

王金庆,周文宗,张娟琴,等. 绿色温室黄鳝网箱养殖的生态环境特征研究[J]. 江苏农业科学,2016,44(11):248-252.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.11.074

绿色温室黄鳝网箱养殖的生态环境特征研究

王金庆,周文宗,张娟琴,李双喜,张翰林,郑宪清,陶晓斌,吕卫光

(上海市农业科学院生态环境保护研究所/上海朗博生态农业科技有限公司,上海 201403)

摘要:利用温室大棚可以延长黄鳝养殖的生长期,实现多批次周年化连续养殖和解决越冬问题,增加苗种供应,提高黄鳝养殖产量和经济效益。分析了温室大棚在不同季节、天气、位置的水质、水草变化规律,旨在为绿色温室大棚的日常管理、黄鳝的精准养殖提供科学依据。结果表明,温室大棚增温效果明显,水温高于芋艹田环沟 2~3℃,溶解氧(DO)含量低于室外菜田沟、水泥沟 4.41~9.48 mg/L。网箱内平均水温比网箱外高 0.14℃,而网箱养殖黄鳝引起 DO 降低 0.2 mg/L 和 pH 值降低 0.1;池塘中间网箱营养负荷加重且 pH 值最低。6 月大棚水体透明度高于室外环沟 27 cm。水花生长势与黄鳝摄食关系密切,黄鳝摄食佳则水花生呈现嫩绿色且生长茂盛。应注意黄鳝养殖过程中的营养负荷过重问题,及时调节水体 DO 含量、pH 值并采取水体改良措施。

关键词:绿色温室;网箱养殖;黄鳝;水质;水色;水花生

中图分类号:S964.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)11-0248-04

黄鳝营养、药用和研究价值都很高,在日本、韩国一直有“药鳝、寿鳝、鳅参”的说法。近年我国内地黄鳝出口量稳定增长,近 20 万 t/年,主要出口我国港澳地区和日本、韩国,而国内市场年需求量达 300 万 t。上海铜川水产市场的高峰期日销售量达 10 万 kg,销售额超 500 万元。当前农田与沟渠农药化肥不断积累,沟渠河湖水污染加剧与硬化日趋严重,以及渔猎者对野生鳝苗的滥采滥捕,引起黄鳝野生资源急剧减少。我国黄鳝野生资源已从 20 世纪 60 年代的 290 kg/hm² 降到目前不到 1.5 kg/hm²,不少地区濒临绝迹,开展黄鳝人工养殖具有广阔的市场和利润空间。市场上的黄鳝 90% 以上来自野生资源,黄鳝人工养殖产量不到 30 万 t,占市场份额过低;养殖区域集中于湖北、湖南、安徽、江西等地,长三角地区市场需求量巨大但养殖面积过小,上海市的黄鳝养殖为空白,可见在上海地区发展温室大棚网箱养殖,生产特色、优质、高附加值、高科技含量的水产品,对于优化农业产业结构、加速水产业发展、缓解人口矛盾及增加农民收入都有重要意义。

目前,黄鳝网箱养殖主要为露天形式,受天气变化的制约,黄鳝生长期短,生产季节集中于 6 月底至 10 月初,并且越冬成活率较低,采用温室大棚养鳝可很好地解决上述问题,拓展设施养鳝新理念,温室名、特、优水产品养殖已成为生态高效农业发展的新趋势^[1]。崇明岛是我国第三大岛屿,生态环境优良,拥有 17.28 万 t 的水产养殖产量和 57.11 亿元渔业产值。在崇明岛开展黄鳝养殖具有优良的水土条件和饵料生

物资源,而且上海市民具有黄鳝的消费习惯,具有良好的销售市场。开展黄鳝周年化温室网箱养殖并通过水质自净技术调控水质,提出设施黄鳝周年化养殖产业发展模式与技术体系,形成有特色的崇明养殖发展生态农业产业,将在崇明现代生态农业产业发展中具有举足轻重的地位。

