

文章编号: 1674 - 5566(2012)05 - 0794 - 06

基于因子分析法的罗非鱼养殖池水质影响要素的研究

李彦, 刘利平, 赵广学, 胡振雄, 苏晓明, 江敏

(上海海洋大学 省部共建水产种质资源发掘与利用教育部重点实验室, 上海 201306)

摘要: 池塘养殖的水质指标众多且彼此相关, 找出养殖过程中应重点监测的少量指标是养殖工作者的现实需求。因子分析是在损失较少信息的前提下, 把原来多个变量转化为少数几个综合指标的一种统计方法。运用该方法对基于生物絮团技术养殖罗非鱼的池塘水质进行分析。试验分4组, 其中对照组投喂正常量的商品饲料, 试验组A、B和C分别投喂100%、80%和75%正常量的饲料, 同时添加小麦淀粉作为水体碳源; 定期对pH、DO、水温(T)、透明度(SD)、氨氮(TAN)、亚硝酸盐氮(NO_2^- -N)、硝酸盐氮(NO_3^- -N)、总氮(TN)、总磷(TP)、叶绿素a(Chl. a)、絮体体积(FV)、悬浮物(TSS)和异养细菌总量(THB)进行检测。结果表明: 当提取3个主因子时, 水温、pH、TSS和THB的共同度都低于0.5, 故分析时将其排除。在溶氧充足的条件下, 有3个主因子影响养殖水质, 第1主因子为有机营养盐, 由TP、Chl. a和TN构成; 第2主因子为无机氮和透明度, 由TAN、SD、 NO_3^- -N和 NO_2^- -N构成; 第3主因子为絮团生成量, 由FV构成。对各池的3个因子得分进行加权计算得到综合得分, C组综合得分最低且显著低于对照组, 表明在不影响罗非鱼生长性状的情况下, 添加碳源并减少投喂量时养殖水质最好, 养殖时应重点监测水体总氮、总磷和叶绿素a的浓度, 并对氨态氮和亚硝氮进行定期监测。

研究亮点: 因子分析方法多用于环境科学领域诊断水质的污染因子, 本文将用于分析罗非鱼养殖过程中监测的众多水质指标, 找出养殖过程中应重点监测的少量指标。不仅为因子分析方法提供了另一种应用, 而且可以指导生产使养殖者更方便快捷地进行水质管理。

关键词: 因子分析; 水质; 新吉富罗非鱼; 生物絮团

中图分类号: S 965. 125; S 912

文献标志码: A

近年来, 我国的罗非鱼养殖业在粗放发展的过程中, 暴露了诸多问题如水质恶化、水源短缺、病害频发、养殖成本快速上升等, 限制了它的可持续发展。生物絮团技术(biofloc technology, BFT)在各种水处理和发酵工业等领域中应用广泛^[1-2], 而在水产养殖中的应用起步较晚。它是一种应用微生物治理养殖微生态的方法, 如果向水体中补充有机碳源, 使水体中的碳氮比维持某一水平的平衡, 水体中的异养细菌就可以利用添加的碳源和水中氨氮生成新的细菌蛋白, 从而降低氨氮浓度改善水质^[3]。这些细菌作为一种微生物絮凝剂, 能与水体中的颗粒物、细菌、溶

解有机物等互相絮凝成0.1 mm到几毫米的絮团^[4-5], 新形成的絮团营养丰富, 可被养殖动物再次摄食, 实现饲料的双重利用, 从而促进水产养殖业的可持续发展。

目前, 因子分析方法多应用于环境科学领域^[6-7], 可以成功诊断出水质的污染因子, 但在水产养殖水质评价上的应用国内外还少见报道。如果将因子分析方法应用到水产养殖水质评价中, 则可以从众多且彼此相关的水质指标中提取出在各自养殖模式下应重点监测的几个指标, 从而使养殖者更方便快捷地进行水质管理。本试验以小麦淀粉(容易获得且便宜)作为碳源, 直接

收稿日期: 2012-03-19 修回日期: 2012-05-15

基金项目: 欧盟委员会第七框架协议项目(222889); 国家自然科学基金青年基金(31101914); 上海市科学技术委员会西部项目(11395800200)

作者简介: 李彦(1986—), 女, 硕士研究生, 研究方向为可持续的水产养殖模式。E-mail: caomei.ly@163.com

通讯作者: 刘利平, E-mail: lp-liu@shou.edu.cn

添加到罗非鱼养殖水体中,定期测定相关水质指标,并针对所监测的指标在 SPSS 中进行因子分析,研究絮团过程各水质指标的相互关系,找出影响水质的几个主要因子,以期为生物絮团技术的推广、养殖过程水质管理和因子分析方法在水产养殖水质分析中的应用提供依据和基础数据。

