

简易过滤装置对罗氏沼虾亲虾 越冬池水质的净化作用

臧维玲 朱正国 张建达 戴习林

(上海水产大学渔业学院, 200090)

汪志强 金生仁 周国良

(上海市东海水产养殖公司, 201303)

提 要 于1993年3—4月在南汇县东海水产养殖公司罗氏沼虾育苗厂,以自制简易循环过滤装置对罗氏沼虾亲虾池水质进行净化处理。经一个月的试验,试验池水的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2^- \text{-N}$ 与 COD 值分别为对照池的32%、33%与63%;此3种指标的去除率分别为44%—62%、58%—69%与16%—19%;碎螺蛳壳、沙与石子等滤料的平均净化率为 $16 \text{ g/m}^3 \cdot \text{h}$,活性炭为 $6 \text{ g/m}^3 \cdot \text{h}$ 。简易过滤装置可有效地净化亲虾池水质,提高亲虾养殖密度与成活率。

关键词 罗氏沼虾,亲虾池,简易过滤装置,氨-氮,亚硝基-氮,净化水质

为净化罗氏沼虾(*Macrobrachium rosenbergii*)亲虾池水质,提高养殖密度与越冬成活率,本试验以自制简易循环过滤装置对罗氏沼虾亲虾池水质的净化作用进行了研究,以探讨采用低成本简易过滤装置净化亲虾池水质的效果与可能性。

1 材料与方 法

1.1 试验时间与试验池

试验于1993年3—4月在地处南汇县的东海水产养殖公司罗氏沼虾育苗厂(北边)进行,选取暖棚内25号亲虾池为试验池,24号池为对照池,两池情况见表1。亲虾于1992年10月16日进房,池水以床式加热器与控温仪恒温为 $23 \sim 24^\circ\text{C}$,后期升为 26°C ,室内同时辅以蒸汽管道加热维持气温,池水以气石连续曝气,每日排污1次,投饵2次,饵料为配合饲料与海水小杂鱼,隔周加注每日排污减少的水量。

1.2 测定方法

营养盐以比色法测定[汤鸿霄,1979;臧维玲,1991],有机物化学耗氧量(COD)以碱性高锰酸钾法测定[雷衍之等,1993]。

表1 试验池基本情况

Tab. 1 Basic states of test ponds

池号	长(m)	宽(m)	水深(m)	亲虾密度(尾/m ²)	备注
24 (对照池)	5.6	1.4	0.60—0.75	17	亲虾平均体长为 10.3 ± 0.3 cm/p; 平均体重27.8 ± 3.6 g/p.
25	5.6	1.4	0.60—0.75	17	

1.3 简易循环过滤装置净化水质效果的测定

1.3.1 简易循环过滤装置

过滤装置以底部有孔、内装有滤料碎螺蛳壳、细沙、石子与活性炭的4个塑料箱(55×40×20 cm³)两两上下相叠组成,以支架将上述两组过滤装置(简称I号与II号滤器)同时架设于25号池短边端的上方,由置于另一端水面下50 cm处的潜水泵将池水经导管各按3.9 l/min流速导入I号与II号滤箱,经滤料过滤后由箱底孔回流回虾池(见图1),每日处理水量为112 m³,约为池水的2倍。滤料简况见表2。

1.3.2 过滤装置净化水质效果的测定

自滤器开始运转日(1993年3月5日)至试验终止时(4月4日),每日定时采取潜水泵处池水(视作滤器进水)、I号与II号滤器出水及对照池(24号)池水,测定对虾有直接毒害作用并可表征滤器净化效果的NH₃-N与NO₂-N以及pH、NO₃⁻-N与COD值,并以去除率(R)表示与检查滤器的净化效果[周泓等,1992]:

