

凡纳对虾淡化养殖健康虾池水体生态研究^{*}

查广才, 周昌清, 黄建荣, 何建国
(中山大学生命科学院, 广东 广州 510275)

摘 要: 对 20 个凡纳对虾 *Litopenaeus vannamei* 淡化养殖健康虾池水体理化及生物因子进行调查, 调查结果健康虾池大小 $(0.48 \pm 0.19) \text{ hm}^2$, 水深 $(145 \pm 13) \text{ cm}$, 最适放苗密度 $(148 \pm 30) \text{ 万尾/hm}^2$, 盐度 $(2 \pm 2) \text{ ‰}$, 水温 $(30.6 \pm 3.3) \text{ }^\circ\text{C}$, 溶解氧 $(5.5 \pm 1.5) \text{ mg/L}$, pH 值 8.5 ± 0.7 , 透明度 $(19 \pm 5) \text{ cm}$, 氨氮 $(0.65 \pm 0.76) \text{ mg/L}$, 亚硝基氮 $(0.15 \pm 0.17) \text{ mg/L}$, 化学耗氧量 $(21.52 \pm 5.45) \text{ mg/L}$ 。虾池藻类种类数为 43 ± 8 种, 密度 $(1.51 \pm 0.76) \times 10^8 \text{ 个/L}$, 多样性指数 2.15 ± 0.49 , 藻类优势种 12 种, 蓝藻 6 种, 硅藻 2 种, 绿藻 3 种, 隐藻 1 种, 健康虾池优势种以螺旋藻 *Spirulina* sp. 为主, 种群丰富度高而稳定。虾池原生动物种类数为 14 ± 3 种, 密度 $(2.71 \pm 1.79) \times 10^5 \text{ 个/L}$, 多样性指数 2.01 ± 0.47 , 优势种 9 种, 圆筒状拟铃壳虫 *Tintinnopsis cylindrata*、毛板壳虫 *Coleps hirtus* 和海洋帆口虫 *Pleuronema marinum* 为常见优势种, 优势种主要是食细菌—碎屑类。健康虾池水体异养菌群数量 $(2.37 \pm 1.83) \times 10^7 \text{ cfu/L}$, 弧菌数量 $(11.77 \pm 13.86) \times 10^5 \text{ cfu/L}$, 底泥异养细菌总数 $(7.90 \pm 29.08) \times 10^8 \text{ cfu/L}$, 弧菌总数 $(1.18 \pm 3.27) \times 10^7 \text{ cfu/L}$ 。

关键词: 凡纳对虾 *Litopenaeus vannamei*; 淡化养殖; 健康虾池; 水体生态

中图分类号: S96; Q178 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2004) 01-0078-05

凡纳对虾 *Litopenaeus vannamei* 经淡化, 可在淡水环境中养殖^[1,2], 并有生长快、抗病力强和产量高的特点, 其养殖面积和产量近年来已超过中国对虾和斑节对虾, 成为我国对虾主要养殖品种。随凡纳对虾淡化养殖规模的迅速扩大和产量不断提高, 养殖环境富营养化及虾病爆发日益严重, 淡化养殖亟待规范化, 因此, 对淡化养殖健康虾池各生态因子的量化具有重要意义。在对珠海市斗门区凡纳对虾淡化养殖虾池广泛调查基础上, 选择了部分高产健康虾池, 对其水体理化因子和生物因子进行检测和统计分析, 初步整理出淡化养殖健康虾池理化及生物因子量化指标, 对凡纳对虾淡化养殖具有一定的指导意义。

1 材料及研究方法

1.1 虾池理化因子测定方法

1.1.1 溶解氧、水温、pH、盐度和透明度测定

虾池溶解氧、水温、pH、盐度和透明度采取现场测定, 测定时间(北京时间)为 10:00, 溶解氧和水温的测定用 JPB-607 型便携式溶解氧分析仪; pH 测定用 Model6010 便携式微电脑型酸碱度测试器; 盐度用折光仪测定; 透明度用透明度板沉入水中至

