

徐增洪, 刘国锋, 水燕, 等. 人工栽培水草对池塘养殖生态环境和虾蟹生长的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(6): 328-331.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.06.093

# 人工栽培水草对池塘养殖生态环境和虾蟹生长的影响

徐增洪, 刘国锋, 水燕, 周鑫

(中国水产科学研究院淡水渔业研究中心/农业部淡水渔业和种质资源利用重点实验室, 江苏无锡 214081)

**摘要:**在虾蟹养殖池中人工栽培水草, 分析评价水生植物的功能及其对池塘养殖生态环境的影响。在养殖期间的不同季节、月份进行池塘水质分析和虾蟹生长跟踪测定, 研究不同品种水草、不同栽种模式(栽种数量及密度)、种类搭配对池塘养殖生态调节功能的影响, 以及对虾蟹生长的促进作用。结果表明, 人工栽草对养殖池塘水质和生态环境具有显著影响。水草栽种面积、水草种类、栽种模式对池塘生态环境的影响具有显著性差异( $P < 0.01$ ); 水花生、伊乐藻、轮叶黑藻对池塘养殖生态环境的调节作用表现出不同程度的显著性差异( $P < 0.05$ )。伊乐藻与轮叶黑藻混合搭配栽培模式对池塘水质改善、生态调节的作用明显优于单一水草栽培模式。池塘栽草面积须合理控制, 伊乐藻应控制在40%~50%, 轮叶黑藻应控制在60%以下, 水花生覆盖率则不应超过30%。人工栽种水草对池塘养殖生态环境具有良好的调节和改善功能, 而池塘养殖生态环境对虾蟹生长具有直接和显著的影响。

**关键词:**人工栽草; 池塘生态; 虾蟹生长

**中图分类号:** S955 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)06-0328-03

虾蟹和鱼类养殖对池塘生态环境的要求具有显著差异, 前者对池塘水生植物的需求更高, 俗话说“虾多少, 看水草”, 可见池塘中水生植物对虾蟹等甲壳类动物生长的重要性。水草在池塘中具有多重生态功能, 一方面可直接作为虾蟹的天然饵料, 如伊乐藻(*Elodea natalii*)、轮叶黑藻(*Hydrilla verticillata*)、苦草(*Vallisneria spiralis*)等, 具有适口性好、营养丰富、虾蟹喜食的优点, 不仅大量节省人工饲料, 还可提高其利用率, 显著降低养殖成本<sup>[1-2]</sup>; 另一方面, 虾蟹等甲壳类动物适宜清新的水质生态环境, 水生植物可大量吸收水中有害物质, 有效净化水质, 并通过水草的光合作用增加水体溶氧, 加速水中有毒有害物质的氧化分解, 极大改善池塘水质生态环境, 促进虾蟹健康生长<sup>[3]</sup>; 此外, 水草可为虾蟹提供良好的栖息、蜕壳生态环境, 对促进虾蟹生长、提高虾蟹的存活率和养殖品质极为有利。

目前, 池塘虾蟹养殖过程中已有人工栽草环节, 但多以自然生长、粗放管理为主, 大多没有专门的施肥养护等管理措施, 且水草品种单一、品质较差、利用率较低, 养殖中后期常出现品种、数量不足或过度泛滥, 严重影响虾蟹养殖的生态环境<sup>[4]</sup>。虾蟹对水草具有相对的喜好性和选择性, 通过人工有选择性、规划性、针对性的水草栽培, 在同一生态环境中为虾蟹养殖提供种类丰富、品种优良的水草, 不仅可防止水草不足, 还可控制过多泛滥, 对虾蟹养殖池塘中的水生植物具有可控性, 充分发挥水生植物的生态调解功能。通过不同水草栽培模式下的池塘水质监测和虾蟹生长状况测定, 研究不同水草品种、栽培模式对养殖池生态环境的影响, 以及对虾蟹生长的促进作用。

## 1 材料与方法

### 1.1 池塘水草人工栽种

越冬池塘经干塘、清塘、施放基肥后, 于2014年3月进行水草人工栽种, 水草品种为伊乐藻和轮叶黑藻, 伊乐藻采用插栽法, 轮叶黑藻采用芽胞播种法。水草栽种后采用网片围栏护草, 以防放养的虾蟹在水草生长早期进行啃食破坏, 围栏护草须持续1.5~2个月, 之后拆除围栏。