$$R = \left(1 - \frac{C_e}{C_i}\right) \times 100\% \quad (1)$$

式中C_i与C_e分别为滤器进、出水中某指标值。

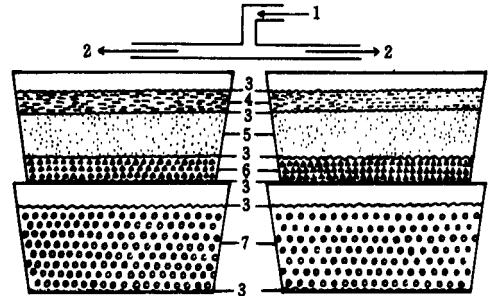


图1 简易过滤装置

Fig. 1 Simply filter apparatus

1. 进水口; 2. 出水口; 3. 中空棉; 4. 碎螺蛳壳;
5. 沙子; 6. 石子; 7. 活性炭。

表2 滤料简况

Tab. 2 Simple states of filtering materials

滤料	平均粒径 (mm)	比表面积 (m ² /m ³)	厚度 (cm)	重量 (kg)
螺蛳碎壳	3	2.0 × 10 ³	2.0	8.3
砂子	0.05	62.8 × 10 ³	6.5	28.9
石子	5.5	5.7 × 10 ²	3.5	8.0
活性炭	圆柱状颗粒长5.5 mm, 直径2.5 mm	4.68 × 10 ⁴	17.0	12.5

1.3.3 简易过滤装置耗氧量测定

试验结束时分别测定两组上下滤相的耗氧量,即在3.9 l/min流速下,测各箱进出水中的溶氧量,并按下列式子求得各滤箱耗氧量,通常称其为滤器的净化量(P, mg/h)[山形,1991年

汉译本;平山和次,1976年汉译文],其式如下:

$$P = (DO_i - DO_o) \times W_Q \tag{2}$$

式中 DO_i 与 DO_o 为各箱进、出水溶氧量(mg/l), W_Q 为各箱循环水量(l/h)。据 P 与各箱中滤料总体积(V, m^3 , 见表2)可求得各箱中单位体积滤料的平均净化量($P, mg/m^3 \cdot h$), 依据同式(2), 其式如下:

$$P = p/v \tag{3}$$

1.3.4 滤料微生物学检测

试验结束后,以最大可能数法检测各滤料、24号池水亚硝化菌与硝化菌的数量(上海水产大学,1992)。

2 结果与讨论

2.1 简易循环过滤装置净化水质效果

表3为试验期间(30天)24、25号池水(即滤器进水)、I与II号滤出水的水化指标变化范围与平均值。表3中24、25号池水 NH_3-N 平均值相对应的非离子氨-氮(NH_3-N_m)分别为0.086与0.019 mg/l(水温为23℃, pH为8.48)[Alabaster, 1982], 对照池水 NH_3-N_m 值为经过滤净化池(25号)的4.5倍。以25号池水 NH_3-N 平均值作为I、II号滤器进水值,按(1)式求得两滤器对 NH_3-N 的去除率(R)分别为44%与62%。据资料报道[吕锡武和严煦, 1988]以生物活性炭去除氨-氮,3个月后的去除率为15%左右,周泓等[1992]以循环沉淀过滤等多级技术处理对虾越冬池水127天, NH_3-N 去除率为34%。可见本装置运行30天已具较强去除 NH_3-N 的效果。

表3 滤器进出水中无机氮含量与有机物耗氧量(mg/L)

Tab. 3 Contenes of inorganic nitrogen and oxygen consumption of organics in the water coming in and out of filters (mg/L)

池号	pH	NH_3-N_i		NO_2-N		NO_3-N		COD	
		C	R (%)	C	R (%)	C	C	R (%)	
25 (滤器进水)	8.19 $\frac{30}{8.48 \pm 0.14}$ 8.84	$\frac{30}{0.130 \pm 0.067}$ 0.235		0.032 $\frac{30}{0.127 \pm 0.085}$ 0.400		2.00 $\frac{30}{10.02 \pm 5.31}$ 17.26		1.62 $\frac{30}{3.32 \pm 1.45}$ 7.36	
I	8.13 $\frac{30}{8.46 \pm 0.15}$ 8.74	$\frac{30}{0.073 \pm 0.052}$ 0.275	44	0.008 $\frac{30}{0.119 \pm 0.125}$ 0.507	6	2.01 $\frac{30}{9.75 \pm 5.08}$ 17.22		1.32 $\frac{30}{2.80 \pm 1.43}$ 4.39	16
II	8.11 $\frac{30}{8.45 \pm 0.15}$ 8.73	$\frac{30}{0.050 \pm 0.05}$ 0.162	62	0.004 $\frac{30}{0.122 \pm 0.130}$ 0.592	4	2.10 $\frac{30}{9.94 \pm 5.30}$ 18.25		1.17 $\frac{30}{2.69 \pm 1.00}$ 4.42	19
24 (对照池)	8.19 $\frac{30}{8.48 \pm 0.18}$ 8.79	0.135 $\frac{30}{0.561 \pm 0.197}$ 0.920		0.078 $\frac{30}{0.184 \pm 0.053}$ 0.230		1.86 $\frac{30}{9.41 \pm 4.64}$ 15.29		2.28 $\frac{30}{4.56 \pm 1.71}$ 8.43	

