

沼气肥水促使鱼池藻类组合变化 与提高鱼产量关系的分析*

陈宜婉

(南京市水产科学研究所)

提 要

本文报导了1980—1982三年中在南京市郊江宁县东山公社百家湖渔场的两个相邻并大小相同的池塘中,分别用猪粪与经沼气池发酵后的肥水和部分废渣作为培养池塘中浮游生物的肥料。分析了池塘施用沼气肥水后水中理化、生物等因子的情况,指出用沼气肥水可引起池塘藻类种群组合和数量的变化,若长期施用沼气肥水还可调节自然饵料季节间的平衡关系和促进有利于池塘养殖的藻类种群组合的形成,使鱼池持续高产。1981年亩净产为1129.6斤,1982年为1311.1斤。

沼气是价廉洁净,使用方便,热效高的良性生态循环的再生能源。由于能源危机和环境污染日趋严重,故大力开发生物能源,利用沼气已受到国内外的广泛重视,并已开展了多方面的研究。

为了综合利用生物资源,扩大沼气发酵后材料的使用和探求新的有机肥源,因而以沼气发酵后的肥水、废渣为肥料,应用于池塘养鱼,经三年来的试验已获得一定的效果。

文中的部份数据曾得到本所沼气肥水养鱼试验小组闵嘉钰、雍杰、杨五一等同志和化验室胡薇扬同志,中国科学院南京地理所湖泊室,南京新技术研究所,江宁县东山公社百家湖渔场的帮助在此一并致谢。

材 料 与 方 法

本实验选择了南京市南郊,江宁县东山公社百家湖渔场作为实验基地。实验在两个相邻的面积均为2.75亩,水深为2米的池塘中进行。

试验池与对照池都以养殖“肥水鱼”为主。其中除主养鲢、鳙鱼(占75%)还混养罗非鱼(7%)草鱼、鲤鱼、鲫鱼等(18%)。1980年预试验时试验池平均亩产369.8斤,对照池343.5斤,1981年和1982年试验池亩净产分别为1129.6斤和1311.1斤,对照池为950.5斤和948斤。

在养殖过程中施用的肥料试验池为沼气肥水和少量废渣,对照池为堆置后的猪粪。根据水质情况按时对两池塘进行等量施肥。沼气肥与猪粪的折算公式采用:

* 本文在完成过程中曾得到南京大学生物系曾昭琪付教授的直接指导,在此谨表衷心感谢。

$$AO = \frac{A \cdot BO}{B}$$

AO: 试验池间接用的猪粪量。

BO: 试验池用的肥水、残渣量。

A: 沼气池投入的猪粪量(包括其它材料按热质的折算)。

B: 沼气池产生的肥水、废渣量。

1981年4—11月和1982年4—10月每月进行一次浮游生物的定性定量测定工作,在鱼类生长的最旺季节(7或8月)进行一次连续10日测定,用于观察施肥后的藻类消长情况。采水时选择池塘中央和四角共五个点在水下0.5米和1.5米处采集混合水样11升,取出1升作为浮游植物的定量水样(其余的10升经过滤后作为浮游动物中的甲壳类的定量水样)用碘液固定、沉淀浓缩至30ml,充分摇匀后用定量吸管取出0.1ml滴入0.1ml计数框中,在高倍显微镜(640X)下将每个样品观察100个视野取二次计数的平均值。定性标本用25号筛绢制成的浮游生物网以横8字形反复巡回拖网三至五分钟后,将网头中的水样取出加福尔马林固定后在显微镜下分类鉴定。

在采集浮游生物的同时,取水样进行水中营养盐类和其它理化因子,初级生产力的测定。

试验结果

(一) 鱼池水质的理化因子和初级生产力

从1981年4月起,我们对鱼池做详细的日记,得出每年4—10月鱼池水质的理化因子和初级生产力的平均数据如表1、表2。由表1可以看出,鱼类主要生长季节的平均水温在20°C以上,其中7、8月份的平均水温为30—34°C。池水全年的pH值变动在6.5—7.5之间,夏季午后的pH值最高可达8.5左右。一般情况下,试验池的pH值略高于对照池,并有较明显的日变化。池水的透明度一般在18—30厘米之间,而试验池水的透明度略低于对照池。其日变化为早晨略高、午后略低。在整个鱼类生长季节中,除1982年7月阴雨14天外,其他月份的晴天平均为18天左右。

由表2可以看出1981、1982年试验池和对照池水的营养盐含量情况。氮氮的含量,在1981年4—8月期间,试验池都高于对照池;1982年除5、6两个月外,其余月份也是试验池高于对照池。硝基氮含量,试验池大多高于对照池或接近于对照池。磷含量,1981年4、5、6三个月试验池高于对照池,但7、8、9月份则低于对照池;1982年除9、10月份外,其他各月均高于对照池。硅的含量,1981年4—7月,试验池高于对照池,8—10月低于对照池;1982年4—10月全部低于或接近于对照池。

