

塘堰种稗养鱼的效果及其原理 的初步分析*

陈洪达 黄祥飞 张水元 王安定 刘巨霞 方榕乐
黄耀桐 沈国华 陈云霞

(中国科学院水生生物研究所)

提 要

本文总结了稗草栽培的技术要点和鱼种合理放养的经验,测定了种稗塘堰底土和水中的氮、磷含量的变化,观察了稗草在分解过程中氮、磷营养物质的释放情况及其对浮游生物增殖的影响,进而对种稗养鱼的基本原理作了初步的分析。

前 言

随着我国淡水养殖事业的日益发展,对于大规格鱼种的需要量越来越大,但由于养鱼的饲料和肥料相当缺乏,致使大规格鱼种的培育和成鱼的增产受到了很大的影响。广东省怀集县^[1]、湖北省蕲春县^[2]、武汉市东湖渔场和中国科学院水生生物研究所^[3,4],从挖掘养殖水体本身的生产潜力出发,利用鱼池、塘堰泥土中的肥力,种植黑藻、水稻和稗草(*Echinochloa*),待植物生长到一定产量后,用以培育大规格鱼种,收到了显著的效果,促进了鱼种的增产。

我国各地大多数的鱼种塘堰,在冬春两季半年多的时间内都处在休闲状态,塘堰周转利用率不高。经过多年养殖的水体,都有比较肥沃的淤泥,但却没有很好地加以利用。稗草是一种适应性很强,发芽早,生长迅速的禾本科植物,在养鱼塘堰中种植它是很适合的。为此,我们对稗草进行了较为深入的研究。1976年,在武汉市东湖渔场进行种稗养鱼种试验。1977—1978年在农林部的支持下我们又与安徽省和湖北省的30多个单位协作,在约1千亩的塘堰中进行了比较试验,取得了较好的成绩。实践证明,在塘堰种稗养鱼,是解决饲料、肥料的一条新途径。

为了进一步提高种稗养鱼的生产效果,测定了土壤、植物体和水体的营养物质的含量,观察了稗草淹水腐烂过程中的营养物质的释放情况及其对浮游生物增殖的影响,进而对种稗养鱼增产的基本原理作了初步的分析。

* 参加工作的人员还有王建。

稗草栽培技术和养鱼效果

(一) 稗草栽培技术要点

稗草是一种生长在湿地或浅水中的一年生禾本科植物,其形态特征、生态习性和生长情况都与水稻相似。由于栽培稗草的目的是收获其鲜草作为养鱼饵料和肥料,而不是收获其种子,因此稗草的栽培技术有它的一些特点。

种稗塘堰的条件,虽然稗草生长的适应性很强,但为了获得鲜草的高产,要求淤泥层要厚些,土质要肥沃,对于那些底土较硬的要进行翻耕。塘堰底部要平坦,斜坡较大的可修整呈梯田式,既扩大了种植面积,又能保持较均匀的水深,有利于稗草的发芽和生长。塘堰的深度最好在2米以上,以使稗草在淹水时能有足够的水深,这样可以防止在淹水初期因水量少而造成水体缺氧现象。塘堰面积大小均可,但以数十亩至数百亩为宜。最重要的是要具备有效的排灌系统,做到及时灌水,及时排水,特别是遇到暴雨时能在三天内把积水排干,以保证稗草的生长。

播种和管理: 稗子的播种季节与水稻相近,在长江流域一带,从4至8月均可播种,每亩播种纯稗子3—6斤。由粮食部门供应的是“杂稗”,因此应根据稗子的含量,按比例增加播种量。贮藏多年的稗子其发芽率很低,不宜使用。为了避免盲目性和不必要的浪费,可先作发芽试验,以鉴别稗种的好坏。种稗塘堰如当年的稗草已抽穗结实,落入池底的稗子,待次年春季即可发芽,这样可大大减少稗子播种量。播种前将池水排干,然后把发了芽或没有发芽的稗子均匀地撒播全池。稗子催芽的方式方法与水稻类似,即把稗子洗净后浸泡1—2天,堆放经2—3天后即可萌芽,然后直接撒播池内或在秧田内育成稗秧,待稗秧长至20厘米左右即可移栽。稗秧与水稻秧相比,稗秧要瘦弱得多,因此稗子发芽后要注意保持土壤的潮湿,不能积水,以利稗草扎根生长。