### 1.2 养殖池条件

养殖池为克氏原螯虾和少量河蟹的虾蟹混养模式, 克氏原螯虾虾种放养密度为15万~30万尾/hm<sup>2</sup>, 蟹种放养量为4500~7500只/hm<sup>2</sup>。1号池未进行人工栽草, 主要投放适量水花生及其他天然水生植物; 2号池栽种伊乐藻, 栽种面积比例为60%; 3号池栽种伊乐藻和轮叶黑藻2种水草, 栽种面积比例为60%。3个养殖池的虾蟹放养模式、投饲及日常管理条件均相同。

### 1.3 养殖池水质监测和虾蟹生长测定

于6—8月主要养殖生长季节对养殖池进行水质跟踪测定和生态环境分析, 包括水质的日变化规律、月变化特点和差异。水质分析采用W-1型傲可安水质分析仪(无锡奥可丹生物科技有限公司产品), 测定指标包括pH值、溶氧(DO)、氨氮(NH<sub>3</sub>-N)、亚硝酸盐(NO<sub>2</sub>-N)。在06:00—18:00间每2h进行1次水质测定, 分别在池塘3个固定点采取水样进行测定并取其平均值, 每月测定3次。

对养殖池中的虾蟹进行生长跟踪测定, 定期抽样测定克氏原螯虾及河蟹的生长状况。

### 1.4 数据处理

采用SPSS 19.0、Excel软件进行数据分析处理。

## 2 结果与分析

于2014年6—8月进行水质跟踪测定及克氏原螯虾生长

收稿日期: 2015-04-21

基金项目: 江苏省水产“三新工程”重大项目(编号: D2014-18)。

作者简介: 徐增洪(1970—), 男, 浙江桐庐人, 硕士, 副研究员, 主要从事水产养殖研究。E-mail: xuzh@ffrc.cn。

通信作者: 周鑫, 研究员。E-mail: zhoux@ffrc.cn。

测定,1、2、3号池的测定结果分别见表1、表2、表3,水质日变化规律分别见图1、图2、图3。

由表1至表3的水质测定记录、表4的数理统计分析可知,6月1、2、3号养殖池的溶氧均值水平分别为6.21、6.17、6.25 mg/L,氨氮水平分别为0.32、0.31、0.29 mg/L。 $t$ 检验及方差分析表明,3个养殖池的水质状况无显著性差异( $P > 0.05$ ,  $F = 0.002$ ),可见这与6月水温相对不高有关。在7月份,1号池的溶氧均值水平(6.15 mg/L)低于2号池(6.89 mg/L)、3号池(7.00 mg/L),而其氨氮水平为0.51 mg/L,

表1 1号养殖池水质测定与克氏原螯虾生长记录

测定日期	时间	水温(°C)	溶解氧含量(mg/L)	氨氮含量(mg/L)	亚硝酸盐含量(mg/L)	pH值	克原螯虾抽样质量(g)
6月8日	06:00	21	4.51	0.31	0.13	7.21	20.7 ± 3.35
	12:00	25	7.28	0.23	0.08	7.84	
6月12日	06:00	22	4.23	0.38	0.11	7.33	22.3 ± 2.17
	12:00	26	8.71	0.22	0.09	8.02	
6月19日	06:00	23	4.19	0.32	0.15	7.23	23.6 ± 2.69
	12:00	26	8.35	0.21	0.12	7.78	
7月5日	06:00	23	3.21	0.52	0.12	7.23	26.7 ± 1.48
	12:00	28	8.78	0.36	0.10	8.02	
7月17日	06:00	25	3.83	0.67	0.11	7.34	26.7 ± 1.48
	12:00	29	8.41	0.44	0.09	8.11	
7月28日	06:00	25	3.69	0.61	0.15	7.13	26.7 ± 1.48
	12:00	31	8.95	0.42	0.12	7.89	
8月11日	06:00	25	3.31	0.66	0.14	7.24	30.0 ± 2.58
	12:00	33	8.48	0.45	0.10	8.13	
8月15日	06:00	26	4.03	0.64	0.13	7.33	30.0 ± 2.58
	12:00	30	8.61	0.41	0.09	7.79	
8月22日	06:00	25	3.49	0.59	0.13	7.34	30.0 ± 2.58
	12:00	31	8.15	0.38	0.11	8.03	

