规格越大排便量越大,随着天数的增加,菹草被破坏严重,耳萝卜螺的排便量逐渐减少。

4.3. 不同规格耳萝卜螺对菹草的牧食

将表 1、表 2 的数据代入上述公式一中,计算结果如表 4。

从表 4 可以得出,耳萝卜螺对菹草的平均牧食率为 $3.507 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$,其对菹草的牧食率随螺规格的变化而改变,其中规格最小的 G 组耳萝卜螺对菹草的牧食量最大为 $6.230 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$,规格最大的 A 组耳萝卜螺对菹草的牧食量最小为 $2.025 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$,牧食率与螺规格显著负相关(图 1)。

Table 1. The fresh weight of *Potamogeton crispus* before experiment (feed 1 day). Unit: g
表 1. 实验前菹草鲜重(饲养了 1 d)。单位: g

组别	实验前(W _a)	实验后(W _b)
A	4.364	4.449
B	4.335	4.412
C	4.416	4.489
D	4.420	4.475
E	4.373	4.421
F	4.346	4.388
G	4.326	4.365
H	4.335	4.361

Table 2. The fresh weight of *Radix auricularia* before experiment (feed 1 day). Unit: g
表 2. 实验前耳萝卜螺鲜重(饲养了 1 d)。单位: g

组别	实验前(W _s)	实验后(W _t)
A	8.397	7.672
B	6.276	6.457
C	5.249	5.487
D	3.734	3.842
E	2.471	2.599
F	1.988	2.032
G	1.252	1.317
H	0	0

Table 3. *Radix auricularia* changes in the amount defecation about experiment. Unit: g
表 3. 实验中耳萝卜螺排便量变化。单位: g

组别	10月14日	10月15日	10月16日	10月17日	10月18日
A	0.033	0.016	0.015	0.013	0.012
B	0.031	0.028	0.018	0.015	0.014
C	0.023	0.019	0.016	0.012	0.011
D	0.027	0.019	0.015	0.008	0.007
E	0.018	0.016	0.015	0.007	0.005
F	0.021	0.018	0.015	0.004	0.003
G	0.019	0.011	0.008	0.006	0.006
H	0	0	0	0	0

Table 4. Different sizes of *Radix auricularia* grazing on *Potamogeton crispus*
表 4. 不同规格耳萝卜螺对菹草的牧食

组别	规格(g)	牧食率(mg·g ⁻¹ ·d ⁻¹)
A	8.397	2.025
B	6.276	2.454
C	5.249	2.781
D	3.734	2.946
E	2.471	3.885
F	1.988	4.225
G	1.252	6.230
H	0	0

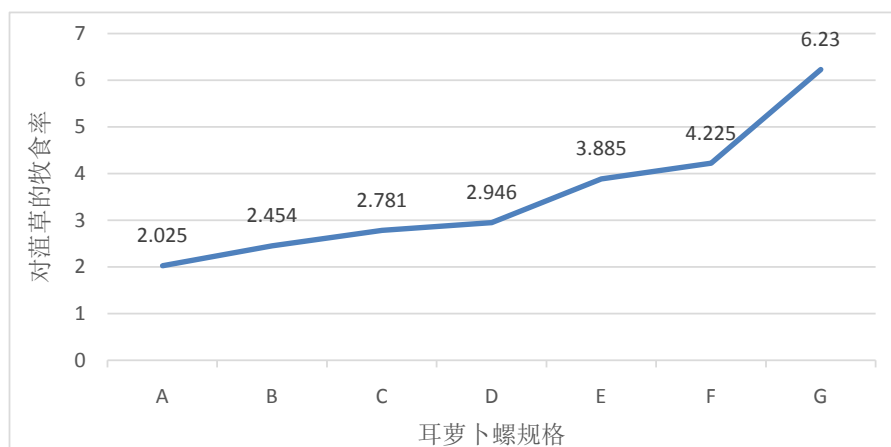


Figure 1. Different sizes of *Radix anricularia* grazing on *Potamogeton crispus*

图 1. 不同规格耳萝卜螺对菹草的牧食

5. 讨论与不足

有关螺类的牧食沉水植物的研究还在少数，主要还是存在对螺的取食习性研究较少，目前也没有专门的研究报告。

本实验选取的耳萝卜螺和菹草均是水体里最具代表性的生物，实验中耳萝卜螺密度在相对比较小的情况下对菹草的牧食损害依然是较大的，每天可以观察到菹草的残缺的叶片、茎和根漂浮在水中，且不断增加，说明它对菹草的生长确实存在一定的影响。