黄鳝皮肤裸露,自然状态下是在泥土和洞穴中存活,网箱养殖采用水花生替代泥土,因而对水温具有较高的要求^[2],感冒病、肠炎病是引发黄鳝养殖高死亡率的主要诱因。适宜水温和物理化学环境是决定黄鳝养殖成败的关键^[3]。本研究中温室大棚内采用塑料薄膜无土养殖池开展黄鳝网箱养殖,塑料薄膜可很好地提高室内的温湿度条件,有利于水草生长进而调节水质与溶氧,促进黄鳝生长。人工管控措施,日常的开关侧门、通风、投饵,以及外界天气条件等也对网箱水质条件产生直接影响。因此,本研究探讨了温室大棚在各个时间、空间位置和网箱内外的水质、水草变化规律,并调查了空气的温湿度,与室外的菜田养鳝模式进行比较,旨在为温室大棚的日常管理、黄鳝的精准养殖提供科学依据。

1 材料与方法

2015 年 5—10 月,在崇明县三星镇蓝汇生态农业科技有限公司示范基地对黄鳝生态养殖项目实施过程进行了系统监测研究。示范基地于 2014 年 5 月至 2015 年 5 月先后建立了无土养殖池 11 个,并在上部架设温室大棚,安装网箱,网箱内投放水花生,开展黄鳝养殖试验。池塘长 33 m,宽 6 m,深 1 m,每个池塘拥有两排 18 个网箱,网箱为敞口,规格 2 m × 3 m × 1 m,以约 8 目的聚乙烯网布缝制而成,在水中以双排并列,网箱间距 0.5~1.0 m,网箱距池底 30~50 cm,水上部分 50 cm,水下部分 50 cm,水深 80 cm。养殖过程中采用黄鳝静水无土养殖方法^[4],利用水草净化水质和削减营养负荷,每月换水 1/3,因而水体条件与环境质量的维护就成为黄鳝健康生长、摄食与繁殖的关键。于 6—7 月份每个网箱投放 7 kg 鳝苗,投喂由蚯蚓浆、鱼浆和配合饲料调配而成的黄鳝饲料。

收稿日期:2016-03-01

基金项目:国家星火计划(编号:2015GA680005);上海市农业科学院科技兴农项目(编号:TC04);上海市国际合作项目(编号:14390711800);上海市自然科学基金面上项目(编号:13ZR1427300)。

作者简介:王金庆(1980—),男,山东潍坊人,博士,副研究员,主要从事高效生态种养农业研究。E-mail:jinqiang@163.com。

通信作者:吕卫光,博士,研究员,主要从事植物营养与施肥、环境监测与评价、种养结合模式等方面的研究与开发工作。E-mail:lvweiguang@saas.sh.cn。

晴天时每天早上 09:00 打开棚门,卷起卷帘,下午 17:00 关闭棚门,放下卷帘。

采用多参数水质分析仪监测水质条件 DO 含量和 pH 值,用塞氏盘测定透明度,并记录水色,鉴定与统计水面藻类、水浮莲、水绵与青苔数量,记录网箱内水花生的生长情况并调查其病虫害发生动态。浮游生物网捞取定量浮游动物、水生昆虫和小鱼虾,显微镜下观察与计数。昆虫扫网在网箱上方扫取昆虫 1 min,调查昆虫的种类、密度组成。所有测量重复测定 4 次并取其平均值。

2 结果与分析

2.1 水质与水花生生长势规律分析

1~6 号温室为 2015 年 5 月建造和注水,开展黄鳝养殖时间短,具有相对优良的水质条件;而 7~8 号温室为 2014 年 5 月建造,黄鳝养殖已持续 1 年,水体情况较差,水体裸甲藻

数量出现不同程度的增加;9~11 号棚为 2015 年 5 月建造,但池中央建造的过道尤其减少了池塘持水量,因而水体缓冲能力变差导致水质恶化。由表 1 可知,2015 年 8 月 12 日对 11 个养殖大棚的水花生生长、水质情况开展的综合监测;此时黄鳝投喂已近 2 个月,各大棚的水质条件差异进一步增大。

透明度为 1、2 号棚最高(80 cm),7、8 号最低(30 cm),平均为 53 cm,整体呈现从北向南逐步降低的趋势。随着投饵数量和黄鳝排泄物的增加,水体有规律地经历数个典型时期,首先绿色薄膜覆盖,青苔增多,由嫩绿色转为黑色;进而浮萍大量生长,之后浮萍衰老死亡并分解,水质恶化后变为老绿水和铁锈水,红色裸甲藻占据优势。水面覆盖淡绿色薄膜,是水体清瘦的表现。水体颜色由优变差的动态过程为淡绿色→嫩绿色→深绿色→褐绿色→黄褐色→红褐色。实施过程中大面积采用水浮莲来吸附水体过多的氮、磷,其须状根系表面积大、根系长且吸收力强,是水体氮、磷削减的有利工具生物。