稗草产量: 稗草生长30—45天后,植株高度可达1—1.3米。根据9个渔场30个试验塘堰所得到的数据,每亩可产稗草鲜重2,500—13,000斤,平均亩产8,300斤。1977年,武昌东湖8个试验池的稗草产量为每亩3,670—11,500斤,植株密度为每亩253,000—707,000株。

(二) 鱼种的放养和效果

当稗草生长到一定产量后,最好是在扬花之前,就灌水入池,把稗草全部或大部分淹没于水中。一般说来,以引灌含有较为丰富的浮游生物的肥水为好,这样更有利于浮游生物的增殖。大多数渔场是在稗草被水淹没后随即投放鱼种的,鱼种是一次放足或分批放养。我们对30个种稗养鱼试验塘堰进行了鱼种放养和生产效果的统计(表1)。投放的鱼种规格多数为1—1.5市寸,放养密度为每亩3,300—9,000尾,一般在5,000尾左右。放养品种多以白鲢或花鲢为主,搭配草鱼、团头鲂、杂交鲤、青鱼、细磷斜颌鲷和鲫鱼等。在不增加任何饲料、肥料条件下,鱼种约经两个月的培育,规格多数在4市寸以上。每亩放养密度在3,500尾左右的,鱼种规格可达5市寸。鱼种回捕率在70%以上的塘堰占2/3

表 1 塘堰种稗养鱼效果统计表

编 号	塘 堰 面 积 (亩)	稗草总用量 (斤)	鱼种放养量 (尾/亩)	回 捕 率 (%)	鱼种产量 (斤/亩)
1	6	26,051	4,467	90.64	244.7
2	4	27,119	3,500	83.71	216.2
3	4	34,439	3,750	89.23	150.7
4	4	41,519	3,750	63.40	150.5
5	4	20,401	3,500	62.53	143.2
6	3.15	17,200	3,300	62.39	137.3
7	5	33,310	3,360	91.82	294.5
8	19.19	226,602	6,284	86.29	262.4
9	5.25	63,032	6,361	71.86	294.1
10	5.25	59,603	6,361	70.06	185.0
11	5.25	66,502	6,361	82.33	223.6
12	5.25	57,797	7,619	91.00	226.1
13	5.25	58,475	7,619	92.75	242.2
14	5.25	63,032	7,619	83.75	262.6
15	10	46,752	5,067	36.70	153.7
16	9	67,020	5,156	82.00	272.9
17	7	27,869	6,030	83.83	181.8
18	5.5	36,630	3,131	63.25	256.6
19	8	53,360	9,050	—	163.3
20	50	284,400	6,820	75.46	146.0
21	6.63	44,205	4,977	71.70	142.3
22	3.03	20,580	4,950	86.17	123.4
23	5.26	23,733	5,000	83.43	143.3
24	3.73	30,226	5,094	74.03	130.4
25	3.83	12,815	4,897	76.12	117.5
26	3.57	11,372	5,042	53.77	95.3
27	2.62	3,283	5,916	65.56	84.9
28	2.60	7,616	5,962	70.70	91.5
29	2.60	4,869	5,000	103.95	125.7
30	4.5	63,693*	4,947	67.60	429.4

编号备注: 1—7 武汉市东湖渔场 8—14 湖北省孝感野猪湖渔场 15—18 安徽省合肥市市郊渔场
 19 湖北随县黑屋湾水库渔场 20 湖北浠水县望天湖渔场 21—29 湖北黄陂县国营滢
 口渔场 30 武汉市南湖渔场

* 其中有 15,266 斤是人工投进去的苋菜、水蓬菜和杂草。

以上。白鲢和花鲢的回捕率较高,草鱼和青鱼的回捕率较低。鱼种产量一般为150—200斤,高的达250斤以上。根据30个试验塘堰的统计,生产1斤鱼种需要消耗稗草20—70斤,其中以30—50斤的为多数,平均为42斤。这种饵料消耗比的高低,在很大程度上取决于是否做到合理放养,合理利用饵料。

