

# 水培番茄对甲鱼养殖废水的净化和滤清

张士良<sup>1</sup>, 刘 鹰<sup>2</sup>

(1. 浙江大学农业与生物技术学院园艺系, 浙江 杭州 310029; 2. 浙江大学农业生物环境工程研究所)

**摘 要:**采用温室内水培试验方法,研究了水培番茄对甲鱼养殖废水的净化和滤清作用。结果表明,水培番茄栽培系统对甲鱼养殖废水中的 COD、NO<sub>2,3</sub>-N、NH<sub>4</sub>-N、P 等有较高的净化率,其值分别为 77%、33%、97%、100%。水培番茄植株根须和根毛对养殖废水中的悬浮物和固体残渣有良好的吸附和过滤性能,平均每棵植株根部可吸附和沉淀大约 10—12 g 固形物。

**关键词:**水培蔬菜; 甲鱼养殖废水; 净化和滤清

**中图分类号:**X703 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0267(2002)02-

## Purification and Clarification of Aquicultural Vegetable on Turtle - Pond Effluent

ZHANG Shi-liang<sup>1</sup>, LIU Ying<sup>2</sup>

(1. Department of Horticulture, College of Agriculture and Biotech, Zhejiang University, Hangzhou 310029, P. R. China;

2. Institute of Agro - Environment Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310029, P. R. China)

**Abstract:** An integrated aquicultural production system consisting of rich nutrient effluent drained from turtle - pond and aquicultural vegetable in plastic greenhouse was conducted in the present investigation. It has been found that the aquicultural system exhibited a significantly high ability in removal of chemical oxygen demand (COD), nitrite and nitrate, ammonium nitrogen, phosphorous with 77%, 33%, 97% and 100%, respectively. In addition, suspended solids and particles were effectively absorbed and filtered by root and/or root hair of the plants in the system. As high as 10—12 g particles could be absorbed and settled by an individual plant.

**Keywords:** aquicultural vegetable; turtle - pond effluent; purification

甲鱼养殖废水必须经过处理(如加酸和添加营养物质)才能用于水培(苗欣,1999)。在动植物综合生产系统中用甲鱼养殖废水水培番茄,利用植株根系对养殖废水的过滤作用和植物对养分的吸收,在一定的养殖废水循环周期内,通过测量水体中各成分的变化,可以确定水培植株对甲鱼养殖废水的净化效果。本实验以连栋塑料种植温室内利用养殖废水作为营养源水培番茄组成的综合循环利用系统为研究对象,通过并联形式的四垄番茄对一定量的甲鱼废水进行循环利用,实现净化废水达到排放标准或处理后再利用的目标。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设施

水培槽(长×宽=21 m×0.40 m);贮液池(长×宽×深=0.90 m×0.97 m×1.10 m);循环系统(水泵、流量计等);泵循环周期为每循环 8 min,停 2 min,依此往复。

收稿日期:2001-05-23

作者简介:张士良(1975—),男,在职硕士生,主要从事园艺果树的栽培研究与推广应用工作。

### 1.2 樱桃番茄

台湾小玲番茄, F1 代, 种苗于 1998 年 7 月移栽到连栋塑料种植温室, 其间以甲鱼养殖废水添加营养液作为营养源, 于 1998 年 9 月 20 日起用甲鱼养殖废水(即不加任何商品营养液)作为营养源进行再循环利用, 每天上午 9:00 采取水样, 测定贮液池中的 NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>2,3</sub>-N、P、K 和 COD。每天两次比较四垄水培番茄进出口的 pH、EC、DO 等指标。

### 1.3 水化学因子测定

pH 值用 HI9024 型便携式 pH 计测定; 溶氧用 HI9143 型便携式溶氧仪测定; EC 用 HI9033 型便携式 EC 计测定; 金属元素用 Alpha-4 型原子吸收光谱测量仪测定; COD 用重铬酸钾法测定; 氨态氮的测定用苯酚-次氯酸盐分光光度法; 亚硝酸盐氮和硝酸盐氮用硫脲(N<sub>2</sub>H<sub>6</sub>SO<sub>3</sub>)还原法测定(Lut Ooms, 1992); P 用钼蓝比色法测定。