恰好看不到板面白色, 此时的深度为透明度。

1.1.2 无机氮、磷和化学耗氧量测定 虾池无机氮、磷和化学耗氧量测定, 取样时间同上, 水样用 2 L 采水器, 在虾池四角和中央 1 m 水深处各取一份混匀, 取 1 L 水样带回实验室进行, 测定在 2 h 内完成。无机氮和磷的测定, 使用意大利哈纳 C200 多参数离子比色浓度计测定; 化学耗氧量(COD)用碱性高锰酸钾—草酸法测定^[3]。

1.2 微型浮游生物调查统计方法

淡化养殖虾池微型浮游生物调查, 采样时间同上, 在每个虾池四角及中央用 2 L 采水器各取水样 1 份, 混匀, 取 1 L, 鲁哥氏液固定沉淀 48 h 以上, 浓缩至 100 mL 甲醛保存。浮游植物和原生动物的定量研究, 是将定量样品摇匀, 取 0.1 mL 样品置于计数框中, 在显微镜下进行计数。浮游植物用鲁哥氏液染色, 计数 100 个视野, 原生动物整片计数。多样性分析: 采用 Shannon wiener 多样性指数 $H'^{[4]}$, $H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$, 式中 $P_i = n_i/N$, n_i 为物种 i 的个体数, N 为群落样本个体总数, P_i 为第 i 种个体数占总个体数的比例, S 为群落中物种数。

* 收稿日期: 2004-03-01

基金项目: 国家 973 计划资助项目 (1999G012011); 广东省揭阳市科技资助项目 (JY0305); 珠海科技资助项目 (200310084); 生物防治国家重点实验室开放基金资助项目 (0202)

作者简介: 查广才 (1965 年生), 男, 副教授, 博士, 通讯联系人: 周昌清, E-mail: ls01@zsu.edu.cn

1.3 水体和底泥异养细菌与弧菌培养计数

水体异养细菌与弧菌水样采集同上, 取混合水样 100 mL 置灭菌水样瓶, 底泥样品采集使用简易取样器, 取样器为透明的聚乙烯管, 管内直径 3 cm, 底泥取样深度 4 cm, 样品采集后立即置于灭菌样品瓶内摇匀, 泥样为池底表层浮泥, 水样和泥样带回实验室 2 h 内完成细菌稀释培养。异养细菌采用灭菌 2216E 培养基, 取 1 mL 样品稀释倒平板培养, 弧菌采用选择培养基 TCBS 培养, 方法同异养细菌, 置 36 °C 培养箱中恒温培养 48 h 计数菌落^[3]。

2 实验结果

2.1 健康虾池基本概况

2002 年 6 月至 2003 年 10 月, 在珠海市斗门区凡纳对虾淡化养殖基地, 对凡纳对虾淡化养殖虾池进行了大量调查, 从中选择了 20 个高产健康虾池, 虾池一般处在养殖的中后期, 水体环境稳定, 对虾生长快, 且体质健康无疾病, 每个虾池均有数量不等的商品虾出池, 虾池产量或预计产量在 6 000 ~ 9 000 kg/hm², 高强度机械增氧, 定期施用光合细菌或 EM 菌液, 水源好, 虾池适量换水, 水源差, 不换水。健康虾池的大小在 0.25 ~ 1.07 hm², 平均面积为 (0.48 ± 0.19) hm²。虾池底为泥底, 进水放苗前须经清淤和暴晒, 底质硬而无淤泥, 呈黄褐色的氧化态, 个别虾池底质有淤泥, 呈黑色还原态。虾苗放养密度平均 (148 ± 30) 万尾/hm², 个别虾池达到 192 万尾/hm², 虾池平均水深在 (145 ± 13) cm, 部分虾池的池水较浅。