注:1号池未进行人工栽草,投放适量水花生。

明显高于后两池。检验分析表明2、3号池(人工栽草面积为60%)的水质状况显著优于1号池(未进行人工栽草)( $P < 0.05$ )。在8月份,1、2号养殖池的水质状况均差于3号池,2号池的伊乐藻因密度过高、水温较高在后期出现腐败现象;3号池的伊乐藻和轮叶黑藻未腐败,从而保持了良好的水质状况。通过对克氏原螯虾生长状况的测定,3号养殖池获得了最大生长率,进一步表明3号池(即伊乐藻和轮叶黑藻混合搭配栽种模式)的总体养殖效果最好。

表2 2号养殖池水质测定与克氏原螯虾生长记录

测定日期	时间	水温(°C)	溶解氧含量(mg/L)	氨氮含量(mg/L)	亚硝酸盐含量(mg/L)	pH值	克原螯虾抽样质量(g)
6月8日	06:00	21	4.41	0.39	0.12	7.12	22.4 ± 2.39
	12:00	25	7.52	0.24	0.08	7.89	
6月12日	06:00	22	4.13	0.41	0.11	7.33	24.5 ± 3.12
	12:00	26	8.35	0.22	0.09	7.78	
6月19日	06:00	23	3.75	0.35	0.15	7.04	25.7 ± 1.99
	12:00	26	8.84	0.24	0.10	8.02	
7月5日	06:00	24	4.41	0.36	0.14	7.24	25.7 ± 1.99
	12:00	28	9.61	0.24	0.11	7.82	
7月17日	06:00	25	3.33	0.34	0.12	7.34	29.9 ± 2.25
	12:00	29	10.05	0.26	0.09	8.04	
7月28日	06:00	26	3.43	0.38	0.14	7.13	29.9 ± 2.25
	12:00	32	10.52	0.19	0.10	8.01	
8月11日	06:00	25	2.71	0.62	0.17	7.13	32.7 ± 3.46
	12:00	33	7.72	0.44	0.13	7.78	
8月15日	06:00	26	3.13	0.58	0.14	7.33	32.7 ± 3.46
	12:00	30	7.23	0.42	0.10	7.91	
8月22日	06:00	25	3.53	0.61	0.15	7.02	32.7 ± 3.46
	12:00	31	8.34	0.39	0.13	7.53	

注:2号池伊乐藻栽种面积比例为60%。

表3 3号养殖池水质测定与克氏原螯虾生长记录

测定日期	时间	水温(°C)	溶解氧含量(mg/L)	氨氮含量(mg/L)	亚硝酸盐含量(mg/L)	pH值	克氏原螯虾抽样质量(g)
6月8日	06:00	21	3.67	0.37	0.12	7.05	23.3 ± 2.29
	12:00	25	7.88	0.28	0.08	7.89	
6月12日	06:00	22	4.31	0.39	0.11	7.33	25.4 ± 2.37
	12:00	26	8.53	0.26	0.09	7.56	
6月19日	06:00	23	4.53	0.44	0.15	7.16	27.5 ± 2.83
	12:00	26	8.61	0.25	0.10	7.79	
7月5日	06:00	24	3.64	0.38	0.12	7.22	31.8 ± 2.65
	12:00	28	9.85	0.23	0.09	7.78	
7月17日	06:00	25	4.28	0.31	0.11	7.23	31.8 ± 2.65
	12:00	29	10.15	0.23	0.09	8.01	
7月28日	06:00	26	3.50	0.42	0.13	7.04	35.8 ± 3.16
	12:00	32	10.58	0.21	0.11	7.73	
8月11日	06:00	25	3.62	0.41	0.16	7.03	35.8 ± 3.16
	12:00	33	9.81	0.33	0.12	7.83	
8月15日	06:00	26	4.26	0.39	0.14	7.22	35.8 ± 3.16
	12:00	30	11.08	0.25	0.11	7.73	
8月22日	06:00	25	3.48	0.40	0.14	7.14	35.8 ± 3.16
	12:00	31	10.56	0.24	0.12	7.72	