## 2 结果与讨论

试验期间, 贮液池中水化学因子指标的变化见表

1。

经过改良的甲鱼废水, 即营养液: 甲鱼养殖废水(体积比) = 1: 1 或 1: 2 用于水培, 通过生产实践, 已被证明可以完全或部分替代商品营养液用于水培(苗欣等, 1999)。通过连续 3 d 的试验, 发现水培植株对甲鱼废水有良好的净化滤清作用, 从表 1 可以看出:

表 1 贮液池中水化学因子指标的变化

Table 1 Changes of water quality in pond during the test

取样日期	COD /mg · L <sup>-1</sup>	NO <sub>2,3</sub> -N /mg · L <sup>-1</sup>	NH <sub>4</sub> -N /mg · L <sup>-1</sup>	P /mg · L <sup>-1</sup>	K /mg · L <sup>-1</sup>	水深 /m
2000-09-22	160	112.84	4.40	1.09	1.81	1.0
2000-09-23	80	86.86	0.32	0.56	0.86	0.7
2000-09-24	60	75.60	0.16	0	0.70	0.2

水培系统循环 3 d 对养殖废水中的 COD 的净化率达 77%, 对 NO<sub>2,3</sub>-N 的净化率达 33%, 对 NH<sub>4</sub>-N 的净化率达 97%, 对 P 的净化率达 100%。

水培植株根须有很强的滤清能力, 试验废水 1 d 后其透明度即从 15.3 cm 上升到 41.5 cm。

由表 2 可以看出, 4 条水槽各进出水口和贮液罐内水体的 pH、EC 等因子在试验期间变化很小, 溶解氧(DO)在贮液池内的平均值为 5.53 mg · L<sup>-1</sup>, 在各个水培槽的出入水口间变化较大, 一般入口溶解氧大于出口。四个出、入口在同一时间溶解氧数值差异也较大, 入口差值可达 2.5 mg · L<sup>-1</sup>, 出口差值可达 2.8 mg · L<sup>-1</sup>。

试验期间所耗水量为 0.70 m<sup>3</sup> (0.9 m × 0.97 m × 0.8 m = 0.70 m<sup>3</sup>), 平均每天耗水量为 0.35 m<sup>3</sup>, 4 条水槽共有 432 棵植株, 每株平均日耗水 8 × 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>。循

环过程中, 根须和根毛对水体中的悬浮物和残渣有吸附过滤作用, 测得每棵植株根部大约可吸附 2—2.5 g 固形物, 沉淀在每棵植株根下泡沫板上的残渣重量为 8—10 g。据此, 可推算平均每棵植株根部可吸附过滤大约 10—12 g 的固形物。

甲鱼养殖温室内水深 1 m 的池体, 每平方米可养殖甲鱼 2—3 kg。假设水量为 1 m<sup>3</sup>, 甲鱼池 20 d 换一次水, 在番茄整个生长期(以 4 个月计), 甲鱼排放的水量为 6 m<sup>3</sup>, 甲鱼废水中的悬浮物、可沉降物主要来自甲鱼排泄物、剩余饵料及池底的泥沙, 约占水体总量的 0.1% 左右, 6 m<sup>3</sup> 水体中含有的悬浮物、可沉降物为 0.1% × 6 × 1 000 = 6 kg。在初级沉淀池内约有 85%—90% 的悬浮物和可沉淀物被沉淀, 有 10%—15% 含悬浮物和可沉淀物的养殖废水进入种植温室水培槽, 以年产万只商品甲鱼计, 若用水培番茄来吸附和过滤养殖废水中的悬浮物及可沉淀物, 则需 30 000 株植株, 种植密度以 5 株 · m<sup>-2</sup> 计, 则需 6 000 m<sup>2</sup> 的种植面积, 而水培番茄, 通常每公顷需水 4 000 m<sup>3</sup> 左右, 1 万只甲鱼 4 个月排放的水量(加上冲洗池体水量)为 3 000—4 000 m<sup>3</sup>, 若适当加以调控, 可基本满足生长用水需要。