2.2 健康虾池理化因子

健康虾池水体溶解氧、水温、水体 pH 及氨氮等主要理化因子的检测结果为: 虾池盐度为 (0 ~ 6)‰, 平均 (2 ± 2)‰, 部分虾池养殖中后期没有盐度。虾池水温 22.5 ~ 34.5 °C, 平均 (30.6 ± 3.3) °C, 夏季 7、8 月份水温较高, 冬季 1 月温室养殖水温相对较低。虾池水体 pH 在 7.5 ~ 10.2, 平均为 8.5 ± 0.7, 少数虾池水体 pH 偏低。虾池溶解氧变化较大, 一般在 3.2 ~ 8.45 mg/L, 平均为 (5.5 ± 1.5) mg/L, 虾池溶氧总体较高。虾池透明度在 13 ~ 25 cm, 平均为 (19 ± 5) cm, 比一般虾池透明度低。虾池 COD 值为 16.70 ~ 35.97 mg/L, 平均为 (21.52 ± 5.45) mg/L, COD 总体偏高, 虾池富营养化严重。虾池水体 NH₄-N 含量在 0 ~ 2.30 mg/L, 平均为 (0.65 ± 0.76) mg/L, 少数虾池偏高。虾池 NO₂-N 含量在 0 ~ 0.38 mg/L, 平均 (0.15 ± 0.17) mg/L, NO₃-N 含量在 0 ~ 5.4 mg/L, 平均

(0.8 ± 1.5) mg/L, 各虾池的含量差别较大。虾池 PO₄-P 含量在 0 ~ 17.7 mg/L, 平均为 (6.5 ± 7.1) mg/L, 少数虾池含量低, 但总体含量高。

2.3 健康虾池微型浮游生物组成

虾池微型浮游生物是由浮游植物即藻类和原生动物组成, 藻类的种类和数量是虾池环境生物的主体。不同的虾池藻类种类数在 30 ~ 57 种不等, 平均 43 种, 绿藻的种类较多, 其次是蓝藻, 其它藻类的种类相对较少。各虾池浮游植物个体数量在 (0.62 ~ 3.18) × 10⁸ 个/L, 平均 (1.51 ± 0.76) × 10⁸ 个/L, 其中蓝藻的个体数量在虾池中占绝对优势, 绿藻和硅藻在一些虾池中也有一定的数量。池浮游植物多样性指数为 1.40 ~ 2.93, 平均值 2.15 ± 0.49。6 月和 11 月份虾池藻类的多样性较高, 8 月和 7 月份藻类多样性较低。健康虾池原生动物种类相对较少, 在 7 ~ 18 种之间, 平均为 14 种, 基本是纤毛虫类, 肉足虫类极少。原生动物个体数量在 (0.35 ~ 7.10) × 10⁵ cell/L, 平均为 (2.71 ± 1.79) × 10⁵ cell/L, 数量最多的是以细菌一碎屑为食的纤毛类, 食藻类纤毛虫也有一定数量, 肉食性纤毛虫很少。各虾池原生动物多样性指数在 0.84 ~ 3.00 之间, 平均为 2.01 ± 0.47, 原生动物多样的季节差异不明显。

2.4 微型浮游生物优势种及其丰富度

微型浮游生物优势种及其丰富度是虾池养殖环境重要生物指标, 凡纳对虾淡化养殖健康虾池微型浮游生物优势种及其丰富度如表 1。藻类优势种共有 12 种, 其中蓝藻门 6 种, 为螺旋藻 *Spirulina* sp.、针状蓝纤维藻 *Dactylococcopsis acicularis*、假鱼腥藻 *Pseudoanabaena* sp.、小型色球藻 *Chroococcus minor*、弯形箭头藻 *Raphidiopsis curvata* 及粘囊藻 *Myxosarcina burnensis*, 硅藻门 2 种, 有小环藻 *Cyclotella* sp. 和新月菱形藻 *Nitzschia closterium*, 绿藻门 3 种, 有小球藻 *Chlorella vulgaris*、*Scheffelia deformis* 及二形栅藻 *Scenedesmus dimorphus*, 隐藻门只有尖尾蓝隐藻 *Cryptomonas acuta* 1 种。在优势种中, 一种小型螺旋藻最为突出, 在大多数健康虾池中无论是其个体数量或生物量都占有绝对优势, 其丰富度一般高达 60%, 这种小型螺旋藻在其它虾池或水环境中目前还未见报道。针状蓝纤维藻和假鱼腥藻及小环藻也是健康虾池中的常见优势种, 但它们的个体较小, 生物量少, 丰富度并不高, 对健康虾池养殖环境的影响远不如螺旋藻, 其它优势种只在个别健康虾池偶尔形成。虾池藻类优势种都是富营养化水体中的种类。健康虾池原生动物优势种共 9 种, 均为纤毛虫类, 不同的虾池优势种不同, 表现