表 1 温室大棚水质情况与水花生生长势调查(8 月 12 日)

编号	透明度 (cm)	水色	水花生生长势	高度 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)
1	75	清瘦淡绿色、薄膜多	长势好,敌害多,叶片蚕食严重	35±1.2	1.8±0.5	0.9±0.2
2	85	淡绿色	较好,开花多	37±2.3	2.0±0.3	1.0±0.4
3	55	褐绿色,水质瘦,覆盖青苔	差,红褐色	30±3.5	1.1±0.7	0.7±0.1
4	50	水质瘦	水花生细长,叶片小,长势差,尖叶杂草多	28±1.5	1.0±0.3	0.8±0.2
5	65	淡绿色	生长差,夹杂尖叶杂草	25±2.4	1.4±0.5	0.8±0.1
6	70	黄褐色,水面覆盖青苔、气泡膜	长势一般,暗绿色	25±1.6	1.5±0.6	0.9±0.3
7	35	黄暗褐色	长势一般	35±1.9	1.4±0.8	0.8±0.5
8	28	红褐色,裸红甲藻数量多,生长浮萍	长势好,夹杂铜钱草、尖叶草	40±2.8	1.9±0.5	0.9±0.1
9	50	淡绿色,青苔少,有少量浮萍	长势好,叶片大,嫩绿色	52±3.1	1.7±0.3	0.8±0.4
10	35	清瘦、青绿色,浮萍数量很多	水花生长势好,嫩绿色	41±1.4	1.8±0.4	0.9±0.5
11	36	深绿色,青苔数量高,漂浮污物多	水花生长势良好。狐尾藻多,铜钱草、尖叶杂草 50%~60%	36±3.4	1.2±0.6	0.7±0.2

水花生平均高度为 35 cm,叶长 1.53 cm,宽度 0.84 cm。长势好的大棚内(如 8、9、10 号棚)水花生植株呈现嫩绿色,叶片大,缺口和虫眼少,水面薄膜少。9 号棚株高最大,为 52 cm,水花生生长势好会呈现为嫩绿色、叶片大,其次暗绿色。3、5 号棚长势最差,植株呈现为红褐色,茎秆细瘦,叶片遭受细菌和害虫的侵食严重,典型的如白背飞虱、蚜虫等。4、5、8、11 号黄鳝摄食量大,大棚网箱内水花生中夹杂杂草数量比较高,有尖叶草、狐尾藻、铜钱草,对水花生的养殖生态产生影响尚须进一步分析。

表 2 温室大棚的空气和水体性质的昼变化(6—7 月)

时间	气温(℃)	湿度(%)	水温(℃)	DO 含量(mg/L)	pH 值
08:00	41.3±1.5	78±3.6	26.9±0.5	3.6±0.7	7.15±0.03
10:00	38.3±2.2	62±4.1	27.8±0.7	1.3±0.5	7.12±0.01
12:00	35.4±3.1	51±2.8	28.0±0.6	2.3±0.4	7.11±0.01
14:00	33.6±1.4	47±4.3	28.4±0.3	4.1±0.3	7.09±0.02
16:00	30.2±1.8	49±3.7	28.2±0.9	2.6±0.3	7.11±0.01

由表 3 可知,在下午 15:00 的温室内环境观测,阵雨和小雨前夕天气闷热,棚内温度、湿度发生明显升高,温度达到 35℃以上,湿度达到 70%以上;晴天空气湿度仅为 39%。天气变化对大棚内水温特征具有较小影响,且表现为阴天和阵雨前夕水温略高,晴天时居中,大雨时水温偏低。水体 DO 随天气变化很明显,晴天水体 DO 含量最高,为 4.28 mg/L,阵雨

2.2 水体性质的变化规律

本养殖模式中温室大棚早上 08:00 开门通风以调整棚内过高的温、湿度,排出 CO₂ 并更新空气补充氧气,由表 2 可见,崇明岛日出时刻偏早,加之经过 1 夜的保温,大棚升温迅速,08:00 气温最高且湿度最大,之后缓慢降低;但湿度变化的趋势是上午先降低,下午逐步上升。水温变化为下午 14:00 达到最高值;上午耗氧低,DO 含量高;而到下午藻类光合作用增强,DO 于下午 14:00 达到最高值。早上 08:00 的水体 pH 值最高,下午分解作用增强,pH 值明显降低。