注: C: 极小值 $\frac{\text{精品数}}{\text{均值} \pm \text{方差}}$; R: 去除率。

图2与图3为试验期间25号与对照池水 NH_3-N 、 NO_2-N 值随试验日数的变化情况。从图

(1) 上海水产大学, 1992. 水域微生物区系研究法, 31~43.

2可发现,25号池与对照池分别在试验的第5、13、22与29天和第7、14、21与29天各自达到4个不等的峰值,两条曲线峰值间隔时间均约为7天,峰值间变化趋势也基本类似。此现象显示了一般过滤水所具有的将 $\text{NH}_3\text{-N}$ 转化为 $\text{NO}_2\text{-N}$ 的微生物周期性生长特点[郑光景等,1982]。图2中 I 与 II 号滤器出水的两条曲线也具上述特点,只是两者出现 $\text{NH}_3\text{-N}$ 峰值的时间分别为试验的第3、9、17与26天和第4、10、17与26天,较25号池有所提前,联系循环水流速,可推知25号池水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的转化作用主要在滤器中进行,同时可发现25号池之 $\text{NH}_3\text{-N}$ 曲线峰值呈现出明显降低趋势,24号池则不具此现象,最终25号池水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 值仅为24号池的32%,再次说明了简易过滤装置具有较好的降低 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的净化作用。

