

# 鱼塘内细菌数量消长和季节变动

刘国才 包文仲 刘振奇 申玉春

(内蒙古自治区哲里木畜牧学院,通辽 028000)

**提 要** 鱼塘细菌数量很大且经常波动。总菌数以夏季最多,依次为秋季、春季及冬季;异养菌在水层及底泥中则分别以夏季和秋季较多。异养菌数量与化学需氧量(COD)呈明显正相关。总菌数与COD也呈正相关。水温与总菌数呈正相关,而水温与异养菌则无相关性。浮游植物与总菌数、异养菌数均无相关性。浮游动物与细菌数量却呈现正相关。细菌繁殖适宜的pH值为6.4—9.4。促使细菌数量减少的常用水产药物,按其效力大小依次为漂白粉、 $\text{CaSO}_4 \cdot \text{FeSO}_4$  合剂、敌百虫。

**关键词** 鱼塘,总菌数,异养菌数

细菌在整个养殖水域的物质循环中起着相当大的作用。它不仅是分解者,也是许多鱼类重要的高蛋白食物。有人研究,在自然湖泊中,白鲢鱼种摄取的细菌数量可达食物总量的31.68%。与大水体比较,鱼塘大量施肥投饵,细菌的现存量及生产量将是极大的,细菌在白鲢等鱼类食物中更应占有相当比例(朱学宝,1989)。所以,搞清鱼塘细菌的数量及消长情况,将有助于充分认识这一重要资源在鱼塘小生态系中的作用。对合理放养、科学管理、发挥细菌更大的生态效能,提高产鱼潜力都有着较大的理论及实际意义。

当前关于鱼塘细菌的定量研究,国外有一定结论(Кузнецов, Е. А., 1985);国内仅南春华等(1988)、方秀珍等(1989)等开始进行了初步研究。本课题从养鱼生产角度出发,研究了鱼塘水体、底泥中的总菌数,异养菌数量的消长规律及与水质、生物等因子的关系,并初步估算了细菌所能提供的鱼类饵料数量及相应的鱼产量,带有我国北部地区池养的某些特点。

## 材 料 和 方 法

(一) 试验鱼塘 内蒙古通辽市郊渔场的四个养鱼塘。其中1、2两塘为鲤精养塘,全部投喂颗粒饲料;3、4两塘主养滤食性鱼类,以有机粪肥为主,仅投喂少量人工饲料。

### (二) 研究方法

1. 鱼塘细菌数量消长情况 逐月中旬采集鱼塘水面下30厘米处及底泥表层5厘米以内样,测定总菌数及异养菌数。

2. 鱼塘细菌的分布 垂直分布:逐季进行一次24小时测定,分别采取表层、底层(分别距水面及底质30厘米处)水样,采样间隔时间为4小时。水平分布:选晴天及有风天气分别采集鱼塘四周及中心处水样,测定细菌现存量。

3. 环境因子对细菌数量消长的影响 在室内外分别观察水温、pH值、水产药物、浮游生物等不同

因子对细菌数量消长的影响。

4. 细菌定量方法 总菌数测定:取水样 1 毫升,置于灭菌试管中煮沸 5 分钟,待自然冷却后,加入 0.1 毫升结晶紫溶液染色 4 小时,然后加入 12% 明胶 1.9 毫升,摇匀。将上述处理过的水样取少许滴入血球计数板内,加上盖片,轻压使体积恒定,待明胶凝固后用油镜计数细菌个数。每片数 20 个视野,计数两片。异养菌定量,采用平皿计数法。底泥中细菌定量系称量泥样 1 克,加入 10 毫升无菌蒸馏水,充分摇匀后用滤纸过滤,将滤液依上述细菌定量方法分别测定总菌数及异养菌数。

## 结果及讨论

### (一) 鱼塘细菌数量的消长状况

#### 1. 鱼塘细菌数量(表 1)

各试验池水面下 30cm 处总菌数逐月波动在  $(1.8 \sim 264) \times 10^6$  个/毫升水之间,其中异养菌为  $(0.02 \sim 11.0) \times 10^5$  个/毫升水。底泥总菌数为  $(13.12 \sim 2928) \times 10^6$  个/克泥,其中异养菌为  $(0.50 \sim 90.0) \times 10^5$  个/克泥。