前后水体 DO 含量最低,仅为 1.27 mg/L。

对上午 10:00 实测数据进行比较,发现 8 月份气温达到最高值 38.2℃,水温达到 29.3℃,之后逐步降低;本监测结果表明湿度于 11 月份最大,可到 65%以上。水体 DO 含量于 6 月份最高,为 4.28 mg/L,随着养殖期延长与残饵不断积累,水体 DO 含量逐渐降低,11 月份降至 0.47 mg/L。pH 值同样

表 3 温室大棚的空气和水体性质随天气的变化(6—7 月份)

天气	气温(℃)	湿度(%)	水温(℃)	DO 含量(mg/L)	气压(hPa)
晴天	32.6±2.3	39±3.1	26.9±1.3	4.28±0.56	1 013±2.1
阴天	35.4±1.4	47±1.7	27.8±1.1	2.33±1.44	1 009±5.6
阵雨	41.3±2.5	76±2.1	27.8±1.8	1.27±1.13	1 007±3.2
小雨	25.1±3.4	78±2.6	26.3±2.1	1.36±1.09	1 006±4.4
大雨	29.7±4.6	60±1.8	24.1±0.6	2.82±1.42	1 008±3.7

于 6 月份最高,随着月份推后也逐渐降低至 7 以下(表 4)。

黄鳝选择水质较好的区域掘洞,由于黄鳝的栖息扰动与消耗,鳝洞内水体 DO 含量、pH 值和透明度降低。温室大棚增温效果明显,水温高于茼蒿田环沟 2~3℃。温室内 DO 含量均低于室外菜田沟、水泥沟 4.41~9.48 mg/L,6 月 10 日茼蒿田环沟 DO 含量最高,7 月 10 日玉米田环沟 DO 含量最高,达到 17.38 mg/L。玉米田、玉米穗等有机质进入水中,促进藻类的光合作用,提高了藻类泌氧能力。温室内水体 pH 值也低于室外环沟水体,温室大棚的水温高于茼蒿田环沟,由于

茼蒿田空气流通性高,但低于玉米田和稻田环沟,夏季郁闭的群落温度高。6 月大棚水体透明度高于环沟 27 cm,7 月稻田环沟水体透明度比温室大棚高 15 cm,玉米田最低。8 月份温室大棚水体透明度略高于菜田环沟 5 cm。由于土工膜覆盖底部的作用,初期大棚水体透明度高于茼蒿田和玉米田环沟,但随着投喂量的增加 7 月份透明度低于稻鳝养殖区。稻鳝区水质条件最好得益于 80cm 的环沟宽度和深度,DO 含量、pH 值远高于大棚水体。玉米田、玉米穗花粉有机颗粒多引起碱性偏高及 DO 含量高但低透明度(表 5)。

表 4 温室大棚空气和水体性质的月份变化(10:00)

月份	气温(℃)	湿度(%)	水温(℃)	DO 含量(mg/L)	pH 值
6 月	32.6±1.5	39±2.3	26.9±1.2	4.28±1.04	7.20±0.31
7 月	34.4±2.4	55±4.2	27.2±1.5	2.41±1.53	7.12±0.42
8 月	38.2±1.8	41±3.7	29.3±0.9	1.32±2.31	6.95±0.15
9 月	33.9±2.9	46±5.6	26.5±1.3	0.97±1.27	7.05±0.08
10 月	30.5±1.7	53±2.1	23.6±1.5	0.68±1.68	7.01±0.22
11 月	27.4±3.1	65±4.8	19.9±1.6	0.47±1.05	6.89±0.41