溶解氧的含量,在凌晨4—5点钟含量最低时,一般试验池要高于对照池,试验池底层的最低含量为2毫克/升,对照池为1.6毫克/升(此时通常需开增氧机)。下午14点钟在水深0.5米处的溶氧量,试验池也往往高于对照池,最高时可达13—16毫克/升,而对照池一般不超过9毫克/升。

图1是1981、1982年部分月份试验池和对照池的初级生产力水平。初级生产力的测

表 1 1981 和 1982 年 4—10 月自然生态情况表

项 目	年 份	池 号	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
水 温 ($^{\circ}\text{C}$)	1981	I II	18—25	20—28	28—38	29—34	30—34	26—30	15—23
	1982	I II	25	22—28	25—31	25—30	28—34	25—30	25
pH	1981	I	6.7—7.5	6.7—7.8	6.7—7.8	7—7.5	7—8	7—7.5	7
		II	6.7—7	6.7—7	6.8—7.2	7—7.5	7—8	7—7.5	6.5—7
	1982	I	7.2	6.5—7.3	7.5	7.8—7.5	7.8—7.5	7.8	7
		II	7.2	6.5—7.2	7.8—7.5	7.8—7.5	7.8—7.5	7.1	7
透明度 (cm)	1981	I	20—30	20—30	18—25	18—22	18—20	18—22	20—25
		II	18—26	25—30	20—30	18—25	20—26	18—20	20—25
	1982	I	20	17—23	18—20	17—21	16—20	20	25
		II	20—25	16—20	18—20	18—23	16—20	20—25	20—25
云 量	1981	I II	总 低	总 低	总 低	总 低	总 低	总 低	总 低
		I II	6.6 3.1	3.6 1.7	6.1 2.3	6.1 3.2	6.5 2.7	6.5 3.1	7.8 3.7
	1982	I II	总 低	总 低	总 低	总 低	总 低	总 低	总 低
		I II	5.7 2.8	5.3 1.8	7.5 1.8	8.2 3.7	7.0 3.0	7.3 2.4	5.3 2.3
雨 量 (mm)	1981	I II	88.1	48.2	90.2	178.7	97.1	48.0	122.0
	1982	I II	64.3	30.7	137.8	314.2	199.2	25.7	25.3

注: I 为试验池, II 为对照池, 下同。

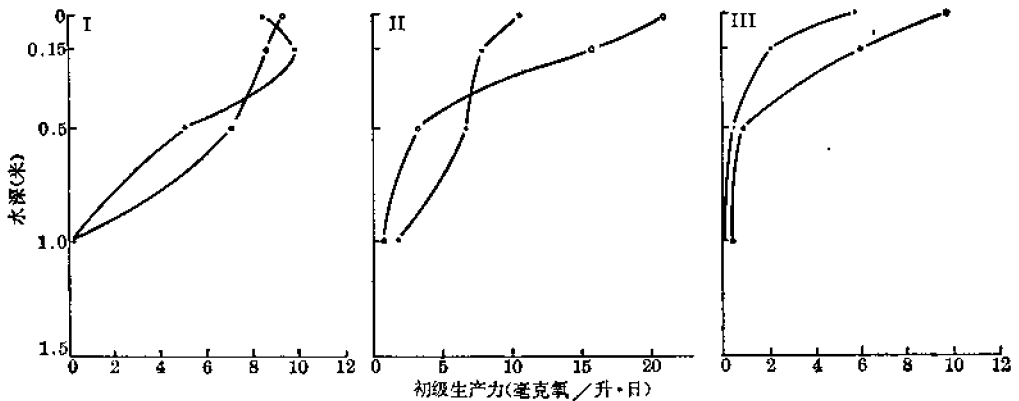


图 1 1981、1982 年部分月份试验池和对照池的初级生产力水平

(—○—试验池, —●—对照池)

定采用黑白瓶测氧法, 选择 0 米、0.15 米、0.5 米、1.0 米、1.5 米五个采水层进行挂瓶。时间采用中午 10 时至下午 14 时中的任意 2 小时, 按其占全天产量的 20% 计算, 虽然由于某些原因未能在整个生长季节的每个月中都进行测定, 但所测的几次中都已说明施沼气肥水的试验池初级生产力远高于对照池。