种稗养鱼原理的初步分析

从物质循环和能量转化的观点来看,塘堰种稗养鱼是在人们的生产活动下,通过稗草直接利用太阳能,同时又借光合作用把积累在养鱼塘堰泥土中的丰富的无机营养物质变为有机体。待稗草生长到一定产量后,灌水淹没稗草,在微生物的作用下,腐烂分解,释放出营养物质,使水质变肥,促进浮游生物的增殖,不断提供鱼类的饵料,或形成有机碎屑,直接为鱼类所利用,从而“就地”解决了养鱼的饵料和肥料,达到增加鱼产量的目的。

(一) 种稗前后土壤磷、氮含量的变化

1977年,我们对武汉市东湖渔场和南湖渔场的4个种稗养鱼塘堰,进行了土壤磷、氮含量的测定。土壤的采集、制备和分析按常规方法进行^[7]。总氮用半微量凯氏法,总磷用酸溶比色法。测定结果表明(表2),塘堰种稗后,土壤中的总氮和总磷都显著减少,总的趋势是磷的递减比例比氮要大。总氮的递减百分率与稗草产量呈正相关。

表2 种稗前后土壤氮、磷含量的变化

地 点	稗草产量 (斤/亩)	总 氮(N%)				总 磷(P ₂ O ₅ %)			
		种稗前	种稗后	减少量	减少%	种稗前	种稗后	减少量	减少%
南湖渔场 400亩湖汉	8.000	0.22	0.14	0.08	36.36	0.105	0.076	0.029	27.61
东湖渔场三队 13号池	7.350	0.34	0.25	0.09	26.47	0.181	0.117	0.064	35.35
东湖渔场三队 8号池	6.143	0.39	0.33	0.06	15.38	0.224	0.139	0.085	37.94
东湖渔场 1号池	3.932	0.15	0.13	0.02	13.33	0.103	0.073	0.030	29.12
平 均 值	6.856	0.28	0.21	0.07	25.0	0.153	0.101	0.052	33.98

(二) 稗草淹水后营养物质的释放和浮游生物的增殖

我们对东湖渔场和南湖渔场的稗草进行了营养分析,粗蛋白含量为干物质的12.88%,磷酸为0.36%。为了查明稗草淹水后营养物质的释放和浮游生物增殖的情况,进行了室内、室外和生产性试验。

1. 室内试验

试验在A, B两个玻璃缸中进行。玻璃缸容积为7升,每缸放入新鲜稗草300克,注

入湖水 6 升, 即每升水中有稗草 50 克。为了比较稗草在切碎与不切碎情况下营养物质的释放速度, 将 A 缸的稗草切成长约 1 厘米的片段, B 缸的稗草则不切断, 试验时室温在 20—25°C。玻璃缸不加盖。从图 1 可以看出, pH 值在淹水后逐渐下降, A 缸比 B 缸的下降速度略快, 7 天后 A 缸和 B 缸的 pH 值分别从 8.4 降至 4.8 和 4.9。电导率则在淹水后逐渐上升, A 缸比 B 缸的上升速度略快, 4 天后则 B 缸的电导率比 A 缸的快些, A、B 两缸从 425 微欧/厘米分别上升到 1,400 和 1,425。