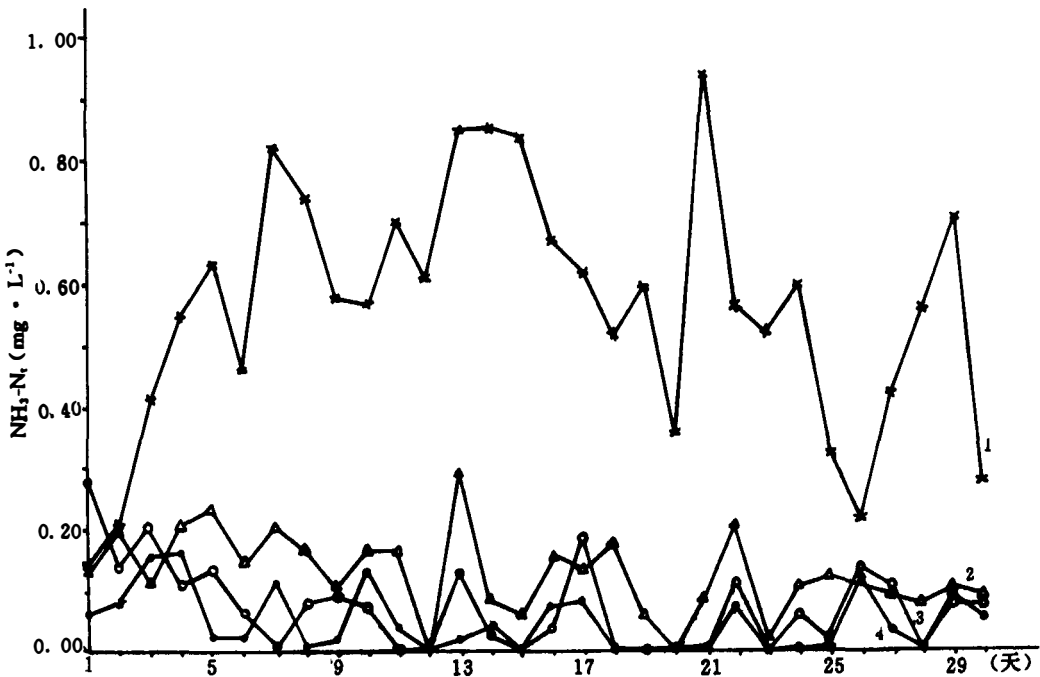


图2 滤器进出水与对照池中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 含量和过滤天数的关系

Fig. 2 Relationships between $\text{NH}_3\text{-N}$ contents of water in and out filters filters and in the control pond and filtering days

1. 滤器进水; 2. I号滤器出水; 3. II号滤器出水; 4. 对照池水。

表3中 I 与 II 号滤器出水中 $\text{NO}_2\text{-N}$ 的去除率仅分别为6%与4%。此正如有的资料所指出的[平山和次,1976年汉译文],由于滤床早期尚未成熟, $\text{NO}_2\text{-N}$ 值大幅度增加所致。到后期,过滤水中 $\text{NO}_2\text{-N}$ 含量则降到极低,有时甚至无法检出。从图3可看出,对照池水中 $\text{NO}_2\text{-N}$ 含量随时间变化较小,呈缓慢增加趋势。25号池水和 I、II 号滤水中 $\text{NO}_2\text{-N}$ 含量自第1天至5、6天均呈急剧上升后又转为递减趋势,且试验池水 $\text{NO}_2\text{-N}$ 值第11天起低于对照池,至第16天起,60%以上的值低于0.06 mg/l。自第18天至试验终止日,25号池水、I 与 II 号滤出水中 $\text{NO}_2\text{-N}$ 值低且变化平稳。最后的18天中前三者与对照池水中 $\text{NO}_2\text{-N}$ 平均值分别为0.052、0.017、0.012与0.192 mg/l,显然,对照池 $\text{NO}_2\text{-N}$ 为试验池的3倍以上。I、II 号滤器

对 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 的去除率分别达84%与88%。过滤水中 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 变化特点与以往有关报道相符[山形,1991年汉译文;平山和次,1976年汉译文;菊池弘太郎,1990年汉译文]。这些资料指出,过滤水中 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 值在早期的急剧上升后又急剧下降,此意味着滤料中生物膜已形成,滤床已达成熟,滤器已具备了良好的净化能力。此过程通常需40-60天[平山和次,1976年汉译文]。可见 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 值的变化可作为检验滤器成熟与否的指标。据此可认为本试验滤床成熟时间仅约为15天,较一般滤床成熟时间少得多。此可能因在本试验开始前,试验池已饲养亲虾4个多月,池水原所含的亚硝化菌和硝化菌等对滤料起了接种作用有关。