鱼塘细菌数量的上述波动是由水温、有机质浓度、浮游生物等诸多环境因子综合影响的结果。在不同鱼塘,这些环境因子有着显著的差别,即使同一鱼塘的水质环境也是多变的,尤为北方鱼塘,四季温度差别很大,冬季又多数为冰层覆盖,水质环境条件变化剧烈,加之细菌个体微小,繁殖、死亡快,都决定了细菌数量必然呈现较大范围的波动。

相对而言,底泥中细菌数明显多于采样水层,此乃底质表面大量沉积的粪肥、残饵、鱼类排泄物及死亡生物碎片等物质中所含丰富有机质促使细菌大量繁殖所致。此测定结果与胡保同(1986)关于池塘底质表面细菌的现存量及生产量均较水柱高的结论是一致的。

#### 2. 鱼塘细菌数量的季节变化(图 1、2、3、4)

从这些曲线看出,各试验池采样水层及底泥中的总菌数逐季消长情况是极为相似的,

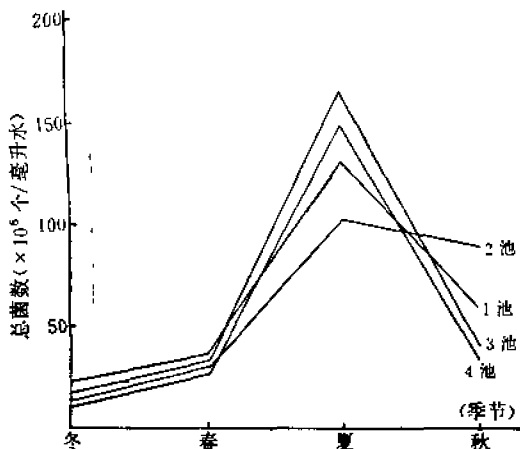


图 1 水中总菌数的季节变化

Fig. 1 The total amount of bacteria in water changed in different season

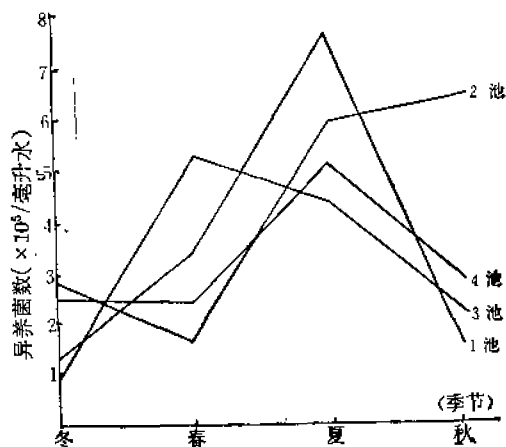


图 2 水中异养菌的季节变化

Fig. 2 The organotrophs in water Changed in different season

表1 鱼塘细菌数量的逐月波动状况  
Table 1 The situation about the monthly amount of the bacteria in fish pond