### 3 结论

(1) 水培番茄栽培系统对养殖废水中的 COD、NO<sub>2,3</sub>-N、NH<sub>4</sub>-N、P 等有较高的净化率, 其值分别为 77%、33%、97%、100%。

表 2 水培系统出入水口水质参数变化

Table 2 Changes of water quality in entrance and outlet in the aquicultural system

取样日期	时间	参数	入口 1	出口 1	入口 2	出口 2	入口 3	出口 3	入口 4	出口 4	贮液罐
2000-09-22	8:30	pH									7.99
		DO/mg · L <sup>-1</sup>									5.71
		EC/mS · cm <sup>-1</sup>									0.96
	14:00	pH	7.80	7.56	7.80	7.67	7.75	7.68	7.78	7.65	7.84
		DO/mg · L <sup>-1</sup>	3.50	2.12	5.21	3.71	2.83	3.45	4.95	4.30	5.37
		EC/mS · cm <sup>-1</sup>	0.96	0.94	0.95	0.95	0.96	0.95	0.96	0.96	0.96
2000-09-23	8:30	pH	8.01	7.93	7.92	8.02	7.95	7.94	8.00	7.95	8.06
		DO/mg · L <sup>-1</sup>	4.27	4.33	3.61	3.71	4.06	3.89	3.91	3.77	5.86
		EC/mS · cm <sup>-1</sup>	0.90	0.95	0.93	0.95	0.87	0.95	0.85	0.95	0.95
	16:00	pH	8.01	7.93	7.92	8.02	7.95	7.94	8.00	7.95	8.06
		DO/mg · L <sup>-1</sup>	3.59	4.33	2.50	4.44	3.74	2.79	3.01	4.00	5.86
		EC/mS · cm <sup>-1</sup>	0.90	0.95	0.93	0.95	0.87	0.95	0.85	0.95	0.95
2000-09-24	8:30	pH	7.99	7.83	8.02	7.94	7.96	7.86	8.00	7.93	8.03
		DO/mg · L <sup>-1</sup>	3.88	3.41	3.63	4.02	4.72	2.16	4.86	3.26	4.96
		EC/mS · cm <sup>-1</sup>	0.90	1.01	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
	14:00	pH	8.07	7.87	8.06	7.93	7.91	7.90	7.97	7.77	7.98
		DO/mg · L <sup>-1</sup>	4.22	3.55	3.22	4.02	2.86	3.26	2.90	2.37	5.39
		EC/mS · cm <sup>-1</sup>	0.85	0.97	0.99	1.01	1.02	1.02	1.00	1.02	1.02

(2) 水培番茄植株根须和根毛对养殖废水中的悬浮物和固体残渣有良好的吸附和过滤性能, 每棵植株根部可吸附和沉淀大约 10—12 g 固形物。

(3) 用水培番茄来净化和滤清甲鱼养殖废水, 以 1 只甲鱼与 0.6 m<sup>2</sup> 水培番茄种植面积配比较为适宜。

#### 参考文献:

- [1] 丁廷华. 废水芦苇湿地处理系统示范工程研究[J]. 环境科学, 1992, 13(2): 8 - 13.
- [2] 王旭明, 等. 水芹菜对废水净化的研究[J]. 农业环境保护, 1999,

18(1): 34 - 35.

- [3] 刘庆余, 李捷. 漂浮水生植物对废水处理的研究[J]. 农业环境保护, 1991, 10(3): 101 - 104.
- [4] 刘忠翰. 废水芦苇碎石床处理出水养鱼回用技术研究[J]. 农业环境保护, 1999, 18(1): 14 - 18.
- [5] 刘新英, 译. 用植物去除环境污染[J]. 国外环境科学技术, 1997, (2): 25 - 28.
- [6] 刘鹰, 王玲玲, 徐林娟. 甲鱼养殖废水蔬菜土培处理系统的应用分析[J]. 农业环境保护, 2000, 19(1): 7 - 10.
- [7] 严国安, 李益健, 等. 水生植物系统对废水的处理及设计探讨[J]. 环境工程, 1991, 11(2): 16 - 21.