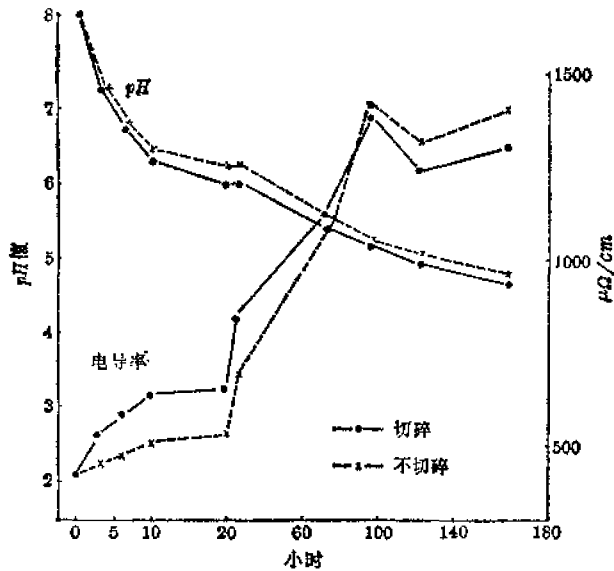


图 1 稗草淹水后水中 pH, 电导率的变化

从图 2 中看出, 稗草淹水后很快就释放出氮和磷, 其中磷比氮的释放速度要快些, A 缸(切碎)比 B 缸(不切碎)的又要快些。NH₄-N 的释放, 在淹水 20 小时后, A、B 两缸从 0.023 毫克/升分别上升到 7.60 和 6.80, 4 天后则 B 缸比 A 缸的略快, 7 天后 A、B 两缸分别上升到 34.20 和 42.00。PO₄³⁻ 的释放, 在淹水 20 小时后, A、B 两缸从 0.013 毫克/升分别上升到 22.40 和 20.50, 7 天后两缸均达到 45.40。

2. 室外试验

试验在水缸内进行。为了比较符合生产实际情况, 缸底铺上泥土, 稗草用量是按水深 1.5 米时每亩 10,000 斤计算的。缸内盛水 345 升, 放进新鲜稗草 3.45 斤, 即每升水中有稗草 5 克(相当于室内玻璃缸试验用量的 1/10)。试验时水温为 25—30°C, 试验结果见表 3。稗草淹水后, 异养细菌迅速繁殖, 第五天达到高

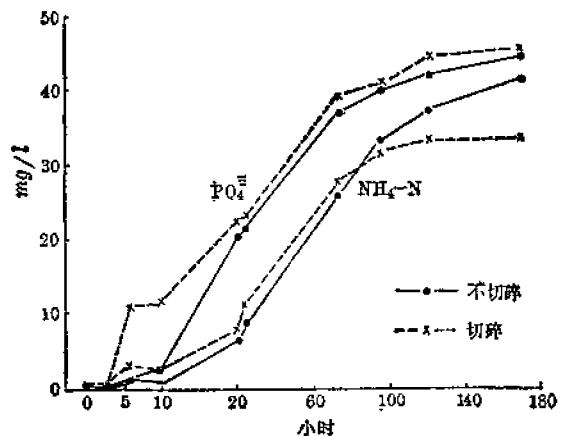


图 2 稗草淹水后水中氮、磷含量的变化

表 3 水缸稗草淹水后营养物质释放及浮游生物增殖

项 目 淹水后天数	异养细菌数 ($\times 10^4$ /毫升)	总 氮 (毫克/升)	$\text{NH}_4\text{-N}$ (毫克/升)	总 磷 (毫克/升)	PO_4^{3-} (毫克/升)	浮游植物数 ($\times 10^3$ 个/毫升)	枝角类 (个/升)
1	0.26	1.35	0.220	0.037	0.030	109	5
2	10.0	—	—	—	—	—	—
3	150.0	—	0.530	—	0.590	—	—
4	115.2	—	—	—	—	—	—
5	1002.6	—	—	—	—	—	—
6	187.0	—	—	—	—	—	—
7	155.0	1.77	0.840	1.00	0.555	202	2
9	42.5	—	—	—	—	—	—
10	—	—	1.46	—	0.500	214	0
13	—	—	—	0.605	0.470	317	0
16	1.84	2.16	1.15	—	0.188	440	1
19	1.80	—	0.84	0.375	0.123	436	16
22	—	1.94	0.84	—	0.071	—	—
28	—	1.90	0.460	0.179	0.030	243	260
33	—	2.40	0.54	0.400	0.159	39	1410

峰,为 10×10^6 个/毫升。由于细菌的作用,稗草腐烂分解,氮、磷释放速度更快。从表中数字看出,磷的释放速度比氮的释放速度要快,这与室内玻璃缸的试验结果是一致的。稗草淹水后第 3 天, PO_4^{3-} 由 0.030 毫克/升上升到 0.590,而 $\text{NH}_4\text{-N}$ 则从 0.220 毫克/升上升到 0.530。稗草淹水后第 33 天,水中总氮为 2.40 毫克/升, $\text{NH}_4\text{-N}$ 仍有 0.54 毫克/升,总磷有 0.400 毫克/升, PO_4^{3-} 有 0.159 毫克/升。氮、磷的迅速释放为浮游生物的繁殖创造了有利的条件,浮游植物在淹水后半个月左右出现高峰,而枝角类的高峰则在一个月后。