日期 (年,月,日)	1池水层		1池底泥		2池水层		2池底泥		3池水层		3池底泥		4池水层		4池底泥	
	总菌数	异养菌数	总菌数	异养菌数	总菌数	异养菌数	总菌数	异养菌数	总菌数	异养菌数	总菌数	异养菌数	总菌数	异养菌数	总菌数	异养菌数
1989.11.15	9.78	0.56	70.2	9.0	15.96	6.4	1189	1.50	4.2	0.02	13.12	2.80	3.7	0.02	24.6	0.50
12.15	8.4	2.80	37.0	18.0	9.1	3.1	67.2	23.0	3.4	1.75	74.0	24.0	8.1	2.90	148.4	21.8
1990. 1.15	42.0	1.10	24.0	15.0	7.8	1.87	24.0	12.0	25.5	4.20	33.0	8.70	11.2	10.0	27.0	8.0
2.17	21.2	1.90	240	21.0	20.4	1.80	198	16.0	26.4	0.40	25.2	2.70	3.72	2.9	120	2.0
3.15	24.1	1.35	235	10.4	24.7	1.33	181	9.75	28.5	0.67	257	1.25	15.2	2.4	179	5.5
4.16	15.0	2.80	120	32.5	17.0	2.75	—	—	20.0	7.50	230	3.25	15.0	3.75	130	3.2
5.15	55.0	4.25	310	25.0	43.0	1.0	480	4.25	45.0	3.75	360	60.0	43.0	1.0	260	55.0
6.13	116.4	8.25	984	22.5	122.2	9.25	1464	52.5	88.8	2.75	1224	20.0	91.2	7.50	984	25.0
7.11	284.0	10.20	1920	19.0	175	3.60	1700	14.5	216	3.43	2400	18.75	186	2.50	1920	17.25
8.15	25.2	5.70	1569	2.90	26.2	1.30	1274	32.0	194.4	7.30	2923	46.5	172.8	6.15	2237	89.0
9.15	48.6	2.00	852	40.0	115.9	11.0	723	80.0	76.8	4.50	1158	90.0	63.0	5.75	1080	72.5
10.15	79.4	1.25	1082	30.0	72.8	2.10	980	40.0	10.08	0.10	180	30.0	10.8	0.20	136.8	10.0
平 均	59.07	3.51	620.27	20.44	54.12	4.12	751.38	25.14	61.39	3.03	740.19	25.66	51.97	3.76	603.73	21.65

注: 1. 水层采样处细菌( $\times 10^6$ 个/毫升水);底泥细菌( $\times 10^6$ 个/克泥)。

2. 表中各数字系各月中旬一次采样测定值。

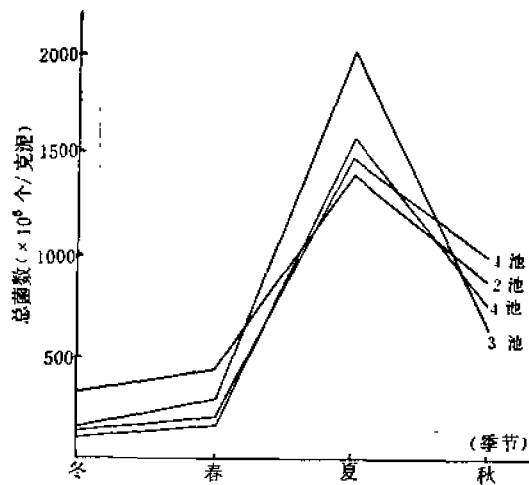


图3 底泥中总菌数的季节变化

Fig. 3 The total amount of bacteria in bottom mud changed in different season

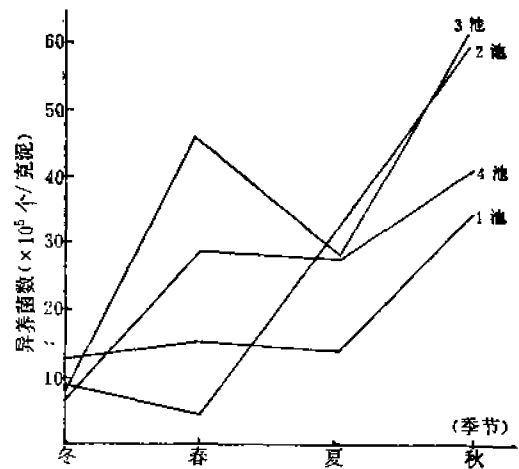


图4 底泥中异菌数的季节变化

Fig. 4 The organotrops in bottom mud changed in different season

表2 各塘水体生化需氧量的逐月情况

Table 2 The changing of the chemical oxygen demand in each test pond in different month

日期 试验塘	1989.11.15	1989.12.15	1990.1.15	1990.2.17	1990.3.15	1990.4.16
1池	16.84	11.28	8.81	9.51	10.12	10.88
2池	12.81	10.91	6.05	7.19	7.21	7.14
3池	15.12	18.20	8.26	7.51	8.0	10.56
4池	18.28	9.76	8.31	8.62	9.60	11.72
平均	15.78	12.90	8.04	8.54	10.80	10.74
日期 试验塘	1990.5.15	1990.6.18	1990.7.11	1990.8.15	1990.9.15	1990.10.15
1池	13.46	13.12	24.12	15.19	12.18	19.36
2池	7.22	16.42	13.24	13.47	17.23	12.15
3池	13.46	9.82	18.12	21.36	17.19	15.86
4池	12.85	17.28	17.94	20.08	18.84	19.19
平均	12.90	18.60	19.70	20.02	15.84	15.28