表 1 健康虾池微型浮游生物优势种及其丰富度¹⁾

调查时间	浮游植物		原生动物	
	优势种	丰富度/ %	优势种	丰富度/ %
20020921	螺旋藻 <i>Spirulina</i> sp	57. 2	圆筒状拟铃壳虫 <i>T. cylindrata</i>	62. 5
20021008	螺旋藻 <i>Spirulina</i> sp	27. 5	圆筒状拟铃壳虫 <i>T. cylindrata</i>	32. 2
	针状蓝纤维藻 <i>D. acicularis</i>	19. 6		
	小环藻 <i>Cyclotella</i> sp	15. 6		
20021108	螺旋藻 <i>Spirulina</i> sp	36. 1	海洋帆口虫 <i>P. marinum</i>	19. 7
	针状蓝纤维藻 <i>D. acicularis</i>	10. 9		
20021108	假鱼腥藻 <i>Pseudoanabaena</i> sp	28. 6	海洋帆口虫 <i>P. marinum</i>	28. 3
	针状蓝纤维藻 <i>D. acicularis</i>	16. 4	钟虫 <i>Vorticella</i> sp	32. 1
	小环藻 <i>Cyclotella</i> sp	9. 3		
20030115	假鱼腥藻 <i>Pseudoanabaena</i> sp	20. 0	毛板壳虫 <i>C. hirtus</i>	27. 9
	尖尾蓝隐藻 <i>C. acuta</i>	17. 1	海洋帆口虫 <i>P. marinum</i>	26. 8
	新月菱形藻 <i>N. closterium</i>	17. 7		
	<i>S. deformis</i>	16. 1		
	小球藻 <i>Ch. vulgaris</i>	12. 1		
20030608	螺旋藻 <i>Spirulina</i> sp	18. 0	旋急游虫 <i>S. spiralis</i>	52. 2
	针状蓝纤维藻 <i>D. acicularis</i>	17. 1		
20030608	螺旋藻 <i>Spirulina</i> sp	33. 5	尾草履虫 <i>Paramecium caudatum</i>	26. 5
	小环藻 <i>Cyclotella</i> sp	15. 2		
	针状蓝纤维藻 <i>D. acicularis</i>	12. 8		
20030608	螺旋藻 <i>Spirulina</i> sp	30. 0	银灰膜袋虫 <i>Cyclidium glaucoma</i>	12. 5
	粘囊藻 <i>M. burmensis</i>	12. 5		
20030713	螺旋藻 <i>Spirulina</i> sp	62. 6	银灰膜袋虫 <i>Cyclidium glaucoma</i>	28. 2
20030713	螺旋藻 <i>Spirulina</i> sp	49. 5	圆筒状拟铃壳虫 <i>T. cylindrata</i>	28. 5
	假鱼腥藻 <i>Pseudoanabaena</i> sp	9. 6		
20030811	螺旋藻 <i>Spirulina</i> sp	65. 5	海洋帆口虫 <i>P. marinum</i> 43 75	
20030811	螺旋藻 <i>Spirulina</i> sp	62. 4	圆筒状拟铃壳虫 <i>T. cylindrata</i>	13. 8
	小环藻 <i>Cyclotella</i> sp	15. 6		
20030811	螺旋藻 <i>Spirulina</i> sp	57. 8	银灰膜袋虫 <i>C. glaucoma</i>	25
	小环藻 <i>Cyclotella</i> sp	17. 2		
20030811	螺旋藻 <i>Spirulina</i> sp	66. 0	银灰膜袋虫 <i>C. glaucoma</i> 25	
20030811	螺旋藻 <i>Spirulina</i> sp	66. 3	银灰膜袋虫 <i>C. glaucoma</i>	12. 5
	针状蓝纤维藻 <i>D. acicularis</i>	13. 2	旋急游虫 <i>S. spiralis</i>	12. 5
20030921	小型色球藻 <i>C. minor</i>	39. 5	海洋帆口虫 <i>P. marinum</i>	18. 7
	针状蓝纤维藻 <i>D. acicularis</i>	14. 2	尾草履虫 <i>P. caudatum</i>	18. 7
20030921	螺旋藻 <i>Spirulina</i> sp	25. 8	毛板壳虫 <i>C. hirtus</i>	43. 4
	针状蓝纤维藻 <i>D. acicularis</i>	11. 4	蚤状中缢虫 <i>M. pulex</i>	27. 8
	二形栅藻 <i>Sc. dimorphus</i>	10. 9		
20030921	螺旋藻 <i>Spirulina</i> sp	60. 0	蚤状中缢虫 <i>M pulex</i>	33. 3
	弯形尖箭头藻 <i>R. curvata</i>	10. 6		
20030921	螺旋藻 <i>Spirulina</i> sp	42. 5	毛板壳虫 <i>C. hirtus</i>	46. 8
	针状蓝纤维藻 <i>D. acicularis</i>	14. 5		
	小环藻 <i>Cyclotella</i> sp	13. 8		
20030921	螺旋藻 <i>Spirulina</i> sp	43. 4	圆筒状拟铃壳虫 <i>T. cylindrata</i>	25. 3
	针状蓝纤维藻 <i>D. acicularis</i>	16. 3	武装尾毛虫 <i>Urotricha armatus</i>	24
	小环藻 <i>Cyclotella</i> sp	10. 4		