关于水生高等植物腐烂过程中营养物质的释放情况,Planter (1970)^[12]、Boyd (1970)^[8] 和 Jewell (1977)^[10] 先后用芦苇和蒲草等作过腐烂试验,结果表明磷的释放速度比氮的释放速度要快得多,这与我们的试验结果是一致的。

3. 生产性试验

试验在东湖渔场进行。稗草每亩用量为 12,284 斤,6 月 5 日淹水,随后陆续投放 1—2 寸鱼种,每亩 4,947 尾。试验期间对水质、浮游生物和水细菌的数量以及鱼种的生长情况进行了定期的观测。稗草淹水后一周,水细菌达 240 多万个/毫升。在淹水后的 48 天内(即没有投喂任何人工饲料期间)进行了 11 次的分析测定(表 4),从表中看出试验的 1 号池(2.3 亩)和 2 号池(2.2 亩)的平均值。水中总氮变幅在 1.33—2.19 毫克/升,平均为 1.69。总磷变幅在 0.005—1.315 毫克/升,平均为 0.529。水中总氮与总磷的比例,在淹水后第二天仅为 332:1,到淹水后的 5—48 天内,氮磷比例变幅在 1.6:1—28:1,平均为 7.3:1。由于水中具有较高的氮、磷含量和比较适宜的氮、磷比例,为浮游生物的大量繁殖和鱼种的迅速生长提供了较好的条件。在鱼种密度较大的情况下,浮游植物总数也一直维持在较高的水平,其变幅为 14×10^5 — 381×10^5 个/毫升,平均为 72×10^5 个/毫升。其

表 4 武昌东湖渔场三队 1—2 号种稗养鱼池, 稗草淹水后氮、磷含量的变化和浮游生物的增殖

项 目 淹水天数	异养细菌数 ($\times 10^3$ 个/毫升)	总 氮 (毫克/升)	总 磷 (毫克/升)	浮游植物数 ($\times 10^3$ 个/毫升)	浮游动物数 (个/升)	透明度 (厘米)	pH	水温 ($^{\circ}\text{C}$)
2	—	1.61	0.005	41	17411	40	8.17	24.5
5	—	1.33	0.575	32	44882	38	7.76	27.5
9	2428	2.06	1.315	43	18307	28	7.77	28.3
12	—	1.76	1.020	49	21761	25	7.70	28.0
16	42	1.50	0.955	54	39039	30	8.67	30.3
20	2	2.19	0.546	14	65214	47.5	7.90	29.5
24	1	1.42	0.315	24	32597	40.5	7.70	28.3
28	4	1.49	0.053	38	28270	46.5	8.00	27.5
34	—	1.71	0.758	381	2084	23	8.48	30.5
41	—	1.56	0.093	69	38593	22.5	8.53	32.0
48	—	1.94	0.184	44	24620	30	8.35	33.0

中以绿藻为最多, 占 67.35%, 其次为蓝藻, 占 21.42%。浮游动物数量变幅为 2,084—65,214 个/升, 平均为 46 个/毫升, 其中以原生动物为主。由于水中浮游生物丰富, 故鱼种生长良好, 白鲢的生长速度平均为 0.271 厘米/天, 花鲢平均为 0.177 厘米/天。

总结与讨论

(一) 关于稗草的合理利用

在种稗养鱼中, 稗草是鱼产量的物质基础。稗草产量的高低直接影响到鱼产量的高低, 但稗草产量高并不等于鱼产量高, 这就存在着一个合理利用的问题。从我们对 30 个试验塘堰所统计的稗草产量与鱼产量的比值(K)表明: K 值在 45 以上的占 43%, K 值在 35 以下的占 37%。为了提高稗草利用率, 增加鱼产量。可采取下列措施:

1. 适时利用稗草。生产实践表明, 当稗草在扬花期就淹水利用, 能收到较好的生产效果, 此时稗草产量高, 鲜草营养物质比较丰富, 稗草中的氮、磷物质的释放速度也较快, 有助于浮游生物的生长繁殖。又由于稗草较嫩, 植物腐烂分解后所形成的有机碎屑也较多。何志辉等认为, 有机碎屑有时成为白鲢的主要食物^[6]。生产实践又证明, 当稗草结实后才予以利用, 则稗草的饲料、肥料价值不高, 所得鱼产量也较低, 稗草和鱼产量的比值(K)往往都在 50 以上。