注:生化需氧量(COD):毫克/升。

均以夏季数量最多, 次为秋季、春季, 而以冬季最少。此波动规律主要取决于各季节水温、有机质浓度等的差异, 夏季正值鱼类摄食生长旺季, 大量施肥投饵, 鱼塘内含有大量悬浮及溶解有机质, 实测7、8月份池水生化需氧量在四个鱼塘平均达19毫克/升以上(表2), 另底泥表面也在不断积累着丰富的有机质成为细菌生长的良好营养源, 再加上夏季高而稳定的水温条件, 都对细菌在夏季的大量发生起到了促进作用。进入秋季, 施肥投饵减

少,但此季由于经历了整个高温季的施肥投饵,底泥表面有机质量却是最丰富的。在北方地区冬季风力吹动、水体混合对流作用下,大量有机质将会重新回到水层,鱼塘有机质量并未有太多的减少,实测9、10月份四池的生化需氧量仍平均为15毫克/升以上(表2),但由于秋季北方池塘水温下降很快(表4),很大程度限制了细菌繁殖,终未能较夏季形成优势。春季水温低,又未行大量施肥投饵,细菌数量较低则是不难理解的了。冬季水体为冰层覆盖,水温在4°C以下,细菌繁殖很慢,加之未有外来有机质进入,越冬期细菌不可能有太多数量,处于最低水平。

异养菌数量消长在各试验鱼塘有一定差别,总的来讲,水体中异养菌以夏季为多,这与高温季池塘大量施肥投饵有关,但相对而言,底泥表面在高温季不断沉积的有机质到秋季数量达到高峰,对底泥中异养菌在秋季的大量发生起到了主要作用,反映在大多数鱼塘,底泥中异养菌数量秋季高于其他各季。

### 3. 鱼塘细菌的分布

垂直分布(表3) 由测定结果看出,鱼塘表层采样处细菌数多数高于底层细菌数。各季节垂直分布比较,春秋两季表、底差别不大,这与此两季风力混合的影响有关。进入冬季,池塘为冰层覆盖,水体环境相对稳定,此时表、底采样处细菌数未见明显差异,以表层数量略高于底层。夏季水温高而稳定,表底层水温差较大,甚至温跃层出现,水体停滞,再加上浮游生物、施肥投饵等诸多因子作用,都可能对细菌分布产生较大影响,造成细菌数量出现一定差异,表层多于底层,细菌数量也较其他季节增加。

水平分布 无风天气细菌基本呈均匀分布,有风天气,鱼塘下风处细菌数多于上风处。

表3 各季节细菌垂直分布的昼夜变化  
Table 3 The changing of the vertical distribution of bacteria in different season within 24 hours

季节和水层 细菌数 采样时间	春季(1989.4.14)		夏季(1989.8.10)		秋季(1989.10.20)		冬季(1990.2.3)	
	表层水	底层水	表层水	底层水	表层水	底层水	表层水	底层水
0900	5.04	4.32	49.86	46.86	19.08	8.64	9.84	10.23
1300	6.00	4.92	57.36	53.34	24.26	22.92	9.54	9.84
1700	7.68	4.56	75.00	57.90	23.40	23.76	12.86	8.70
2100	5.04	4.32	58.08	52.88	30.12	23.88	10.98	8.64
0100	2.64	4.20	43.68	45.06	30.46	22.44	11.04	7.80
0500	2.52	6.12	38.88	40.02	—	—	11.07	7.26
0900	4.80	4.80	53.76	48.30	28.44	38.86	7.82	6.54
平均值	4.80	4.75	53.80	49.12	24.97	23.40	10.40	8.44