1 材料与方

1.1 试验设计

试验用鱼为新吉富罗非鱼 (*Oreochromis niloticus*),在水泥池中暂养 7 d 后,随机挑选大小均匀、健康的个体进行实验。共设 4 个处理组:对照组和试验组 A、B、C,每组 3 个平行,分组情况见表 1。试验组中淀粉的添加量为每千克饲料添加 0.3 kg 淀粉。

表 1 试验设计方案
Tab.1 Experimental design scheme

处理组	饲料	碳源
对照	正常投喂饲料	无
A	正常投喂饲料	小麦淀粉
B	减 20% 投喂饲料	小麦淀粉
C	减 25% 投喂饲料	小麦淀粉

1.2 养殖管理

试验用 12 个室外水泥池 (3.13 m × 5.17 m) 经严格洗刷消毒后注入养殖用水待用。苗种经消毒称重后,随机分放于各池,110 尾/池,平均体重为 (10.5 ± 0.2) g。试验期间设底部充氧设备 24 h 充氧。每天投喂 2 次,每次 30 min 左右。每天 9:00 投喂饲料后将事先称重好的小麦淀粉用池水混匀,全池泼洒。试验期间不用药,每周适当加水,保持水深 80 ~ 90 cm。

1.3 样品采集与测定

每周定时采集水下 0.5 m 处水样,共采样 6 次。透明度 (SD) 用塞氏盘现场测定;溶氧 (DO) 采用便携式溶氧仪 (WTW Oxi 315i, 德国) 现场测定;水温和 pH 采用 HANNA HI98128 防水型袖珍 pH/温度测试笔现场测量;氨氮 (TAN)、亚硝酸盐氮 (NO₂⁻-N)、硝酸盐氮 (NO₃⁻-N)、总氮 (TN)、总磷 (TP) 和悬浮物 (TSS) 按照国家水质标准方法测定^[8]。叶绿素 a (Chl. a) 采用热乙醇萃取法测定^[9];絮体体积 (FV) 取 1 L 水样用霍夫式锥形管静置 15 min 的方法测定^[10];异养细菌总量 (THB) 采用平板菌落计数技术测定^[11]。

1.4 因子分析

水质分析中,在取得大量实测有代表性的数据之后,面临的是要从中提取出有用信息及对信息进行加工,即数据信息的提取和理论归纳分析。因子分析法^[12]是主成分分析方法的推广和深化,它是将多个彼此相关的实测变量转换为少数几个彼此独立的、能综合反映原有信息的一种多元统计分析方法,也就是在不损失或较少损失原始数据信息的前提下,用少量的因子去代替原始的变量,从而达到对原始变量的分类,并揭示原始变量之间的内在联系^[13]。整个分析过程在统计分析软件 SPSS 17.0 中执行。

2 结果与分析

2.1 数据预处理

DO 是反映水环境生态平衡的一个综合指标。DO 含量不仅影响到生物呼吸作用,而且影响到水体中如硝化作用等的一系列化学变化。DO 的含量与机械增氧程度、浮游生物数量及水体有机物消耗等有关。充足的 DO 是保持水体微生态平衡并达到高效养殖的必要条件。本试验采用底部充氧设备 24 h 充氧,DO 维持在 8.0 ~ 9.0 mg/L,较充足,养殖中不用重点监测。当提取 3 个主因子时,水温、pH、悬浮物和异养细菌总量的共同度都低于 0.5,即这几个变量的信息保留得不完整,不适合作因子分析;且室外养殖罗非鱼时水温不受人为控制,悬浮物和异养细菌总量养殖者不方便检测。所以在因子分析时将 DO、水温、pH、悬浮物和异养细菌总量排除。

先对 12 个养殖池每个监测指标的 6 次监测数据取平均值。在所监测的水质指标中有 6 项指标是成本型指标,属于浓度越高污染越严重;而透明度和絮体体积是效益型指标,浓度越高水质越好,因此在数据处理时取其倒数。然后对这些数据进行标准化,得到标准化数据矩阵,这样是为了避免不同量纲、不同数据类型及绝对值大小等影响分析结果。