2. 进行“稻田式”养鱼, 增加食草性鱼类放养量。从食物链的观点出发, 放养食草性鱼类直接摄食稗草, 能降低饵料消耗比, 增加鱼产量。根据池塘养鱼的经验, 如用青草饲养草鱼, 每生产 1 斤草鱼, 还可增产白鲢和花鲢产量 0.4—0.6 斤。因此可在稗草生长初期, 先放养草鱼和杂食性鱼类, 进行“稻田式”养田, 随着稗草和草鱼的生长, 可逐步提高水位, 以保证草鱼能不断地摄食稗草叶片。在此期间可根据水质情况适当放养花鲢和白鲢。当稗草到扬花期, 可将全部稗草淹入水中, 此时可增放少量白鲢。

3. 要克服缺氧现象。这是提高稗草利用率、降低饵料消耗比的一项重要措施。在稗

草淹水后一段时间内,往往出现严重缺氧现象,影响了鱼类的摄食和生长,增高了饵料系数。因此要设法克服缺氧现象。关于克服缺氧的办法下面再述。

(二) 关于鱼种的合理放养

白鲢和花鲢是滤食性鱼类,通过鳃耙过滤水中的悬浮颗粒物质。许多研究结果表明^[8,9,11,12],白鲢的鳃耙呈海绵状结构,能有效地过滤水中的小型和微型的浮游生物,主要是浮游植物,而花鲢的鳃耙则呈栅状结构,能有效地过滤中型和大型浮游生物,特别是浮游动物。从室外和生产性试验表明,稗草淹水后半个月左右,浮游植物的数量往往达到高峰,出现的主要种类为绿藻门的栅藻(*Scenedesmus*)、绿粒藻(*Chlorella*)、蓝藻门的蓝纤维藻(*Dactylococcopsis*),硅藻门的园盘硅藻(*Cyclotella*)、甲藻门的隐藻(*Cryptomonas*)和裸藻门的裸藻(*Englena*);浮游动物是以原生动物中的周毛虫(*Cyclidium*)、弹跳虫(*Halteria*)、榴弹虫(*Coleps*)、钟虫(*Vorticella*)为主。大型甲壳动物在小型试验中,一个月后才出现高峰,而在生产性试验中,其数量一直较低。根据稗草淹水后所出现的浮游生物的种类组成、个体大小和数量的变化情况来,应以放养滤食小型和微型浮游生物白鲢为主,这样更有效地利用饵料生物提高稗草的利用率,降低稗草的消耗比值。生产性试验已证明了这一点:以主养白鲢的14个试验池,其稗草消耗比值(K)为 35.7 ± 14.6 ;以主养花鲢的12个试验池,其 K 值为 49.4 ± 11.8 ,即白鲢池对稗草的利用率为花鲢池的140%。

(三) 关于缺氧问题及其克服途径

缺氧是稗草淹水初期常常出现的现象,有的因缺氧而造成鱼类浮头,甚至泛塘死亡。鱼类生存所必需的水中最低溶氧量,随鱼种类不同而异。根据我们对种稗草鱼池所作的观察,当水中溶氧降至大部分鱼种死亡或全部死亡的“氧阈”时,先后死亡的次序是:鲤鱼、青鱼、草鱼、团头鲂、白鲢和花鲢。虽然白鲢和花鲢对缺氧的忍耐能力较强,在0.2—0.3 ppm的溶氧浓度下仍能生存,但生活机能减弱,行动不活泼,摄食不良,生长速度慢,饵料系数增大。因此,了解缺氧本质,探讨克服途径对于合理利用稗草,提高鱼产量是有现实意义的。