1) 丰富度为优势种占藻类个体总数的百分比

一定的季节差异。圆筒状拟铃壳虫 *Tintinnopsis cylindrata*、毛板壳虫 *Colqps hirtus* 和海洋帆口虫 *Pleuronema marinum* 是较为常见的优势种，其丰富度也较高，毛板壳虫主要摄食细菌—碎屑或藻类，圆筒状拟铃壳虫主要以细菌—碎屑为食，在有机碎

屑多的水体中均易形成较高的种群数量^[5]。海洋帆口虫以细菌和有机碎屑为食，可大量发生于富营养化海产养殖水体中。蚤状中缢虫 *Mesodinium pulex* 也以细菌—有机碎屑为食，咸淡水中都可大量发生，在海洋中大量发生可形成赤潮。旋急游虫

Strombidium spiralis、银灰膜袋虫 *Cyclidium glaucoma*、武装尾毛虫 *Urotricha armatus*、尾草履虫 *Paramecium caudatum* 和钟虫 *Vorticella* sp. 等均主要以细菌—碎屑或藻类为食, 可见淡化养殖健康虾池原动物优势种主要以细菌—碎屑或藻类为食, 没有出现肉食性优势种, 且大多数优势种是耐污性种类。

2.5 健康虾池异养细菌及弧菌数量

虾池水体和底泥中异养细菌及弧菌是虾池养殖环境中另一类重要生物, 结果表明, 虾池水体异养细菌总数在 $0.83 \times 10^7 \sim 7.90 \times 10^7$ cfu/L, 平均为 $(2.37 \pm 1.83) \times 10^7$ cfu/L, 水体异养细菌变化不大, 菌群数量相对稳定, 而弧菌的数量差别较大, 总数在 $0.50 \times 10^5 \sim 47.10 \times 10^5$ cfu/L, 平均为 $(11.77 \pm 13.86) \times 10^5$ cfu/L, 少数虾池弧菌数量较高, 大多数虾池在 10^5 cfu/L。虾池底泥异养细菌的数量有较大差别, 总数在 $1.40 \times 10^8 \sim 118.00 \times 10^8$ cfu/L, 平均为 $(7.90 \pm 29.08) \times 10^8$ cfu/L, 比水体异养细菌数量多 1~2 个数量级, 底泥弧菌的总数在 $0.35 \times 10^7 \sim 11.67 \times 10^7$ cfu/L, 平均为 $(1.18 \pm 3.27) \times 10^7$ cfu/L, 比水体弧菌也多 1~2 个数量级。从菌落的形态和颜色初步鉴别, 虾池水体和底泥中异养细菌种类约十几种, 每个虾池优势种有 1~3 种, 而弧菌的种类约 3~4 种, 各虾池优势种相同, 只有一种, 且虾池水体和底泥弧菌数量基本为优势种, 其它种类的数量极少。