2.2 因子分析适合性检验

运用 KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) 和 Bartlett 球形统计量进行检验,判断数据能否进行因子分析,结果见表 2。KMO 统计量检验是用于比较观测相关系数值与偏相关系数值的一个指标,其值大于 0.5 即适合做因子分析。本研究中,KMO 统

计量为 0.682 (> 0.5), 数据适合作因子分析; Bartlett 球度检验的近似卡方值为 55.789, 自由度为 28, 概率值为 0.001, 即球形假设被拒绝, 也就是说可以认为相关系数矩阵与单位矩阵有显著差异, 因此, 原数据可用于因子分析。

表 2 K 均值和球形检验
Tab. 2 KMO and Bartlett's test

KMO		0.682
巴特利球形检验	约方	55.789
	自由度	28
	概率	0.001

2.3 相关系数矩阵

表 3 是利用标准化数据矩阵计算的相关系数矩阵, 反映了监测水质指标之间的相关性。可见 90% 相关系数值大于 0.1, 各变量之间有较强的线性关系, 适合用因子分析法研究变量之间的

关系。表中氨氮与亚硝酸盐氮、总氮显著相关, 与硝酸盐氮极显著相关; 亚硝酸盐氮与总氮、总磷显著相关, 与硝酸盐氮极显著相关; 总氮与总磷极显著相关; 叶绿素 a 与亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、总氮显著相关, 与总磷极显著相关。罗非鱼养殖水体各种氮的形态相关性较明显, 水体中藻类的生长与除氨氮外的几种氮和总磷显著相关。

2.4 因子分析的总方差解释

根据标准化后数据的相关系数矩阵, 采用主成分分析法提取因子, 由累计方差贡献率 (一般取值在 80% 以上) 确定因子个数, 结果见表 4。前 3 个主因子的特征值均大于 1, 而且前 3 个主因子的累计方差贡献率占总方差贡献率的 85.126%, 因此可以用这 3 个主因子来代替原来的水质指标。另外, 从表 4 中可以看出, 只有这 3 个因子被提取和旋转, 旋转前后总的累计方差贡献率没发生变化, 即总的信息量无损失。

表 3 各因子相关系数矩阵

Tab. 3 Correlation matrix

	SD	TAN	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	TN	TP	Chl. a	FV
SD	1.000							
TAN	-0.267	1.000						
NO ₂ ⁻ -N	-0.203	0.670*	1.000					
NO ₃ ⁻ -N	-0.334	0.782**	0.823**	1.000				
TN	0.193	0.601*	0.608*	0.527	1.000			
TP	0.275	0.305	0.596*	0.539	0.791**	1.000		
Chl. a	0.148	0.337	0.639*	0.681*	0.651*	0.892**	1.000	
FV	-0.157	-0.051	0.175	0.035	-0.113	-0.035	-0.075	1.000

注: * 表示差异显著 ($P < 0.05$); ** 表示差异极显著 ($P < 0.01$)。

表 4 总方差解释表

Tab. 4 Total variance explained

主因子	旋转前			旋转后		
	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
F ₁	4.162	52.021	52.021	3.468	43.344	43.344
F ₂	1.642	20.526	72.547	2.260	28.247	71.591
F ₃	1.006	12.579	85.126	1.083	13.534	85.126

2.5 因子旋转

建立因子分析模型的目的不仅在于要找出公因子, 更重要的是知道每个公因子的意义, 以便分析实际问题。用主成分分析法求出的主因子解, 各主因子的典型代表变量不是很突出, 容易使因子的意义含糊不清, 为了便于对实际问题进行分析, 需对因子载荷矩阵进行旋转, 以便对因

子的意义作出更合理的解释。本研究采用方差最大法对因子载荷矩阵实施正交旋转以使因子具有命名解释性, 并指定按第 1 主因子载荷降序的顺序输出旋转后的因子载荷, 得旋转因子载荷矩阵 (表 5)。给出了每个变量在 3 个主因子上的载荷, 反映了这 3 个主因子与原始变量之间的相关程度, 最后一列是提取特征值的共同度。

表 5 旋转后的因子载荷矩阵

Tab. 5 Rotated component matrix and communalities

指标	因子			共同度
	F ₁	F ₂	F ₃	
TP	0.959	0.012	0.014	0.920
Chl. <i>a</i>	0.896	0.153	-0.003	0.826
TN	0.837	0.219	-0.166	0.777
NO ₂ ⁻ -N	0.647	0.622	0.205	0.847
TAN	0.379	0.790	-0.162	0.794
SD	0.407	-0.770	-0.172	0.787
NO ₃ ⁻ -N	0.562	0.764	0.035	0.901
FV	-0.026	0.041	0.978	0.958