我们在室内的小型试验和生产性试验中观察到,稗草在淹水后3—7天,水细菌的数量达到高峰,此时水中溶解氧显著降低,往往出现严重的缺氧现象。淹水后10天左右才大量出现浮游植物,半个月后达到高峰。随着浮游植物的大量出现,并通过浮游植物的光合作用,使得水体中的溶解氧量逐日增加。可见缺氧是由于稗草淹水后,大量异养细菌的繁殖,消耗了水中的氧气而引起的。因此探讨稗草草量与溶氧量之间的关系,对于克服缺氧和合理利用稗草量是有帮助的。试验于1977年9月21日进行。试验玻璃缸置于室内窗口,光线微弱,水温为20—25°C,玻璃缸内盛湖水7升,分别放进稗草(鲜重)0克、3.5克、10.5克、17.5克、24.5克和31.5克(相当于水深1.5米时每亩稗草用量分别为0斤、1,000斤、3,000斤、5,000斤、7,000斤和9,000斤)结果见图3。从图中可看出,稗草量越大,出现缺氧的时间越早,缺氧的时间也越长。当每亩稗草量为9,000斤时,淹水后46小时,溶氧量降至0.3 ppm,缺氧现象维持时间长达一星期以上,这与水缸试验结果是一致的(图4);当草量为7000斤时,淹水后108小时,溶氧降至0.3 ppm;草量为5000斤

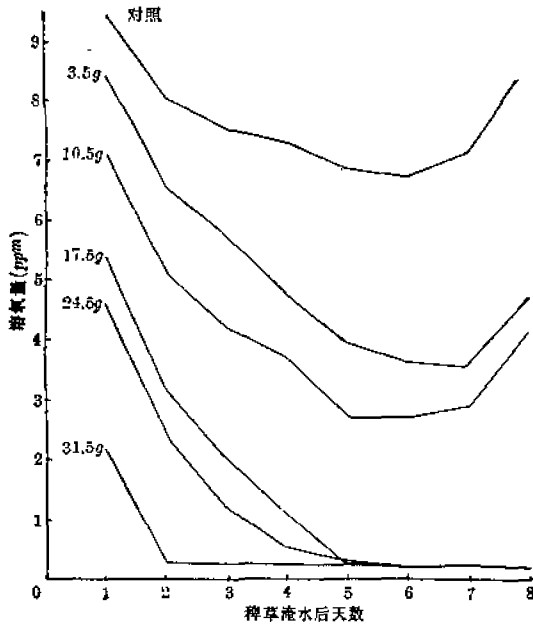


图3 不同稗草量对溶解氧的关系,图中所示的不同稗草量(鲜重)均在7升水的玻璃缸中作试验

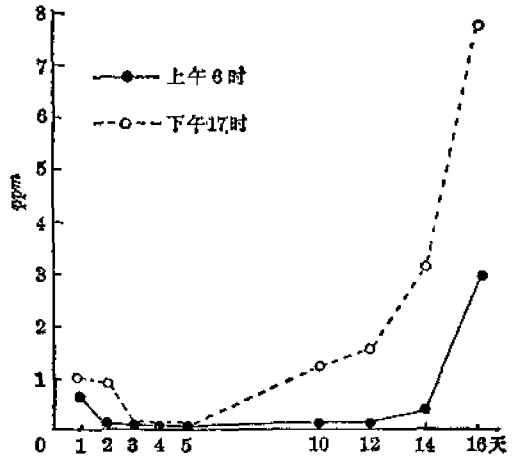


图4 稗草淹水后缸内溶氧量的变化

时,则在5天后才缺氧,而每亩草量在3000斤和1000斤时,不出现缺氧现象。上述试验是按水深为1.5米时推算的,如果水深达2米,则每亩稗草用量在4,000斤时,将不会发生缺氧现象。因此,防止和克服缺氧现象可采取下列途径:

1. 将塘堰由浅改深,可灌水至2—2.5米深,这是最有效的防止缺氧的办法;
2. 避开缺氧高峰期,适当推迟放鱼时间,一般在淹水后10天左右为宜;
3. 适当减少草量,采取部分割除或开行的办法;
4. 采取“稻田养鱼式”方法,以养草鱼为主,逐步利用稗草;
5. 严重缺氧时采取换水的急救措施,但换出的肥水要利用起来,可引灌到别的较大的塘堰中去。