有关国外研究报道，认为耳萝卜螺的牧食活动降低了附着藻类与宿主植物对营养盐及光的竞争，从而有利于菹草的生长。另外，耳萝卜螺的牧食与排泄也能够加快水体中营养盐的循环，会进一步促进沉水植物的生长[10]，说明它们两者之间是存在着互利关系。

本实验不足之处，设置实验的品种过于单一，而且不存在与菹草或耳萝卜螺竞争关系的其他生物，同时也不能说明耳萝卜螺是否也取食菹草上附着的其他生物，因为菹草本身对牧食者具有一定的防御能力，它的气味是有点臭鸡蛋味道，叶片形态结构是凹凸不平的波浪结构，一般牧食者不容易取食，所以有可能是耳萝卜螺取食菹草上的附着生物而影响它的生长，在其没有附着生物时以菹草为食。

6. 结论

沉水植物是水体中至关重要的生物群体，它产生的环境效应对水生态系统有重要的影响。它是位于水体生态系统中水和底质两大营养库之间的有机结合部，因此沉水植物对水体的生物生产力和生物地化循环产生关键性影响，对水体生态系统的生物生产力、结构和功能的稳定起至关重要的作用。沉水植物虽然光合率很低，但在挺水、浮叶、漂浮、沉水 4 种植物中，只有沉水植物在光合作用时放氧于水体中，而水体溶解氧含量对富营养化水体自净作用至关重要[11]。不同沉水植物优势种群的生长季节交叉演替，在年度内形成适宜于高等水生生物生存的环境，对水质起持续的改善作用。可是一旦其大量繁殖，其后果也是不堪设想，水体因布满了沉水植物导致水体透光性变弱，溶解氧降低，让其他生物群体无法生活，由此引发的水体逐渐发生恶臭循环，也不容忽视。本实验也是基于想改善这种情况，而进行初步实验研究，目的是为生物治理提供一种合理的解决方案。实验表明，耳萝卜螺对水生植物的牧食明显受螺规格的影响，小规格螺牧食率显著高于大规格螺，这和 Levri 与 Lively 的实验结果一致[12]，其原因可能是幼小螺类的新陈代谢旺盛，要牧食较多的食物用于生长发育。

参考文献 (References)

- [1] 李宽意, 文明章, 等. “螺 - 草”的互利关系[J]. 生态学报, 2007, 27(12): 5427-5432.
- [2] 李宽意, 刘正文, 杨宏伟, 等. 螺类牧食与沉积物类型对苦草生长的影响[J]. 生态学报, 2007, 27(11): 4907-4912.
- [3] 鳌鑫如. 耳萝卜螺生物学特性及防治研究[J]. 江西植保, 1996, 19(3): 1-8.
- [4] 谢嗣光. 大瓶螺胚胎发育的观察[J]. 水产学报, 1994, 18(1): 39-44.
- [5] 倪乐意. 大型水生植物[M]//刘健康. 高级水生生物学. 北京: 科学出版社, 1999: 224-241.
- [6] 侯春燕, 郭贵良, 孙晓丽. 菹草的作用、危害及预防措施[J]. 吉林农业, 2011(7): 229-235.
- [7] 王海滨, 张声华. 菹草的营养价值、饲料开发及功能特性研究进展[J]. 饲料资源开发与运用, 2005(7): 33-35.
- [8] 马秀刚, 王晶, 张金建. 黑鱼湖菹草的治理建议[J]. 水产工程, 2011(4): 246-249.
- [9] 胡容桂. 环境生态学[M]. 武汉: 华中科技大学, 2012: 19-20.
- [10] 肖兴富, 李文奇, 孙宁, 等. 沉水植物对富营养化水体的净化效果研究[J]. 中国环境管理干部学院学报, 2005, 15(3): 63-66.
- [11] 李宽意, 刘正文, 胡耀辉, 等. 椭圆萝卜螺 *Radix swinhoei* (*H. adams*)对三种沉水植物的牧食选择[J]. 生态学报, 2006, 26(10): 3221-3224.
- [12] Levri, E.P. and Lively, C.M. (1996) The Effects of Size, Reproductive Condition, and Parasitism on Foraging Behaviour in a Freshwater Snail, *Potamopyrgus antipodorum*. *Animal Behaviour*, **51**, 891-901.
<http://dx.doi.org/10.1006/anbe.1996.0093>