表2 1981和1982年4—10月水化学分析情况表

项 目	年 份	池 号	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
NH ₄ -N (mg/l)	1981	I	1.24	0.46		0.320	1.050	0.556	0.096
		II	1.24	0.16		0.128	0.740	0.868	0.152
	1982	I	6.6	1.0	0.812	0.54	0.66	0.32	0.44
		II	1.28	1.3	0.632	0.396	0.55	0.42	0.38
NO ₃ -N (mg/l)	1981	I	0.86	0.21	0.168	0.3	0.424	0.260	0.200
		II	0.24	0.15	0.154	0.85	0.280	0.260	0.320
	1982	I	0.096	0.26	3.68	3.04	0.192	0.085	0.182
		II	0.5	0.22	1.80	0.33	0.078	0.080	0.58
NO ₂ -N (mg/l)	1981	I	0.12	0.034	0.116	0.066	0.056	0.021	0.058
		II	0.058	0.004	0.054	0.080	0.046	0.024	0.048
	1982	I	0.010	0.014	0.284	0.26	0.017	0.0042	0.042
		II	0.024	0.015	0.152	0.014	0.013	0.0028	0.68
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	1981	I	0.084	0.064	0.132	0.016	n.d	0.022	0.005
		II	0.036	0.018	0.104	0.048	n.d	0.068	0.010
	1982	I	0.044	0.176	0.82	0.096	0.064	0.034	0.048
		II	0.080	0.013	0.168	0.096	0.060	0.056	0.052
SiO ₂ (mg/l)	1981	I	3.16	13.24	12.92	20.00	21.36	20.40	17.20
		II	3.68	3.28	2.80	13.00	22.60	20.00	19.60
	1982	I	3.30	4.30	3.4	3.4	4.46	6.20	3.86
		II	3.2	3.32	3.5	4.58	5.66	7.1	5.86

(二) 沼气肥水引起鱼池藻类种群数量的变化

在生产季节中(4—10月),以1980年的预备试验为基础,1981年和1982年两年连续进行了藻类的种类和数量的分析,由逐月的定性和定量资料可以看出,藻类在数量上变化比较明显。如:硅藻数量的变化,1981年5—9月试验池中硅藻数量均较对照池为低,但到第二年时(1982年)试验池中的硅藻则慢慢增加,达到基本上超过了对照池的数量,最高可达1.5倍;裸藻类的数量变化也和硅藻相似,试验池第二年均比第一年有所增加。表3列出了1981,1982年试验池和对照池中硅藻、裸藻、蓝藻在藻类总数量中所占的比例。

从表3中可以看出,在施沼气肥水的第二年(1982年),硅藻除8月份稍低而外,其余月份均比第一年(1981年)有所增加,并且增加的幅度很大,其中仅10月份略低。裸藻在第二年增加也十分明显,每月都比前一年同期为多,可以从1倍(10月)增加到20倍(6月)。蓝藻则出现了另外一种情形,1981年试验池均低于对照池,1982年(除4、6、9月

表 3 1981 和 1982 年硅藻、裸藻、蓝藻在鱼池中所占的比例(%)

月 份	年 份 藻 类 (%) 池 号	1981			1982		
		硅 藻	裸 藻	蓝 藻	硅 藻	裸 藻	蓝 藻
4	I	+	+	+	12.42	25.48	11.85
	II	+	+	+	9.78	18.61	6.94
5	I	9.69	4.88	1.7	30.12	17.97	—
	II	12.92	17.29	11.29	12.62	16.29	1.8
6	I	2.2	1.57	8.45	5.8	21.17	15.77
	II	49.53	2.84	31.57	33.17	7.8	0.9
7	I	0.29	—	25.28	6.33	10.13	—
	II	0.68	8.02	45.39	2.97	23.72	—
8	I	4.94	1.32	58.94	3.41	13.12	8.15
	II	0.95	1.48	58.63	2.2	12.44	7.1
9	I	0.07	7.5	39.74	4.03	16.59	5.83
	II	0.19	8.36	29.84	2.44	11.22	3.9
10	I	1.34	3.52	19.15	0.94	6.21	—
	II	—	1.43	4.16	3.34	11.7	0.67

外)仍低于或接近于对照池。然而若以相同月份相比,则不论试验池还是对照池,1982年均比1981年为低。它不象硅藻和裸藻在相近的水平上有所增加,而是在总量下降的情况下试验池略高于对照池。这表明沼气肥水可能对蓝藻的生长不利。然而有趣的是对照池也比前一年有所下降,所以除了沼气肥之外恐怕还有其他因素的作用存在,这是值得研究的。

绿藻类与硅藻、裸藻相反,试验池1981年比对照池的数量要高,但第二年(1982年)前三个月却下降,而后三个月又相应上升,见表4。

表 4 1981和1982年试验池与对照池中绿藻数量比的变化(%)