表 5 温室大棚与养殖环沟水质状况的比较

日期	水体类型	DO 含量(mg/L)	pH 值	水温(℃)	透明度(cm)
06-10	温室大棚	1.36±1.21	7.20±0.31	26.3±1.2	68±6
	茼蒿田环沟	5.78±0.87	7.85±0.13	23.0±0.8	41±3
	鳝洞内	4.14±0.98	8.05±0.42	22.6±0.7	37±5
	鳝洞外	4.53±1.41	8.35±0.21	22.8±0.3	36±1
07-10	温室大棚	2.82±1.34	7.12±0.11	24.1±0.1	55±7
	水泥排水沟	7.12±1.03	7.58±0.13	22.6±1.2	40±5
	玉米田环沟	17.38±2.41	8.82±0.09	27.2±1.5	37±2
	稻鳝区环沟	9.98±2.76	8.26±0.13	27.0±1.4	70±4
08-10	温室大棚	0.94±1.86	6.92±0.21	29.3±1.8	40±5
	茼蒿田环沟	10.42±2.31	8.26±0.26	27.3±1.5	35±6

温室大棚的水温受到风向、天气、时刻的影响,东西两侧温度变化趋势不是一成不变的,一般因三星镇东风、东南风偏多并达到 80% 以上,将大量的有机碎屑吹到西侧,造成东侧的水温与 DO 含量较高,而西侧在下午温度升高与光照增强时丰富的藻类光合作用增强,出现大量气泡并增加 DO 含量。从东向西来看,东侧 DO 含量较高且水温也较高。东、西两侧 pH 值高,中间网箱最低,营养负荷较重,中部网箱饵料粪便积累较多,水质较差,pH 值较低。网箱内外相比,箱内水温略高于箱外;箱内 DO 含量远低于箱内,箱内 pH 值低于箱外。箱内黄鳝摄食呼吸都消耗氧气,提高水温,增加营养负荷。南侧与北侧相比,南侧具有较高的 DO 含量、pH 值、水温值(图 1)。这主要是由于南侧日照充足,水草生长迅速,藻类光合作用强。

3 讨论与展望

3.1 水色与水草的变化

水色是池塘养殖过程中水质条件的直接判断特征^[5],弄清

池塘水色变化与水质的对应关系可以预警并提早采取管理措施应对养殖病害问题^[6]。水色是快速判断水质好坏的有效途径,水体颜色的由好变差的动态过程为淡绿色→嫩绿色→深绿色→褐绿色→黄褐色→红褐色,透明度也逐渐降低。水体残饵剩余过多,引起藻类的爆发性生长,尤其是水绵(颤藻类)大量累积形成青苔;随后伴随着青苔死亡腐败发黑,浮萍快速生长,再次腐败;最终形成铁锈水,裸红甲藻爆发。实践发现,这一过程很难逆转,通过投放水体改良剂可以缓和与改善水质,很难从根本上抑制裸红甲藻的繁殖再生,只有前期加大管理力度,引入水浮莲削减剩余的氮磷营养,避免铁锈水的形成。

水花生的生长情况与黄鳝生长密切相关,黄鳝摄食良好,排泄物将促进水花生对养分的吸收。水花生生长越好,表明黄鳝摄食良好,水体适合黄鳝养殖。水花生的长势可以作为黄鳝摄食的重要参照。黄鳝活跃的摄食排泄粪便,提供水花生生长的有效养分,黄鳝在网箱内的活动也促进水花生的快速生长;因此,水花生呈现出嫩绿色,叶片大、植株粗壮的群落,则说明黄鳝摄食良好,一般也很少出现死鳝;相反,水花生