注:3号池伊乐藻和轮叶黑藻混合搭配栽种面积比例为60%。

表4 水质及克氏原螯虾生长结果统计分析

月份	溶解氧含量(mg/L)			氨氮含量(mg/L)			日增质量率(%)		
	1号池	2号池	3号池	1号池	2号池	3号池	1号池	2号池	3号池
6月	6.21 ± 1.90a	6.17 ± 2.07a	6.25 ± 2.09a	0.32 ± 0.07a	0.31 ± 0.08a	0.29 ± 0.06a	0.70	0.85	0.82
7月	6.15 ± 2.57a	6.89 ± 3.17b	7.00 ± 3.19b	0.51 ± 0.09a	0.30 ± 0.07b	0.30 ± 0.09b	0.57	0.71	0.68
8月	6.01 ± 2.40a	5.44 ± 2.32a	7.14 ± 3.35b	0.53 ± 0.10a	0.49 ± 0.08a	0.34 ± 0.07b	0.49	0.37	0.55

注:同行数据后不同小写字母表示同一个指标不同池塘之间差异达显著水平( $P < 0.05$ )。

人工栽种水草及不同栽种模式显著影响养殖池的水质和生态环境,从而直接影响养殖对象的生长。2号池的试验结果表明,池塘栽种水草并非越多越好,须合理控制。如伊乐藻的栽种面积不可过高,须控制在60%以下,否则在养殖后期的高温季节会因密度过高而发生腐败,从而恶化水质。

由图1至图3可知,溶氧、氨氮、pH值均具有明显的日变化规律。溶氧从上午开始逐渐升高,至中午达到最高值并逐渐下降,这与水中浮游生物、水生植物的光合作用直接相关。氨氮水平在白天呈逐渐降低趋势,这与水生植物的吸收及池水pH值变化直接相关。池水pH值的日变化规律与溶氧相似,总体呈先升高、后下降的趋势,这与植物光合作用导致水中CO<sub>2</sub>含量变化密切相关,而受亚硝酸氮含量的影响较小。