3 讨论

凡纳对虾生长的最适水温为 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ^[9], 溶解氧为 4.0 mg/L 以上^[7], 水体 pH 8.5 ^[8], 氨氮为 0.2 mg/L ^[9]。调查结果, 健康虾池水体的水温、溶氧、pH、氨氮等主要理化因子指标, 都在对虾生长的适合范围或安全范围内。淡化养殖早期水体盐度为 $3\text{ }_{\text{‰}} \sim 6\text{ }_{\text{‰}}$, 中后期可以为淡水, 但保持 $1\text{ }_{\text{‰}} \sim 3\text{ }_{\text{‰}}$ 的盐度为好, 不超过 $6\text{ }_{\text{‰}}$ 。透明度一般为 $15 \sim 20\text{ cm}$ 。同时健康水体的虾池底质都是经过清淤和暴晒, 池底较硬呈黄褐色氧化态。虾池面积大小在 $0.4 \sim 0.5\text{ hm}^2$, 放苗密度为 $120 \sim 150\text{ 万尾/hm}^2$, 密度过低影响产量, 密度过高, 将导致养殖环境恶化, 爆发虾病。

藻类是健康虾池水体中最重要的生物因子, 藻类的种类并不丰富, 多样性也不高, 但密度很高, 达到 10^8 个/L, 优势种及其优势度明显。优势种以螺旋藻为主, 其生物量和丰富度占绝对优势, 并带有一定的地域性特点, 具有独特的养殖效果。原生动物的种类较少, 丰富度不高, 但优势种类多以食

细菌—碎屑为主。

异养细菌主要作用是分解对虾大量的代谢产物和其它有机物, 完成虾池生态系统的物质循环, 水体异养细菌数量应达到 10^7 cfu/L, 底泥异养细菌应达到 10^8 cfu/L, 同时弧菌作为致病菌^[10] 应严格控制水体和底泥中的数量, 水体弧菌数量应控制在 10^5 cfu/L 以内, 底泥弧菌数量应控制在 10^6 cfu/L 以内。

健康虾池水体受多因子综合影响, 只有大多数理化因子和生物因子, 尤其是关键因子如水体溶解氧、虾池底质、优势藻类及其数量、虾池水体及底泥异养菌群数量和弧菌数量等总体达到健康标准, 养殖环境才可保持健康。判断养殖环境好坏的标准应以理化因子和生物因子二者并重。健康虾池水体的另一个重要标准是生态因子的相对稳定性, 无论是人为使用有刺激性的化学消毒剂、杀虫剂或大量换水, 还是台风暴雨或寒流等自然灾害, 均可导致水体理化因子和生物因子的剧烈波动, 造成养殖环境的胁迫, 诱发虾病暴发。总之, 健康虾池水体受多种可变因素的制约, 地域和气候的差异较大, 使其严格标准化或定量化, 还需要作大量的调查研究工作。

参考文献:

- [1] 肖国强, 潘鲁青, 冉宪宝, 等. 低盐度地下卤水养殖凡纳对虾的研究[J]. 海洋科学, 2002, 26(12): 36—40.
- [2] 林玉坤. 凡纳对虾淡水池塘高产精养试验[J]. 淡水渔业, 2002, 32(5): 24—26.
- [3] 国家技术监督局. GB17378—1998. 海洋监测规范[S]. 1998.
- [4] 马克平, 刘玉明. 生物群落多样性的测度方法 I. α 多样性的测度方法(下)[J]. 生物多样性, 1994, 2(4): 231—239.
- [5] 沈韞芬, 章宗涉, 龚循矩, 等. 微型生物监测新技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社. 1990: 38—197.
- [6] 陈昌生, 黄标, 叶兆弘, 等. 凡纳对虾摄食、生长及存活与温度的关系[J]. 集美大学学报(自然科学版), 2001, 6(4): 296—300.
- [7] 崔莹, 臧维玲, 马海娟. 凡纳对虾瞬时耗氧速率与溶氧水平和海水盐度的相关关系[J]. 上海水产大学学报, 2003, 12(1): 76—79.
- [8] 陈淑吟, 吉红九. 封闭式养殖凡纳对虾的关键水质因子分析[J]. 渔业现代化, 2002(4): 12—14.
- [9] 孙国铭, 汤建华, 仲霞铭. 氨氮和亚硝酸氮对凡纳对虾的毒性研究[J]. 水产养殖, 2002(1): 22—24.
- [10] 周可新, 许木启, 曹宏. 原生动物的捕食作用对水细菌的影响[J]. 水生生物学报, 2003, 27(2): 191—195.