经过试验和应用,上述五种途径都能收到一定效果,只要充分认识缺氧的本质及其基本规律,缺氧泛塘的现象是可以克服的。

(四) 关于稗草的肥效维持时间问题

以主养白鲢或花鲢的种稗养鱼池,当稗草淹水后,从水中氮、磷含量和浮游生物数量的变化来看,稗草的肥效持续时间一般为45—55天,此时,合理放养鱼种,其规格均可达到要求(4寸以上),若要鱼种得到持续生长,获得更高的产量,就必须在养殖的后期,补充人工饲料或其他青饲料、肥料。1976年东湖渔场三队1、2号种稗养鱼池,就是在淹水50天后补充投放了青饲料的,获得了亩产鱼种429斤的显著效果(参见表1)。1978年南湖渔场400亩种稗养鱼湖,后期补充了牛粪肥料,鱼种规格达到5—6寸,平均亩产鱼种200多斤。有的单位则采取一年二次种植二次养鱼的办法,即第一次养鱼种已达到规

格,但却缺乏饲料、肥料,此时将池水排干,把鱼种捞起,进行第二次种植稗草,稗草生长约1个月后,灌水淹没稗草进行第二次养殖,亦获得好的效果。

参 考 文 献

- [1] 广东省怀集县农业局,1958. 1958年水产科学技术成果汇编(淡水养殖部分), 226—227. 上海科学技术出版社。
- [2] 湖北省蕲春县水产科技网,1975. 鱼种池种稻养鱼种. 淡水渔业, 7:8—11.
- [3] 湖北省水生生物研究所四室饵料生物组等,1977. 鱼池种稗草养鱼种的生产效果. 水生生物学集刊. 6(2): 241—242.
- [4] 湖北省水生生物研究所第四室饵料生物组, 1978. 解决养鱼饲料、肥料的一条新途径——塘堰种稗种稻养鱼情况介绍. 动物学杂志. 3:23—24.
- [5] 倪达书、蒋楚治,1954. 花鲢和白鲢的食料问题. 动物学报, 6(1):59—71.
- [6] 何志辉、李永函,1975. 论白鲢的食物问题. 水生生物学集刊, 5(4):541—547.
- [7] 中国土壤学会土壤农化分析专业委员会,1965. 土壤常规分析方法. 科学出版社。
- [8] Boyd, C. E., 1970. Losses of mineral nutrients during decomposition of *Typha latifolia*. *Arch. Hydrobiol.* 66(4): 511—517.
- [9] Brooks, J. L. & Dodson S. I., 1965. Predation, body size and composition of plankton. *Science* 150(3692): 28—35.
- [10] Jewell, W. J., 1971. Aquatic weed decay: Dissolved oxygen utilization and nitrogen and phosphorus regeneration. *Jour. Water Poll. Control. Fed.* 43(7): 1457—1467.
- [11] Januszko, M., 1974. The effect of three species of phytophagous fish on algae development. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 21: 431—454.
- [12] Planter, M., 1970. Elution of mineral components out of dead reed *Phragmites communis Trin.* *Pol. Arch. Hydrobiol.* 17(30): 357—362.
- [13] Spataru, P., 1977. Gut contents of Silver Carp *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.) and some trophic relations to other fish species in a polyculture system. *Aquaculture* 11(2): 137—145.

EFFECTIVENESS OF PLANTING COCKSPUR (*ECHINOCHLOA*) IN FISH-PONDS FOR REARING FISH FINGERLINGS, WITH AN ANALYSIS OF THE UNDERLYING PRINCIPLES

Chen Hongda, Huang Xiangfei, Zhang Shuiyuan,
Wang Anding, Liu Juxia, Fang Rongle
Huang Yaotong, Shen Guohua and Chen Yunxia

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica)

Abstract

Cockspur (*Echinochloa* of Gramineae) is an aquatic or semi-aquatic plant widely distributed in various parts of China. Since the year 1976, experiments of planting cockspur in fish-pond and of submerging as green manure for the purpose of rearing fish fingerlings have been carried out. The fish yields range from 75 to 100kg/mu

have been obtained without supplementary feeding or manuring.

The paper deals with the techniques of planting cockspur and rearing fingerlings in fish-ponds. An account of the dynamics of the concentrations of nitrogen and phosphorus in bottom mud and in water of the experimental ponds and of the liberation of nitrogen and phosphorus during the process of decomposition of cockspur and the influence on the abundance of planktons is given