年 份	池 号	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
1981	I		65.3	72.48	73.63	84.64	50.86	29.83
	II		48.32	15.03	52.41	37.87	61.59	72.49
1982	I	87.47	34.74	42.34	56.96	70.87	62.33	86.02
	II	40.69	67.42	41.95	54.90	60.0	75.12	78.88

从表4中可看出,对照池对绿藻生长有利,其第二年每月都比前一年同期有所增加。而沼气肥水对绿藻的肥效不十分稳定,不如对照池所用的肥料能使绿藻稳步的比前一年有所增加。

另外从表4中还可看出,沼气肥水在第一年的一开始即5、6、7三个月能使绿藻迅速增加,甚至可超过藻类总量的一半以上,最高可达73.63%(1981年7月),表明了沼气肥水具有速效肥的作用。但随着大量藻类迅速繁殖的消耗,便发生营养供应不上,而使绿藻在后三个月出现下降的趋势。因此如果当时能够及时追施沼气肥水就可能满足其消耗并能促使绿藻逐月增加。

作为鱼池中重要饵料之一的隐藻,在1981年十分稳定的高于对照池,在春末,初秋之季(5、10月份)可占藻类总比例的24.5—35.7%,高于对照池1—3倍。但是在1982年则出现了另一种现象,只是在5、7、9三个月数量上超过对照池,其余月份则都低于对照池。然而其数量的稳定性却比第一年强。它们在各月份中占的比例在10—25%附近,最低为6.83%;最高为26.58%。而第一年最低为0.93%;最高为35.75%,这表明沼气肥水能使隐藻获得较为稳定有效的营养,除受水温等自然环境的影响而外,隐藻可在繁殖速度上保持一定的稳定性。见表5。

表5 1981和1982年试验池与对照池中隐藻数量比的变化(%)

年份	池号	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
1981	I	✓	24.5	35.25	0.93	1.5	1.65	35.75
	II	✓	10.17	5.01	—	0.89	—	20.48
1982	I	19.28	17.76	14.86	26.58	9.4	11.21	6.88
	II	23.97	1.8	16.09	18.97	18.22	6.48	10.7

表5中的数据说明了对照池中隐藻的波动较大,波动范围1981年为0—20.48%,1982年为1.8%—23.97%,这样大的波动,对保证鱼类的综合饵料来说显然是十分不利的。

(三) 沼气肥水引起藻类组合的改变

1981年试验池中硅藻除春季(5月)出现针杆硅藻外,其余六个月中硅藻的优势种主要为舟形硅藻。这一情形与对照池基本相似。但至1982年硅藻中出现了直链硅藻、纺锤硅藻和圆盘硅藻等。直链硅藻和圆盘硅藻主要出现在秋季。与此同时1981年春季出现而后少见到的针杆藻却有较多的月份出现(4、7、8、9、10月),硅藻由一、二种属的组合向三、四种属的组合发展;绿藻中以绿球藻目变化比较显著,其中栅列藻1981年为6个种,但1982年出现了11个种几乎增加了一倍。尤其是裸藻门的变化,1981年裸藻门为4个属,17个种而1982年则为5个属22个种,其中Euglena属增加一种,Trachelomonas属增加二种,Phacus属增加一种,和Peranema属增加一种,其中占优势的为Euglena属和Phacus属。而蓝藻,隐藻,甲藻则基本保持在原有的水平上。这样就使得各藻类之间的种属组合比由1981年硅藻:绿藻:裸藻:蓝藻:隐藻:甲藻=1:10:8.5:3:0.5:0.5,变为1982年的2:12.5:11:3.5:1:0。这种藻类组合比的改变恰好形成了对鱼类生长有利的条件。各门藻类的出现月份见表6和表7。