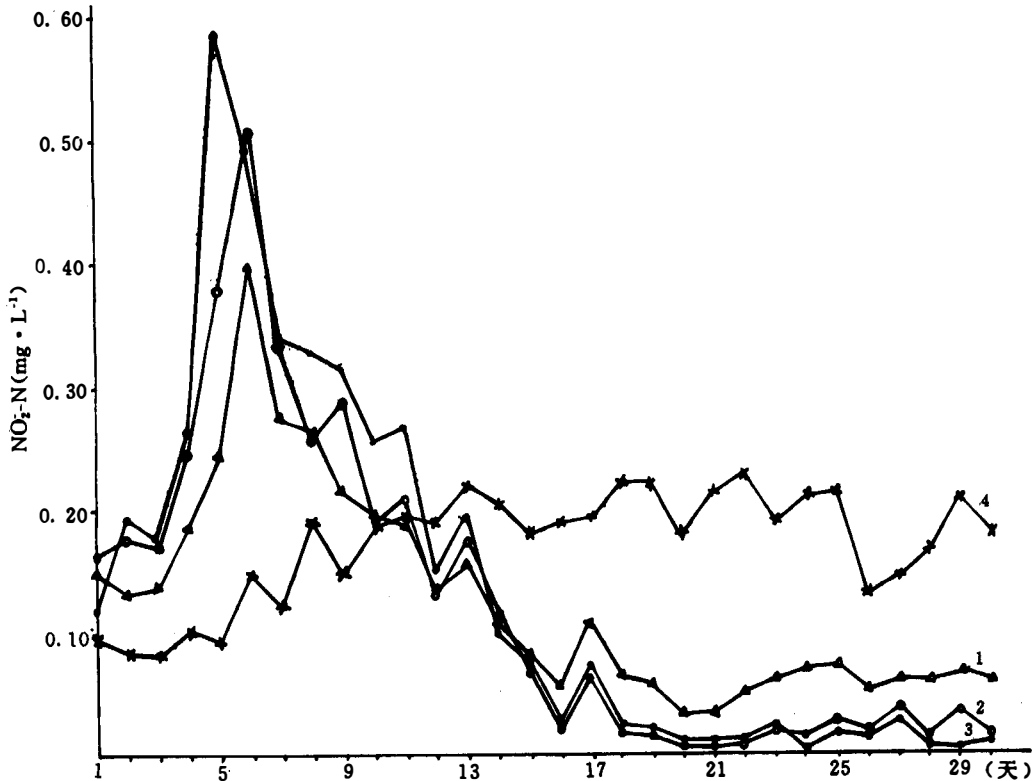


图3 滤器进出水与对照池水中 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 和过滤天数的关系

Fig. 3 Relationships between $\text{NH}_3 - \text{N}$ contents of water in and out filters filters and in the control pond and filtering days

从监测发现,作为亚硝化与硝化作用的最终产物 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 在滤器的进出水中较对照组显著地呈增长趋势,最终25号池水 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ (16.67 mg/l) 为对照池(12.35 mg/l)的135%。

滤器对有机物的去除作用不如对 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 与 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 的去除作用强,去除作用仅为16%~19%,最终25号池 COD 值为对照池的63%。

2.2 简易过滤器的净化量

将从各箱进出水中所测得的溶氧量分别代入(2)式,再将求得的滤箱耗氧量,即净化量(P)代入(3)式,求得二个上层滤箱中三种滤料(碎螺蛳壳+沙子+石子)平均净化量为 $16 \text{ g/m}^3 \cdot \text{h}$,下层二个箱中活性炭平均净化量为 $6 \text{ g/m}^3 \cdot \text{h}$ 。山形阳一[1991]提出比表面积约为300

m^2/m^3 的滤料最大耗氧量(即净化量)为 $42 \text{ g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ 。鉴于滤料净化能力正比于其比表面积[菊池弘太郎, 1990年汉译文], 且本试验滤料比表面积($5.7 \times 10^2 \sim 62.8 \times 10^3$, 见表2), 远高于上述值, 可见本过滤装置尚未达到最高净化效率, 尚有能力净化处理较25号池更多量的水, 此从滤器对试验池水中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 与 $\text{NO}_2\text{-N}$ 的较高去除率以及两者最终含量仅分别为 $0.09 \text{ mg}/\text{l}$ 与 $0.06 \text{ mg}/\text{l}$ 也可得以说明, 因此亲虾池饲养密度可相应提至25尾/ m^2 以上。

2.3 滤料的微生物量

表4为滤料活性炭、沙子、碎螺蛳壳和对照池水中亚硝化菌与硝化菌的检测结果。表4表明, 滤料上转化氨和亚硝基的细菌量约为对照池水的100倍, 说明简易过滤装置有利于亚硝化与硝化菌的生长繁殖, 因而具较好的净化水质效果。

表4 滤料中微生物量(细菌数/l)

Tab.4 The microbe quantities (bacterial counts/l)

细 菌	活性炭	沙子	螺蛳壳	对照池
亚硝化菌	9.00×10^7	3.73×10^8	2.07×10^8	2.50×10^6
硝化菌	1.15×10^8	2.83×10^9	2.07×10^9	2.00×10^7