注:(1) 细菌数( $\times 10^6$ 个/毫升水); (2) 下午1时后采样点在池塘下风处(秋季)。

## (二) 环境因子对细菌数量的影响

### 1. 水温(表 4)

水温与总菌数呈正相关( $r = 0.6900, n = 12$ ), 与异养菌无相关性( $r = 0.4800, n = 12$ )。

### 2. COD(表 4)

COD 与异养菌数相关极显著( $r = 0.8783, n = 12$ ), 其曲线为  $y = -3.2218 + 0.7350x$ 。  
COD 与总菌数亦呈正相关( $r = 0.6855, n = 12$ ), 曲线为  $y = -51.1455 + 9.7190x$ 。

### 3. 浮游生物(表 4)

浮游植物与鱼塘细菌数无相关性。初步分析浮游植物对细菌数量的影响可能有三种情况, 一是浮游植物胞外分泌物及死亡碎片可作为营养源促进了细菌增长; 二是浮游植物胞外分泌物及分解产物直接刺激细菌增长, 由浮游植物量的增加, 细菌也趋增加; 第三种情况则是这些分泌物及分解产物抑制细菌繁殖, 二者增长呈现相反趋势。我们认为, 上述影响的程度可能会依浮游植物、细菌的种类、数量等的不同而有很大差别, 另还必然受到水温、溶氧、pH 值等多种因子的影响。由于鱼塘中生物、水质因子是多变的, 就使得二者间在数量上很难呈现较好相关性。

浮游动物与总菌数、异养菌数均呈正相关( $r = 0.5100, n = 12$ ), 说明鱼塘细菌产量是能够满足浮游动物滤食要求的。这与 Головкин Т. В.(1988)对大水体浮游动物与细菌营养

表 4 重点塘水质状况

Table 4 The condition of the water factors in main pond

测定日期	水温 ( $^{\circ}\text{C}$ )	COD (毫克/升)	浮游生物量(毫克/升)		细菌数( $\times 10^6$ 个/毫升水)	
			浮游植物	浮游动物	总菌数	异养菌数
1989.11.15	6	12.31	18.18	1.51	15.36	6.4
12.15	1.5	10.81	24.25	2.16	9.1	3.1
1990. 1.15	1.0	6.05	16.83	4.03	7.8	1.87
2.17	0.5	7.13	24.56	0.66	20.4	1.80
3.15	1.5	7.21	47.81	1.60	24.7	1.33
4.16	8	7.14	19.73	0.32	17.0	2.75
5.15	15	7.22	19.35	1.33	43.0	1.0
6.13	21	16.42	23.57	3.28	122.2	9.25
7.11	26	13.24	38.88	3.31	175	3.60
8.15	29	13.47	40.15	1.80	26.2	1.30
9.15	18	17.23	30.46	3.73	115.9	11.0
10.15	13	12.15	40.18	0.99	72.8	2.10

关系研究的结论是一致的。

#### 4. 水产药物对细菌的影响

室内各试验组用药后,细菌数均有不同程度的减少,以漂白粉组细菌数减少最为显著,常见用药浓度下10小时,绝大多数细菌已被杀死。 $\text{CuSO}_4$ 、 $\text{FeSO}_4$ 合剂组细菌数减少也很快。相对而言,敌百虫对细菌的影响稍显弱些,但也有其相应作用。

### (三) 细菌所能提供的鱼产量

由于有机物的人为输入,使鱼塘细菌得以大量繁殖,细菌做为鱼类及其他动物饵料的作用增强了<sup>[8]</sup>。根据对四个试验塘细菌数量的测定,参考现有资料,对细菌所能提供的鱼产量做以测算。

#### 1. 细菌生物量的换算

由表1可求出四个鱼塘鱼生长季(6—9月)细菌的平均数量为 $123.9 \times 10^6$ 个/毫升水,经实测,鱼塘细菌平均体积为 $1.175 \times 10^{-10}$ 毫米<sup>3</sup>,按水比重计算,单个细菌重量为 $1.175 \times 10^{-10}$ 毫克,则鱼塘细菌在养殖季的平均生物量为14.56毫克/升。