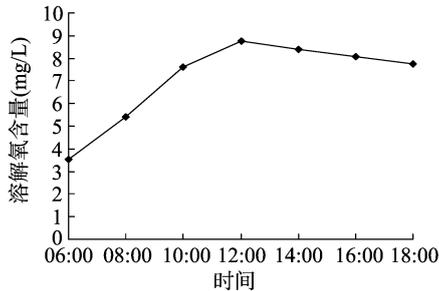


图1 养殖池溶解氧的日变化规律

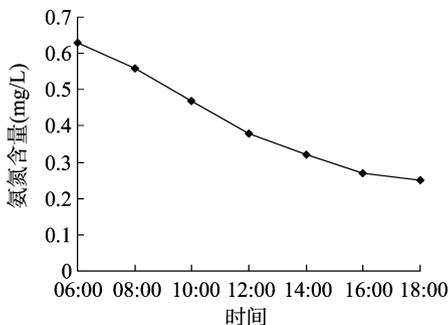


图2 养殖池氨氮的日变化规律

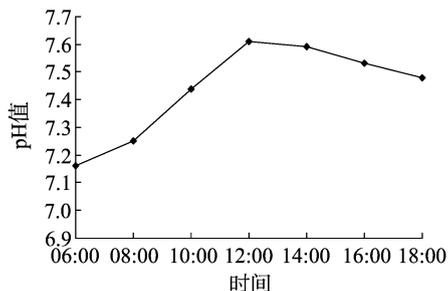


图3 养殖池pH值的日变化规律

### 3 结论与讨论

#### 3.1 水生植物影响池塘水质和养殖生态的作用机制

水草不仅能直接作为虾蟹养殖对象的天然饵料,还可调节改善池塘水质和养殖生态环境。水生植物的根、茎、叶完全沉没于水中,通过强烈的光合作用产生氧气增加水体溶氧,因此白天池塘溶氧呈逐渐上升趋势,至中午达到最高值;随着光合作用的逐渐减弱及各种耗氧因子,下午池塘溶氧逐渐下降,至05:00—06:00日出之前达到最低点<sup>[5]</sup>。氨氮水平在白天呈下降趋势,这与水生植物的吸收直接相关。氮是水体富营养化的主要元素之一,水生植物主要通过自身吸收以及附着在植物体表的微生物硝化作用进行水体脱氮<sup>[6-8]</sup>。水生植物光合作用产生氧气的同时,因消耗利用水中的CO<sub>2</sub>而导致白天水体pH值上升,微生物对pH值的变化非常敏感,因此水体pH值的变化显著影响氮的去除效果<sup>[9]</sup>。水体的溶氧、氨氮、pH值在一天中均呈现各自的变化规律,且相互之间密切相关,共同影响池塘水质和生态环境<sup>[10]</sup>。溶解氧可加速水中有毒有害物质的氧化分解,从而进一步有效改善池塘水质生态环境。水草可为虾蟹提供良好的栖息、蜕壳生态环境,对促进虾蟹生长、提高虾蟹的存活率和养殖品质极为有利。

水生植物的生物量直接影响水体水质变化的程度和速度。已有研究表明,增加植物的生物量可提高水中营养盐的去除效果<sup>[11]</sup>。伊乐藻、菹草的生物量为4 g/L时,在一段时间内氨氮浓度降低了62%~82%,而生物量为2 g/L时只降低了38%~65%。可见,采用沉水植物去除富营养化水体中的氮时,可适当增加植物密度以提升对氮的去除效果。当沉水植物的生物量较大时,水体pH值的微小变化会使水体氮浓度发生较大变化。不同种类水草具有不同的生理生态特性,与水花生相比,伊乐藻能更快促进水体pH值的升高,水中氨氮浓度的下降速率也相对较快<sup>[12]</sup>。

#### 3.2 栽培品种和栽培模式选择

水花生、水葫芦、伊乐藻、轮叶黑藻、苦草、菹草等不同种类的水草具有不同的生理生态特性<sup>[13]</sup>,在养殖池进行人工栽草时应根据养殖对象、季节气候、水草自身特性进行科学合理的选择。伊乐藻耐低温、发芽早、不耐高温,在高温季节密度高时极易发生腐烂而败坏水质;轮叶黑藻则喜高温,虾蟹喜食且不易被破坏;苦草虽虾蟹喜食但易被破坏,故应分批错开播种<sup>[14]</sup>;水花生不是虾蟹首选的摄食种类,但可作为理想的遮荫降温、脱壳栖息的遮蔽物;水葫芦的根须十分发达,水葫芦、水花生在水中易泛滥,应严格控制数量。根据不同水草的特性取长补短、合理搭配,选择科学的栽培模式以营造良好的池塘养殖生态环境。

本试验结果表明,人工栽草池塘的水质状况和养殖效果明显优于未经人工栽草的池塘,但须合理控制栽种面积。伊乐藻不耐高温,宜在相对温度较低的冬春季节移植栽种,栽种面积控制在40%~50%为宜;轮叶黑藻虽耐高温,但栽种面积为60%较合适;水花生极易泛滥,其覆盖率应严格控制在

陈则东,沈晓鹏,穆洪云. 鸡 *IGF2* 基因外显子 1 的多态性及其与生产性能的相关性[J]. 江苏农业科学,2016,44(6):331-332.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.06.094

# 鸡 *IGF2* 基因外显子 1 的多态性 及其与生产性能的相关性

陈则东,沈晓鹏,穆洪云  
(江苏农牧科技职业学院,江苏泰州 225300)

**摘要:**为研究胰岛素样生长因子 2 基因 (*IGF2*) 多态性及其对鸡生产性能的影响,采用 DNA 测序、PCR-单链构象多态性 (PCR-SSCP) 技术分析基因单核苷酸多态性,并对鸡的生产性能进行相关分析。结果可知:共发现 2 个 SNPs 位点,P1 位点对 4 周龄鸡体质量具有显著影响 ( $P < 0.05$ )。研究结果初步表明:*IGF2* 基因可能是影响鸡生长繁殖性状的 1 个主效基因或是与其存在紧密遗传连锁的 1 个标记。