表 6 1981 年 5—10 月试验池和对照池的藻类

藻类名称	藻类出现情况													
	4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
集星藻 <i>Actinastrum hantzschii</i> Lag.											✓			
狭形纤维藻 <i>Ankistrodesmus angustus</i> Bern.			✓											
空星藻 <i>Coelastrum sphaericum</i> Näg							✓	✓						
四角十字藻 <i>Crucigenia quadrata</i> Morr.											++			✓
四足十字藻 <i>C. tetrapedia</i> W. et G.S. West					✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓
美丽胶网藻 <i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood							✓	✓						
卵囊藻 <i>Oocystis</i> sp.											✓			
短棘盘星藻 <i>Pediastrum boryanum</i>				✓							✓			
单角盘星藻变种 <i>P. simplex</i> var			✓											
四角盘星藻 <i>P. tetras</i> (Ehr) Ralfs						✓					✓			
弯曲栅藻 <i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemm.					✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	
弯曲栅藻变种 <i>S. arcuatus</i> var									++	++	✓	✓		✓
双对栅藻 <i>S. bijuga</i> (Turp.) Lag.					✓	++					++	✓	✓	✓
二形栅藻 <i>S. dimorphus</i> (Turp) Kütz			✓		✓		✓	✓		✓	✓			✓
斜生栅藻 <i>S. obliquus</i> (Turp) Kütz			✓	✓		✓	✓		✓	✓	++			✓
裂孔栅藻 <i>S. perforatus</i> Lemm			✓		✓	✓			✓		++		✓	✓
螺旋弓形藻 <i>Schroederia spiralis</i> (Rintz) Korsch							✓							
月牙藻 <i>Selenastrum dibratanum</i> Reinsch					✓									
四角藻 <i>Tetraëdron</i> sp.					✓	✓								
核形裸藻 <i>Euglenaacus</i> Ehr.			+++	+	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	++
尾裸藻 <i>E. caudata</i> Hübn			✓	✓										
静裸藻 <i>E. deses</i> Ehr							✓	✓						
带形裸藻 <i>E. ehrenbergii</i> Klebs							++	++					✓	
尖尾裸藻 <i>Euglena oxyuris</i> Schmar.				✓							✓		✓	✓

续表 6

藻类名称	藻类出现情形													
	4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
血红裸藻 <i>E. sanguinea</i> Ehr.											✓	✓	✓	
绿裸藻 <i>E. viridis</i> Ehr.			✓	+++	✓	✓	✓	✓	+		+	✓	++	++
尖尾扁裸藻 <i>Phacus acuminatus</i> Stok.					✓		✓		✓					
钩状扁裸藻 <i>P. hamatus</i> Pochm							✓							
旋扁裸藻 <i>P. helicoides</i> Pochm				✓									✓	
长尾扁裸藻 <i>P. longicauda</i> (Ehr) Duj													✓	
宽扁裸藻 <i>P. pleuronectes</i> (O. F. M.) Duj				✓									✓	
桃形扁裸藻 <i>P. stokesii</i> Lemm									✓	✓				
波形扁裸藻 <i>P. undulatus</i> (Skv.) Pochm.							✓							
湖生囊裸藻 <i>Trachelomonas lacustris</i> Drez.			✓											
矩圆囊裸藻 <i>T. oblonga</i> Lemm			✓										✓	
喙状鳞片藻 <i>Lepocinclis playfairiana</i> Defl				✓	✓									
似鱼腥藻 <i>Anabaenopsis circularis</i>											✓			
螺旋鱼腥藻 <i>Anabaena spiroides</i> Klebahn.									✓					
色球藻 <i>Chroococcus</i> sp.			✓						✓		✓			
平裂藻 <i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Nag								✓	+					
四点颗粒颤藻 <i>Oscillatoria quadripunctulata</i> Brühl et Biswas			++	✓			✓	✓	✓	✓				
螺旋藻 <i>Spirulina princeps</i> G. S West						✓			✓	✓				
尖针杆藻 <i>Synedra acus</i> Kütz			✓	✓										
偏缝硅藻 <i>Nitzschia recta</i>									✓			✓		
卵形隐藻 <i>Cryptomonas ovata</i> Ehr				✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	
多甲藻 <i>Peridinium</i> sp.													✓	

注: I: 为试验池; II: 为对照池; ✓: 为定性水样中可见种类; +: 为定性水样中1—3个视野中可见到此种类; ++: 为定性水样中每个视野可见到3—5个此种类; +++: 为定性水样中每个视野可见到5—10个此种类。表7同。