各指标的初始共同度均为 1,当选取 3 个主因子时,絮体体积、总磷和硝酸盐氮这 3 个指标的共同度非常高,变量的信息保留得很完整,其它几个指标的共同度也较高,均大于 0.77,这些变量的绝大部分信息可被因子解释,变量的信息丢失较少,说明因子提取的总体效果较理想。

根据表 4 和表 5,结合前面的研究,对各个主因子所代表的含义解释如下:

F₁(第 1 主因子):特征根为 4.162,方差贡献率为 52.021%,经过旋转后占到 43.344%。与 F₁ 相关联的主要指标为总磷、叶绿素 a 和总氮,而且由表 3 可知,3 者之间两两显著或极显著相关。其中正轴方向因子载荷量较大的是总磷(旋转后的因子载荷 0.959)、叶绿素 a(0.896)、总氮(0.837),这些指标在第 1 主因子 F₁ 的因子载荷绝对值均超过 0.8,与第 1 主因子存在较大的相关关系,反映了有机营养盐对水质的影响。

F₂(第 2 主因子):特征根为 1.642,方差贡献率为 20.526%,经过旋转后占到 28.247%。与 F₂ 相关联的主要指标为氨氮、透明度、硝酸盐氮和亚硝酸盐氮,而且由表 3 可知,3 种无机氮显著或极显著相关,均与透明度负相关。其中正轴方向因子载荷量较大的是氨氮(旋转后的因子载荷 0.790)、硝酸盐氮(0.764)、亚硝酸盐氮(0.622),负轴方向载荷量较大的是透明度(-0.770),与第 2 主因子的相关程度均较高,反映了水体无机氮水平和透明度对水质的影响。

F₃(第 3 主因子):特征根为 1.006,方差贡献率为 12.579%,经过旋转后占到 13.534%。与 F₃ 相关联的主要指标为絮体体积,旋转后正轴方向因子载荷量为 0.978,与第 3 主因子存在较大的相关关系,反映了絮团生成量对水质的影响。

2.6 因子得分系数矩阵

因子变量确定后,对每一个样本数据,因子

得分系数就是它们在不同因子上和原变量的得分相对应的具体数值。本文使用回归法来估计因子得分系数,结果如表 6 所示。

表 6 因子得分系数矩阵

Tab. 6 Component score coefficient matrix

指标	因子		
	F ₁	F ₂	F ₃
SD	0.273	-0.475	-0.055
TAN	-0.024	0.376	-0.209
NO ₂ ⁻ -N	0.128	0.198	0.175
NO ₃ ⁻ -N	0.060	0.308	-0.007
TN	0.243	-0.018	-0.121
TP	0.336	-0.171	0.079
Chl. <i>a</i>	0.287	-0.082	0.045
FV	0.052	-0.074	0.920

根据该表可得到下面的因子得分函数:

设 SD 为 X₁,TAN 为 X₂,NO₂⁻-N 为 X₃,NO₃⁻-N 为 X₄,TN 为 X₅,TP 为 X₆,Chl. *a* 为 X₇,FV 为 X₈。

$$F_1 = 0.273X_1 - 0.024X_2 + 0.128X_3 + 0.060X_4 + 0.243X_5 + 0.336X_6 + 0.287X_7 + 0.052X_8$$

$$F_2 = -0.475X_1 + 0.376X_2 + 0.198X_3 + 0.308X_4 - 0.018X_5 - 0.171X_6 - 0.082X_7 - 0.074X_8$$

$$F_3 = -0.055X_1 - 0.209X_2 + 0.175X_3 - 0.007X_4 - 0.121X_5 + 0.079X_6 + 0.045X_7 + 0.920X_8$$

2.7 综合得分 F 的计算

以各主因子的方差贡献率占 3 个主因子总方差贡献率的比重(旋转之后)作为权重进行加权汇总,以得出各池水质情况的综合得分 F,即 $F = (0.43344F_1 + 0.28247F_2 + 0.13534F_3) / 0.85126$ 。由综合得分可对各养殖池的水质进行综合比较。

各池的水质在主因子上的得分、综合得分和综合排名列于表 7,表中的综合得分反映了各池的水质状况。综合得分出现负值,表明该池的综合水平低于平均水平(主因子已经标准化)。对照组、A、B、C 4 个组综合得分的平均值分别为 0.734 39,0.090 01, -0.165 45, -0.658 95;12 个池水质综合得分经单因素方差分析得 C 组水质综合得分最低且显著低于对照组,说明 C 组水质明显好于对照组;A 组和 B 组综合得分低于对照组,但差异不显著。这说明将生物絮团技术应用到罗非鱼养殖中有净化水质的效果。