**关键词:**鸡;*IGF2* 基因;外显子 1;遗传多态性;生产性能

**中图分类号:** S831.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)06-0331-02

*IGF2* (insulin-like growth factor2) 基因是最早发现的内源性印迹基因<sup>[1]</sup>,*IGF2* 为单链多态,分子量 7.5 ku<sup>[2]</sup>。研究发现,*IGF2* 是影响动物胚胎生长分化的重要因子,参与多种代谢的调节<sup>[3]</sup>。*IGF2* 基因表达具有时间特异性,如小鼠胚胎中 *IGF2* 基因开始为双等位基因表达,但在胚胎形成后期则表现为母源单等位基因表达<sup>[4-5]</sup>。本研究以鸡为研究对象,以 *IGF2* 基因为候选基因,采用 PCR-单链构象多态性 (PCR-SSCP) 方法<sup>[6]</sup> 检测基因是否存在单核苷酸多态性,探讨不同基因型与鸡生产性能的相关性。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料与处理

210 羽母鸡血样采自翔龙企业有限公司,同时记录其生长性状(初始质量、4、8、12、16 周龄体质量)及繁殖性状(开产日龄、开产体质量、开产蛋质量、300 日龄产蛋数);翅静脉采集血样 1.5 mL,肝素钠抗凝,-20℃保存;DNA 提取试剂盒 [Omega Blood DNA Kit(200 次)] 法抽提基因组 DNA。

### 1.2 引物设计

根据 GenBank 中鸡的 *IGF2* 基因 (GenBank 登录号: NC\_006092) 设计 *IGF2* 基因第 1 外显子引物 P1,引物由生工生物工程(上海)股份有限公司合成。引物的详细信息:F: 5'-TGTGCTGCCAGGCAGATAC-3'; R: 5'-CCCCAAC-CCAGCTCTATCT-3'。

作用[J]. 水资源保护,2008,24(6):64-67.

[7] 王智,张志勇,张君倩,等. 两种水生植物对滇池草海富营养化水体水质的影响[J]. 中国环境科学,2013,33(2):328-335.

[8] 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.

[9] Petrucio M M, Kstevf F A. Uptake rates of nitrogen and phosphorus in the water by *Eichhomia crassipes* and *Salvinia auriculata*[J]. Revista Brasileira de Biologia,2000,60(2):229-236.

[10] 朱浩,刘兴国,王健,等. 池塘养殖水体不同水层水质变化研究[J]. 渔业现代化,2012,39(4):12-15.

[11] 李文朝. 富营养水体中常绿水生植被组建及净化效果研究[J]. 中国环境科学,1997,17(1):55-59.

[12] 朱伟,张兰芳,操家顺,等. 水污染对菹草及伊乐藻生长的影响[J]. 水资源保护,2006,22(3):36-39.

[13] 刘从玉,刘平平,刘正文,等. 沉水植物在生态修复和水质改善中的作用[J]. 安徽农业科学,2008,36(7):2908-2910.

[14] 王传海,李宽意,文明章,等. 苦草对水中环境因子影响的日变化特征[J]. 农业环境科学学报,2007,26(2):798-800.

收稿日期:2015-05-19

作者简介:陈则东(1985—),男,江苏宿迁人,硕士,助教,从事实验动物科学与教学研究。E-mail:ml5852953053@163.com。

30% 以下。本试验采用伊乐藻和轮叶黑藻混合搭配栽培模式,利用不同水草之间的特性差异达到优势互补作用,总体效果优于单一水草栽培模式,从而实现饵料、净水、栖息等综合生态环境的优化。混合搭配水草的种类以 2~3 种为宜。

## 参考文献:

[1] 蒋胡. 河蟹养殖中选用水草有讲究[J]. 渔业致富指南,2003(14):30.

[2] 林连升,岳春梅,缪为民. 轮叶黑藻及其在水产养殖上的利用[J]. 水利渔业,2005,25(5):33-34.

[3] 王彦波,许梓荣,邓岳松. 水产养殖中氨氮和亚硝酸盐氮的危害及治理[J]. 饲料工业,2002,23(12):46-48.

[4] 邹金虎. 从水化学角度看河蟹池中水草的作用[J]. 渔业致富指南,2011(23):47.

[5] Qiu D R, Wu Z B, Liu B Y, et al. The restoration of aquatic macrophytes for improving water quality in a hypertrophic shallow lake in Hubei Province, China[J]. Ecological Eng: neering, 2001, 18(2): 147-156.

[6] 赵联芳,朱伟,莫妙兴. 沉水植物对水体 pH 值的影响及其脱氮