表7 1982年4—10月试验池和对照池的藻类

藻类名称	藻类出现情况													
	4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
衣藻 <i>Chlamydomonas</i> sp.			✓								+			
新月藻 <i>Closterium</i> sp.			✓											
四角十字藻 <i>Crucigenia quadrata</i> Morr												✓	++	✓
四足十字藻 <i>Crucigenia tetrapedia</i> W. et G. S. West			✓	✓	✓	✓	++	✓	✓	++	++	+++	++	+++
美丽胶网藻 <i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	✓	✓										+		
卵囊藻 <i>Oocystis</i> sp.							✓					✓		✓
实球藻 <i>Pandorina morum</i> (Müll.) Bory					++	✓	✓		✓			✓	✓	
短棘盘星藻 <i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Men			✓	✓	✓	✓	✓					✓		
四角盘星藻 <i>P. tetras</i> (Ehr.) Ralfs	✓								✓			✓		✓
四角盘星藻变种 <i>P. tetras</i> Var.			✓											
四集藻 <i>Quadrigula chodatii</i> G. M. Smith	✓				✓				✓			✓		
弯曲栅列藻 <i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemm.	✓			✓	+++	✓	+++	+++	+++	+++	++	✓	✓	✓
弯曲栅列藻变种 <i>S. arcuatus</i> var.			✓	++	✓		✓		+	++		++		++
<i>S. bicaudatus</i>					+		✓					✓	++	
双对栅藻 <i>S. bijuga</i> (Turp.) Lag.			++	✓	✓	✓		++			+			
龙骨栅藻 <i>S. carinatus</i> Chod										✓	✓			
二形栅藻 <i>S. dimorphus</i> Kütz		✓	++	+++	✓		✓				+++	✓	+++	+++
斜生栅藻 <i>S. obliquus</i> (Turp.) Kütz			✓	++			✓	✓	++	+++	+++	✓	++	✓
裂孔栅藻 <i>S. perforatus</i> Lemm			✓	✓	✓		✓		✓	+	++	+++	+++	✓
扁盘栅藻 <i>S. platydiscus</i> Chod											+			
四尾栅藻 <i>S. quadricauda</i> Turp. de Brèb									+			✓		+++
月牙藻 <i>S. dibraianum</i>	✓		✓	✓					✓	✓	+	✓		
四角藻 <i>Tetraëdron</i> sp.				✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
四月藻 <i>Tetrallantos logerheimii</i> Teil							✓	✓						
多棘栅藻 <i>Scenedesmus abundans</i>							✓							✓
梭形裸藻 <i>Euglena acus</i> Ehr	✓		✓	++		++			✓	✓	+	✓	✓	++
尾裸藻 <i>E. caudata</i> Hübn						++					++			

续表7

藻类名称	藻类出现情况													
	4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
静裸藻 <i>E. deses</i> Ehr			✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓
带形裸藻 <i>E. ehrenbergii</i> Klebs.				+		✓	✓		✓		+	✓	✓	
尖尾裸藻 <i>E. oxyuris</i> Schmar			✓			✓	✓				+	✓	✓	
中型裸藻 <i>E. intermedia</i> Schmitz													✓	
血红裸藻 <i>E. sanguinea</i> Ehr				✓	✓				✓	✓	✓	✓		✓
绿裸藻 <i>E. viridis</i> Ehr			✓	+++	+++	++	++	✓	✓	✓	+	✓	✓	++
喙状鳞孔藻 <i>Lepocinclis playfairiana</i> Defl			✓	✓	✓	✓			✓	✓			✓	++
尖尾扁裸藻 <i>Phacus acuminatus</i> Stok													✓	✓
弯曲扁裸藻 <i>P. inflexus</i> Pochm			✓		✓	✓			✓		✓		✓	✓
长尾扁裸藻 <i>P. longicauda</i> Duj					✓					✓				
圆形扁裸藻 <i>P. orbicularis</i> Hübn											+			
宽扁裸藻 <i>P. pleuronectes</i> Duj				✓	✓		✓				✓	✓	✓	✓
<i>P. pongicauda</i>									✓					
梨形扁裸藻 <i>P. pyriforme</i> Stein			✓											
波形扁裸藻 <i>P. undulatus</i> Pochm					✓									
袋鞭藻 <i>Peranema</i> sp.			✓											
矩园囊裸藻 <i>Trachelomonas oblonga</i> Lemm			✓		✓			✓	✓	++		✓		
圆柱囊裸藻 <i>T. cylindrica</i>					✓	✓								
细粒囊裸藻 <i>T. granulosa</i> Play														✓
旋转囊裸藻 <i>T. volvocina</i> Ehr					✓									
似鱼腥藻 <i>Anabaenopsis circularis</i>												✓		
色球藻 <i>Chroococcus</i> sp.					✓		✓	✓			✓	✓		✓
平裂藻 <i>Merismopedia glauca</i> Näg.		✓			✓				✓		+	✓	✓	✓
四点颗粒颤藻 <i>Oscillatoria quadri-</i> <i>punctulata</i>								+		+	✓		✓	✓
尖头藻 <i>Raphidiopsis curvata</i>					✓	✓	✓	✓	✓	✓	+	✓	✓	✓
螺旋藻 <i>Spirulina princeps</i> G. S West									✓					
尖针杆藻 <i>Synedra acus</i> Kütz			++	++		✓	+	✓	✓		✓		✓	✓

续表 7

藻类名称	藻类出现情况													
	4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
小环藻 <i>Cyclotella</i> sp.					✓	++			✓		✓	✓	✓	✓
直链颗粒硅藻 <i>Melosira granulata</i> Ralfs							✓	✓	+		✓		✓	
纺锤硅藻 <i>Nitzschia rostellata</i>	✓	✓			✓									
卵形隐藻 <i>Cryptomonas ovata</i> Ehr			++	✓	✓	✓	+++		✓	✓	✓	✓	++	✓
嗜蚀隐藻 <i>C. erosa</i> Ehr							✓		✓		✓			