表 7 各池水质因子得分和综合得分

Tab. 7 Factor score and component score of each pond

池号	F ₁	F ₂	F ₃	综合得分	综合排名
对照-1	1.123 46	0.561 85	0.710 90	0.871 50	1
对照-2	0.307 23	0.668 01	1.047 05	0.544 57	4
对照-3	0.352 49	1.451 57	0.792 20	0.787 10	2
A-1	0.630 14	0.669 12	-1.375 11	0.324 26	5
A-2	-0.092 19	0.436 62	-0.776 84	-0.025 57	6
A-3	0.239 34	-0.296 92	-0.327 04	-0.028 66	7
B-1	1.141 92	0.069 59	0.079 96	0.617 24	3
B-2	-0.510 83	-1.232 17	1.679 08	-0.402 01	9
B-3	-0.861 30	-0.014 63	-1.686 75	-0.711 58	10
C-1	-2.140 50	0.787 47	0.118 64	-0.809 72	11
C-2	0.941 90	-2.026 99	-0.605 45	-0.289 28	8
C-3	-1.131 67	-1.073 51	0.343 36	-0.877 85	12

3 讨论

通过因子分析方法对基于生物絮团技术的罗非鱼养殖池水质监测数据的分析结果表明,因子分析方法适用于分析池塘养殖的水质情况。在本试验养殖管理和人工调控下,提取了 3 个主因子表达了原有 13 个水质指标 85% 以上的信息。第 1 主因子为有机营养盐水平,由总磷、叶绿素 a 和总氮构成。养殖水环境的总氮和总磷主要来源于饲料的投喂,由于鱼类的饲料利用率较低,未被摄食的饲料留在水中形成残饵,随着罗非鱼的生长和投饲量的不断增加,水中有机物大量积累,为浮游植物生长提供大量的营养盐,引起浮游植物生物量增加,即代表浮游植物生物量和密度的叶绿素 a 浓度增加。在一般的藻型富营养化水体中,叶绿素 a 与营养元素有较大的相关性,本试验水体中 Chl. a 与 TN、TP 分别呈显著和极显著相关,且在同一主成分中出现,是影响试验水质的主要因素,共同构成了第 1 主因子。由各池综合得分知,本试验中 C 组的养殖池水质最好。所以,在利用生物絮团技术养殖罗非鱼时可适当减少饲料投喂量如 C 组,以控制水体有机营养盐水平,维持良好水质和节约饲料成本。

第 2 主因子为水体无机氮水平和透明度,由氨氮、透明度、硝酸盐氮和亚硝酸盐氮构成。氨氮对水生生物的毒害作用很大^[14],养殖过程中应重点监测,本研究中絮团过程可以吸收水体氨氮从而降低氨氮浓度^[15];若水体氨氮浓度超过鱼类的耐受限度,可适当增加淀粉添加量。同时也要控制水体透明度保持在 30 cm 左右^[16];水中透明

度是由浮游生物数量和有机质等决定的,因为罗非鱼可以很好利用和消化浮游植物,因此养殖水体中应保持一定的透明度。同时也要监测亚硝酸盐氮的浓度,含量过高容易导致养殖生物的机体免疫力下降^[17];罗非鱼池的亚硝酸盐含量应控制在 0.1 mg/L 以下^[16],以维持良好水质。硝酸盐氮对养殖生物无害,浓度控制在 200 ~ 300 mg/L 即可^[16]。

第 3 主因子为絮团生成量,由絮体体积构成。研究表明,养殖中最适絮体体积是 5 ~ 50 mL/L,过多的絮团会阻塞鱼鳃,若水体中絮体体积太低就增加淀粉添加量,太高则适当排污^[18]。

参考文献:

- [1] 何宁,李寅,陈坚,等.生物絮凝剂的最新研究进展及其应用[J].微生物学通报,2005,32(2):104-108.
- [2] 敖黎鑫,邵承斌,卢辉,等.微生物絮凝剂的理论与应用进展[J].重庆工商大学学报:自然科学版,2009,26(2):127-131.
- [3] 罗国芝,朱泽闻,潘云峰,等.生物絮凝技术在水产养殖中的应用[J].中国水产,2010(2):62-63.
- [4] DE SCHRIVVER P, CRAB R, DEFOIRD T, et al. The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture[J]. Aquaculture, 2008, 277(3/4):125-137.
- [5] CRAB R, AVNIMELECH Y, DEFOIRD T, et al. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production[J]. Aquaculture, 2007, 270(1/4):1-14.
- [6] 李波,濮培民,韩爱民.洪泽湖水质的因子分析[J].中国环境科学,2003,23(1):69-73.
- [7] 潘恒健.小清河济南段水质主因子分析[J].济南大学学报:自然科学版,2008,22(1):107-109.
- [8] 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会.水和废水监测分析方法(增补版)[M].4版.北京:中国环境科学出版社,2002.

- [9] 陈宇炜,陈开宁,胡耀辉. 浮游植物叶绿素 a 测定的“热乙醇法”及其测定误差的探讨[J]. 湖泊科学,2006,18(5): 550-552.
- [10] AVNIMELECH Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds [J]. Aquaculture,2007,264(1/4):140-147.
- [11] 石鹤. 微生物学实验[M]. 武汉:华中科技大学出版社,2010:42-44.
- [12] 何晓群. 应用多元统计分析[M]. 北京:中国统计出版社,2010:284-285.
- [13] 杨威,卢文喜,李平,等. 因子分析法在伊通河水质评价中的应用[J]. 水土保持研究,2007,14(1):113-114.
- [14] 运路珈,李谷,刘志伟,等. 稚鳖养殖水体中异养细菌及自养细菌的初步研究[J]. 同济医科大学学报,2000,29(5): 397-399.
- [15] HARI B, KURUP B M, VARGHESE J T, et al. The effect of carbohydrate addition on water quality and the nitrogen budget in extensive shrimp culture systems [J]. Aquaculture, 2006,252(2/4):248-263.
- [16] 费忠智. 无公害罗非鱼安全生产手册[M]. 北京:中国农业出版社,2008:50-52.
- [17] 刘慧玲,黄翔鹤,李长玲,等. 不同浓度的枯草芽孢杆菌对罗非鱼鱼苗的养殖水体水质及其抗病力的影响[J]. 水产养殖,2009,30(10):5-9.
- [18] AVNIMELECH Y. Tilapia production using biofloc technology (BFT) [R]//LIU L P, FITZSIMMONS K. Proceedings of 9th international symposium on tilapia in aquaculture. Shanghai, 2011:362-366.

Study on the influential factors of the water quality in tilapia culture systems based on factor analysis approach

LI Yan, LIU Li-ping, ZHAO Guang-xue, HU Zhen-xiong, SU Xiao-ming, JIANG Min

(Key Laboratory of Exploration and Utilization of Aquatic Genetic Resources, Ministry of Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: There are many water quality parameters in aquaculture, the relationship of which is complicated. To find a few monitoring parameters is practical demand for farmers. Factor analysis approach is a statistical method that uses a few factors to replace many original factors. Water quality in tilapia ponds based on biofloc technology was evaluated using this method in this paper. Tilapias were kept in 12 outdoor cemented ponds. The control group was fed with commercial feed normally, while group A, B and C were fed with 100%, 80% and 75% of normal amount of feed and added with wheat starch as carbohydrate. Water samples were taken to measure pH, DO, T, secchi disk depth (SD), total ammonia nitrogen (TAN), nitrite nitrogen (NO_2^- -N), nitrate nitrogen (NO_3^- -N), total nitrogen (TN), total phosphorus (TP), chlorophyll-a (Chl. a), floc volume (FV), total suspended solids (TSS) and total heterotrophic bacterial (THB) every week. The results showed that the communalities of T, pH, TSS and THB were lower than 0.5, and removed when factor analysis was done. Three main factors affecting the water quality were extracted when dissolved oxygen was sufficient. The first main factor was composed of TP, Chl. a and TN, which reflected organic nutrients. The second main factor was composed of TAN, SD, NO_3^- -N and NO_2^- -N, which reflected inorganic nitrogen and SD. The third main factor was composed of FV. The component score of each pond was calculated by the weight of 3 factor scores. The component score of group C was the lowest, and lower than the control group significantly. It showed that water quality of group C was the best of all, and biofloc technology could improve water quality and promote the sustainable development of tilapia culture. TN, TP and Chl. a should be monitored emphatically in tilapia culture systems using biofloc technology and TAN, NO_2^- -N should be monitored regularly.

Key words: factor analysis approach; water quality; *Oreochromis niloticus*; biofloc technology