#### 2. 细菌的产量

南春华等(1988)测得养殖季细菌的世代时间为1.7—38小时。取其平均值18.6计算,则细菌日P/B系数为1.31,推算鱼类生长季细菌P/B系数为158,由此每公顷鱼池(以水深2米计算)细菌产量为 $14.56 \times 158 \times 667 \times 2 \times 10^{-3} \times 15 = 46032$ (公斤)。

#### 3. 细菌的利用率

据陈少莲等(1989)观察,东湖鲢鳙鱼肠内食物中细菌的百分含量及年细菌消耗量均高于浮游植物。另有例证,水中细菌多数集聚成絮状,膜状或块状聚合物,可为鲢鳙鱼及浮游动物直接摄食,细菌生物量平均有22%聚成21—60 $\mu\text{m}$ 大小的聚合物为白鲢适口饵料,约有23%聚成大于60 $\mu\text{m}$ 的聚合物为花鲢适口饵料(何志辉等,1983)。我们暂将这些凝聚体中的40%作为鲢鳙鱼能够摄取到的部分,则细菌的利用率为18.4%。

#### 4. 饵料系数

取与浮游动物相同的10计算,则细菌提供的鲢鳙鱼产量为 $46032 \times 0.184 \times \frac{1}{10} = 847$ (公斤/公顷·生长期)。

以上估算仅包括被鲢鳙直接滤食的部分,实际上,鱼塘浮游动物还可大量滤食细菌,通过浮游动物再为鲢鳙所摄食,附着于腐屑上的细菌还将促进鱼类对腐屑的消化吸收,其他鱼类如鲤鲫等也会直接吞食细菌凝集体。我们暂将上述提供的鱼产量按直接被鲢鳙摄食所获鱼产量的1/4计算,则浮游细菌所提供的鱼产量为1059公斤/公顷·生长期。

## 参 考 文 献

- [ 1 ] 方秀珍等,1989,高产池中异养菌的初步研究。水产学报,13(2)101—109。  
[ 2 ] 朱学宝,1989,细菌絮凝体对滤食性鱼类饵料效果的研究。水产学报,13(4)339—345。  
[ 3 ] 李元善,1983,养鱼池塘生态系统及白鲢的作用初探。淡水渔业,(3):8—11。  
[ 4 ] 陈少莲等,1989,鲢鳙对鱼粪消化利用的研究。水生生物学报,13(3)250—258。  
[ 5 ] 何志辉等,1983,淡水养鱼,46。辽宁科技出版社(沈阳)。  
[ 6 ] 南春华等,1988,鱼池浮游细菌生物量消长情况的研究。大连水产学院学报,(2):84—88。  
[ 7 ] 胡保同,1986,施肥鱼池氮的动态平衡和作用。水产科学,5(1)22—24。  
[ 8 ] Головки Т. В. 1988, Потребление планктонных бактерий некоторыми зоопланктона в кивком водохранилище. Гидробиол. журн., (2) 52—58。  
[ 9 ] Кузнецов, Е. А. 1985, Горизонтальное распределение планктона в высокопродуктивных рыбных прудах. Гидробиол. журн., (5) 23—34。

## GROWTH AND SEASONAL DYNAMICS OF BACTERIA IN FISH PONDS

Liu Guocai, Bao Wenzhong,

Liu Zhenqi and Shen Yuchun

(The Li Mu Animal Husbandry College of Inner Mongolia Autonomous District, Tong Liao 028000)

**ABSTRACT** The amount of bacteria in fish pond was plenty and changeable. The sequence of the total amount of bacteria was summer, autumn, spring and winter. In water, the organotrophs were more in summer, while in bottom-mud they were more in autumn. The amount of organotrophs and the total amount of bacteria were correlated positively to the chemical oxygen demand (COD). The total amount of bacteria showed a positive correlation to water temperature, but the organotrophs were not. The total amount of bacteria and organotrophs were not correlated to the plankton biomass, but the total amount of bacteria were correlated to the zooplankton biomass. The suitable pH range for growth is 6.4—9.4. The power of the common fisheries medicines reducing the amount of bacteria were in order of bleeding powder > CuSO<sub>4</sub>·FeSO<sub>4</sub> mixture > dipterex.

**KEYWORDS** fish pond, total amount of bacteria, organotrophs