(四) 鱼池连续施用沼气肥水对调节鱼池天然饵料季节平衡的作用⁽¹⁾

在天然水体或鱼池中, 由于季节变化使藻类的属种和数量也发生相应的变化。这种变化往往使藻类数量一个季节形成高峰, 而另一个季节则下降到最低点, 因此不能经常保证鱼类得到适当的饵料生物量。而在施用沼气肥水后, 一般能使鱼池中的植物性饵料在总量上保持或近于均衡。虽然由于气候不同, 水温等环境因子变化而造成藻类组合的变化, 但是在种类交替后其总量相对稳定。对照池在 1981 年各月每升内所含总数除 9 月份之外, 其余几个月均高于试验池, 但 1982 年试验池中植物性饵料各月的总数除 7 月份近似于对照池外, 其余几月均高于对照池见表 8。

表 8 1981 年和 1982 年试验池与对照池中浮游藻类总数量 ($\times 10^4$ 个/升)

年份	池号	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
1981	I		1992.80	1799.49	6467.00	4987.00	11157.70	4416.70
	II		2781.2	2087.84	10552.49	15471.10	8582.14	8708.22
1982	I	824.11	457.05	3207.58	8424.31	5504.61	8222.03	4652.44
	II	559.40	389.99	2961.95	3655.49	3250.99	2961.96	4320.23

注: 单细胞种类以细胞为计算单位, 群体性种类以群体为计算单位。

除在总量上可以看到试验池有利于鱼类生长外, 在主要藻类的五个门中优势种的统计也证明了这一点。见表 9。

从表 9 中可看出, 除 7 月、10 月份外其他月份裸藻门在试验池中均优势量大。在绿藻门中除 5 月、7 月外其他月份试验池优势量也大。硅藻的量与绿藻相比相对要小, 在七个月内 4 个月优势量大。但是在蓝藻门中却恰恰相反, 在整个生产季节中除 4、6、9 三个月外, 试验池全部都低于或接近于对照池。然而有趣的是当 5 月份蓝藻优势量小时, 硅藻、隐藻、裸藻量都大, 补偿了它的不足。同样在 8 月份蓝藻优势量再次小时, 又由于裸藻、

(1) 由于在 1980 年预试验过程中发现用沼气肥水施肥的试验池中很少发生鱼病, 因此从 1981 年起就不再进行药物清塘工作。并在年终起捕后当日即回水放养鱼种, 以示来观察沼气肥水对抑制一些细菌性引起的鱼病之效果。

表9 1982年鱼类生长季节鱼池中优势藻类的统计(10⁴个/升)

月份	池名	优势种类	裸藻	绿藻	蓝藻	硅藻	隐藻
4	I	栅列藻 梭形裸藻	209.9	308.8	93.5	102.4	109.4
	II	绿球藻	104.1	227.6	38.8	54.7	134.11
5	I	栅列藻 梭形裸藻	79.4	158.8	—	137.6	81.2
	II	栅列藻 梭形裸藻	63.5	262.9	7.1	49.4	7.1
6	I	月牙藻 绿裸藻	679.1	1358.2	505.7	137.8	476.8
	II	十字藻 圆盘硅藻	231.2	1242.6	28.9	932.5	476.8
7	I	卵形隐藻 栅列藻	346.8	1950.6	—	216.7	910.3
	II	栅列藻 绿裸藻	866.9	2008.4	—	86.7	693.5
8	I	栅列藻 十字藻	722.4	3901.1	173.4	137.8	520.1
	II	栅列藻 十字藻	404.6	1950.6	231.2	72.2	592.4
9	I	狭形纤维藻 绿裸藻	534.6	2008.4	137.8	130.0	361.2
	II	栅列藻 绿裸藻	332.3	2225.1	115.6	72.2	137.8
10	I	栅列藻 绿裸藻	288.9	4002.3	—	43.3	317.8
	II	栅列藻 月牙藻	505.7	3173.7	28.8	144.5	462.4

绿藻、硅藻量大而补足了藻类总量的平衡。这就是饵料更替中的互补优势,这种互补优势与鱼池增产有着重要关系。

隐藻在藻类组合比值中虽只占很小的比重,然而这主要是由于其他藻类量大而影响了它的比重地位,而实际上它们在鱼池中的贡献也是十分重要的表8所提供的每升水中实际含量足以证明这一点。并且在全生产季节中除4月、8月外其余5个月的量试验池都大于对照池,而且隐藻也恰恰参与了优势更替中的互补。