(下转第 85 页)

参考文献：

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(第一部)[M] . 北京: 化学工业出版社, 2000.

[2] 梅文莉. 锡兰肉桂的化学成分[J] . 天然产物研究与开发, 2002, 14(3): 14—16.

[3] 李玲玲, 袁文杰. 肉桂油气相色谱与气质联用分析[J] . 药物分析杂志, 2000, 20(2): 116—118.

[4] 王桂荣. 肉桂枝和叶中肉桂油的分析[J] . 华西药学杂志, 1994, 9(4): 248—250.

[5] 刘林亚. 中药植物肉桂化学成分的对比较研究[J] . 四川中医, 2001, 19(1): 116—118.

[6] 江苏新医学院. 中药大辞典(上册)[M] . 上海: 上海科学技术出版社, 1975.

[7] McLafferty F W. The Wiley/NBS registry of mass spectral data [M] . America: A Wiley Insterscience Publication, 1989: 1143.

Chemical Components of Essential Oils of
Cinnamomum cassia Presl. in Different Growth Year

HUANG Ya fèi, HUANG Ji wei, TAO Ling, ZHANG Yong ming
(The Third Offiliated Hospital, Sun Yat sen University, Guangzhou 510630, China)

Abstract: The essential oils from *Cinnamomum cassia* Presl. in different growth years are extracted by supercritical fluid extraction (SFE), and the chemical constituents of the essential oils are separated and identified by GC MS. 60 Peaks are separated and 53 of them are identified. The results showed there are significant difference among the components and contents of essential oil of *Cinnamomum cassia* Presl. in different growth years.

Key words: *Cinnamomum cassia* Presl. ; essential oil; supercritical fluid extraction (SFE); GC MS

(上接第 81 页)

The Aquatic Ecology in *Litopenaeus vannamai* Desalination Culture Health Ponds

ZHA Guang cai, ZHOU Chang qing, HUANG Jian rong, HE Jian guo
(School of Life Sciences, Sun Yat sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: In June 2002 to October 2003, the investigation was conducted in 20 *Litopenaeus vannamai* desalination culture health ponds in Doumen, Zhuhai City, Guangdong Province. The areas of the health ponds were (0.48 ± 0.19) hm^2 with water depth (145 ± 13) cm, its culture density of *L. vannamai* was $(148 \pm 30) \times 10^4$ individuals/ hm^2 . The water temperature was (30.6 ± 3.3) $^{\circ}\text{C}$, the value of water pH was (8.5 ± 0.7) , salinity of cultural water $(2 \pm 2)\text{‰}$ and the water transparency (19 ± 5) cm; ammonia nitrogen (0.65 ± 0.76) mg/L, nitrite nitrogen (0.15 ± 0.17) mg/L, chemical oxygen demand (COD) (21.52 ± 5.45) mg/L. The numbers of algae species were 43 ± 8 in health ponds, algae density $(1.51 \pm 0.76) \times 10^8$ individuals/L and its biodiversity index 2.15 ± 0.49 . There were 12 algae dominant species identified which included Cyanophyta 6 species, Chlorophyta 3 species, Bacillariophyta 2 species, Cryptophyta 1 species. The *Spinulina* sp. was common and important dominant species in health ponds, its abundance was very high and populations were stable. The numbers of protozoan species were 14 ± 3 in health culture ponds, its density were $(2.71 \pm 1.79) \times 10^5$ cell/L and biodiversity index 2.01 ± 0.47 . 9 dominant species of Protozoa were identified, in which *Tintinnopsis cylindrata*, *Coleps hirtus* and *Pleuronema marinum* were common appearance, they live mainly on bacteria and organic fragment. The sum of heterotrophic bacteria was $(2.37 \pm 1.83) \times 10^7$ cfu/L and *Vibrio* were $(11.77 \pm 13.86) \times 10^5$ cfu/L in cultural water, but in sediment surface the heterotrophic bacteria were $(7.90 \pm 29.08) \times 10^8$ cfu/L, the *Vibrio* $(1.18 \pm 3.27) \times 10^7$ cfu/L.

Key words: *Litopenaeus vannamai*; desalination culture; health ponds; aquatic ecology