3 结语

(1) 由于亲虾池水中原有细菌的接种作用, 简易循环装置16天可达成熟, 运行1个月, 对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 与COD的去除率分别为44%—62%、58%—69%与16%—19%。试验终止时, 试验池水中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 与COD值分别 $0.09 \text{ mg}/\text{l}$ 、 $0.06 \text{ mg}/\text{l}$ 与 $4.39 \text{ mg}/\text{l}$, 为对照池的32%、33%与63%, 简易装置有效去除 $\text{NH}_3\text{-N}$ 与 $\text{NO}_2\text{-N}$ 。

(2) 简易过滤装置的上、下层箱平均净化量分别为 $16 \text{ g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ 与 $6 \text{ g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$, 本装置可净化远高于25号池水量。采用本装置, 越冬池亲虾饲养密度可提高至20尾/ m^2 以上。

(3) 参考本试验循环过滤饲养法, 罗氏沼虾越冬房可建立采用沙子、石子与碎螺蛳壳等廉价滤料的简易循环过滤装置或水泥池用以净化亲虾池水质。为缩短滤床成熟时间, 可采用预先培养成熟的滤料或提前约半月以养殖用水循环处理, 此既可使滤器尽早有效地工作, 又可降低早期时池水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 与 $\text{NO}_2\text{-N}$ 急剧增加的程度, 有利于提高亲虾成活率。

本校学生周霖、梁程超参加本试验测定等工作, 特此致谢。

参 考 文 献

- [1] 山形阳一(梅志平译), 1991. 循环过滤装置的维护和管理. 水产科技情报, 18(2): 58—60.
- [2] 平山和次(钱雪先译), 1976. 海洋科学译报, (1): 95—100.
- [3] 吕锡武、严照世, 1988. 生物活性炭去除氨氮的实践与机制. 上海环境科学, 7(1): 13—16.
- [4] 汤鸿霄, 1979. 用水废水化学基础, 75—76. 中国建筑工业出版社(京).
- [5] 周 泓等, 1992. 多级水处理技术在亲虾越冬池中的应用. 水产科学, 11(2): 7—10.
- [6] 郑光景等, 1982. 生物膜法处理污水, 134—138. 中国建筑工业出版社.
- [7] 菊池弘太郎(朱永良译), 1990. 高效率鱼类生产的水质净化技术——利用微生物净化氨. 国外水产, (4): 33—37.

- [8] 雷衍之等,1993.淡水养殖水化学,191—192.广西科学技术出版社(南宁).
- [9] 臧维玲,1991.养鱼水质分析,39—74.农业出版社(京).
- [10] Alabaster, J. S., 1982. *Water Quality Criteria for Freshwater Fish*, 85—87. Second published by Butterworths, Cambridge.

THE PURIFICATION OF THE WATER QUALITY IN THE OVERWINTERING PARENT SHRIMP POND FOR *MACROBRACHIUM ROSENBERGII* BY USING THE SIMPLE FILTER APPARATUS

Zang Wei-ling, Zhu Zheng-guo, Zhang Jian-da and Dai Xi-lin
(Shanghai Fisheries University, 200090)

Wang Zhi-qiang, Jin Sheng-ren and Zhou Guo-liang
(Donghai Farm of Nanhui County, 201303)

ABSTRACT The purification of water quality in the overwintering parent shrimp pond for *Macrobrachium rosenbergii* by using the simple filter apparatus was tested from March to April in 1993. Filtering materials contained the broken spiral shell, sand, stone and active carbon. Contents of $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2^- \text{-N}$ and COD in the test pond water by purified one month were 32%, 33% and 63% of relative contents in the control pond water respectively. The rid rates of $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2^- \text{-N}$ and COD in filtered off water were 44%—62%, 58—69% and 16%—19% respectively. The purified quantity of the broken spiral shell, sand and stone averaged $16 \text{ g/m}^3 \cdot \text{h}$ and active carbon $6 \text{ g/m}^3 \cdot \text{h}$. The simple filter apparatus could effectivelly purfty water quality, and raise rearing density and survival rate of the parent shrimp in the overwintering pond.

KEYWORDS *Macrobrachium rosenbergii*, parent shrimp pond, simple filter apparatus, ammonia-nitrogen, nitrite-nitrogen, purified water quality