众所周知,裸藻、硅藻和绿藻特别是栅列藻,在天然饵料生物中是很有效的种类。表7表8所提供的测定数据,不难理解地说明了为什么试验鱼池中的鱼产量会这么高。

讨 论

利用废物作为能源,既能部分地增加能源又能改善环境,目前利用沼气已在各地农村逐步普及根据水化学分析的结果(表2)证明,利用沼气池的肥水和废渣作为鱼池肥料,能使藻类大量繁殖,从而起到增加鱼池饵料生物的作用。沼气肥是一种速效无机有机复合肥料,它能使绿藻在短期内旺盛生长,虽然在开始时藻类的生长会有波动,但在连续使用后,可逐渐趋于稳定。

根据我们的试验表明,用沼气肥水所培养的藻类优势种为主养鲢鱼的水体提供了有利条件。

沼气肥水养鱼池中绿藻门出现量最大的是绿球藻目的栅列藻属的种类和裸藻门中的

Euglena 属为多。朱蕙(1981年)^[5]测定了鲢、鳙鱼对栅列藻及裸藻的吸收率,证明栅列藻的消化吸收率平均为25—53%。她们1982年又测得鲢鱼对栅列藻的最高摄取率为47.37—63.56%^[6],并指出栅列藻的蛋白质含量为50%,油脂为10—20%。而硅藻、隐藻、甲藻能很好的被鱼类消化吸收的报告也是屡见不鲜的。用沼气肥水施肥后所形成的一系列藻类种群结构及其变化,向着有利于滤食性鱼类对饵料的需求。事实说明,沼气肥水有利于绿藻、裸藻、硅藻及隐藻的繁殖,但对于蓝藻有某些抑制作用。许多资料同样证明蓝藻类也是鱼类的良好饵料^[7,11]。而沼气肥水却对它有抑制作用,而未能发展成蓝藻的水花(表3)。不过这也避免了因某些蓝藻水花形成而使鱼池缺氧,引起蓝藻大量死亡分解所产生毒素所造成对鱼类的威胁。因此总的结果还是利于池塘养殖的。

沼气肥水之所以能够使鱼池丰产,其主要原因是在于提高了初级生产力,有效的饵料生物在质和量方面都比对照池有了相应的提高。

参 考 文 献

- [1] 雷慧僧、姜仁良、王道尊、刘焕亮、周福荣、陈淑淳、陈光明。1981年。《池塘养鱼学》。上海科技出版社。
- [2] 倪达书、蒋登治,1954年。花鲢和白鲢的食料问题。动物学报,6(1)
- [3] 蔡仁逵等,1962年。应用示踪原子研究青草鲢鳙等鱼类对单细胞绿藻的消化吸收机制。原子能科学技术,3: 231—235。
- [4] 林婉莲、刘鑫洲、刘建康,1981年。微囊藻及藻类的颗粒有机碎屑对鲢、鳙的营养作用的探讨。中国鱼类学会学术年会论文摘要汇编。
- [5] 朱蕙、邓文瑾,1981年。鲢鳙对微囊藻、裸藻和栅藻消化吸收的研究。中国鱼类学会学术年会论文摘要汇编。
- [6] 朱蕙。1982年。鱼类对藻类消化吸收的研究(I)白鲢对斜生栅藻的消化与吸收。水生生物集刊,7:(4)。
- [7] 石志中,方德奎、张卫,1975年。白鲢等鱼种对螺旋鱼腥藻消化吸收的示踪实验报告。水生生物集刊,(4)P 497。
- [8] 黎尚豪、白国栋。1956年。施用有机肥料以繁殖浮游生物。水生生物集刊(2)。
- [9] 何志辉、李永涵。1975年。论白鲢的食物问题。水生生物集刊(4) P541。
- [10] 钟翼烈,1981年。《农村沼气技术》。陕西科学技术出版社。112—117。
- [11] 石志中等,1973年。螺旋鱼腥藻鱼种塘的初步探讨。淡水渔业,(9):8—13。

THE EFFECT OF MARSH GAS-MANURE WATER ON THE CHANGE OF THE PHYTOPLANKTONIC CONSTITUENTS AND HIGH YIELD IN FISH-POND

Chen Yiwan

(Nanjing Fishery Science Institute)

Abstract

This paper reports the results in using pig farmyard manure and manure water from the fermented marsh-gas pond as fertilizers for raising phytoplankton. The experiment was carried out in two same sized neighbouring fish ponds in 1980—1982.

Some physical-chemical environment and biological factors had been measured

and analysed. The marsh-gas water manifests great effect on change of the constituents of phytoplankton, and it can also regulate and sustain the natural food in different seasons. Consequently, a good harvest would be expected. The net yield per Mu is 564.5 Kg in 1981, and 655.5 Kg in 1982. Since the marsh gas-manure has long run fertility in compare with pig farmyard manure. So the it is a good fertilizer for high yield fish ponds