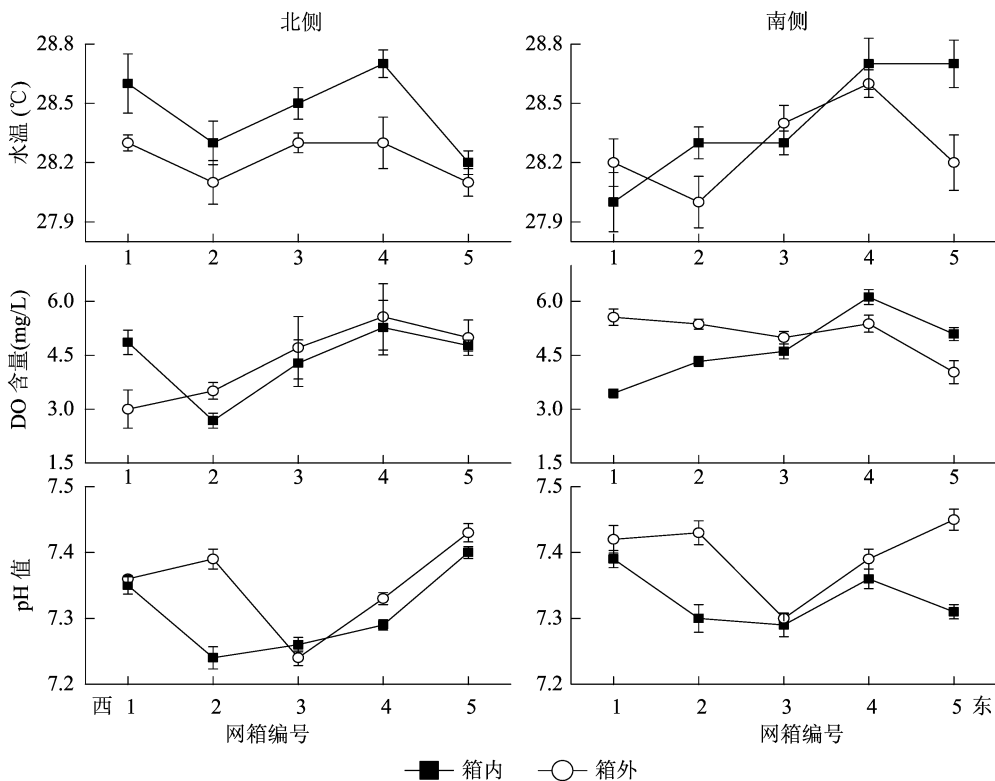


图1 温室大棚黄鳝养殖网箱内外的水温、DO、pH值的空间变化规律 (7月2日15:00)

呈现红褐色,植株细瘦,叶片红褐色,则说明黄鳝摄食不佳,极易发生死亡。此外,水花生生长过程中混入的杂草,叶片上的虫害,对其生长产生不良影响,应及时进行清除和杀灭。

3.2 大棚与网箱在保持温湿度方面的作用

温室大棚日光能利用率高、保温好^[7],已普遍用于蔬菜、花卉栽培和畜禽养殖领域并获得显著经济效益^[8]。黄鳝是适宜25~32℃水温的喜热动物^[9],因温室可提供冬季黄鳝最佳的温、湿度条件,本研究中养殖池土工膜铺底与塑料薄膜盖顶,综合提升土壤保温性能和日光能获取效率,保障鳝鱼越冬过程,且黄鳝浅水习性适宜于本技术的0.5 m水深养殖池体环境。王树林探索了塑料大棚反季节养殖黄鳝技术,但室内采用水泥池,本技术采用无土养殖池,运用生态工程技术、遵循生物多样性和共生互利原理,将仿生水草群落替代泥土,提高了养殖体系的缓冲水平^[10]。突出从种群以上层次调控养殖系统,利用生态防治技术开展黄鳝病虫害综合防治,具有显著优势。本研究系统调查了南北向11个温室大棚网箱内的水草长势、水体透明度、水色的变化规律、变化趋势。东西侧、南北侧由于日照和风向的差异化影响,展现出不同的DO含量、pH值、水温规律性差异。大棚温湿度调节措施主要是根据天气情况调节两侧卷帘高度以及开关棚门。

黄鳝皮肤裸露,无土养殖条件下用水花生作为黄鳝的栖息环境,无泥土包围鳝体,去除土腥味同时提高了黄鳝的捕捞效率,但黄鳝对水温影响更为敏感。尤其是在网箱高密度养殖条件下,温差导致的感冒病发生率高,并可能引起黄鳝不同程度的死亡。且在网箱内死亡的黄鳝容易沉底,难以及时清除,易引发其他黄鳝停止摄食,败坏水质和交叉感染,导致后续管理难度和工作量加大,因此必须根据天气情况合理确定棚门的开关和卷帘的收放时间,对温室内气温和水温条件进

行严格控制。

塑料薄膜对天气变化具有重要的缓冲作用,调查表明天气变化对温室的气温和湿度影响大,而对水温影响小,晴天水体的DO含量高,阵雨和阴天时DO含量偏低而水温高。经过1夜的积累,早晨大棚内具有相对较高的空气温湿度,应注意开棚透气;上午因黄鳝未开始摄食,水质条件良好,下午14:00达到最高水温,因而是最佳的黄鳝投喂时间。本研究表明,温室大棚的水温条件明显高于室外种养结合区,在秋冬季节更为明显,这说明温室大棚是实现黄鳝周年化连续养殖生产的有利保障条件。遵循温室大棚的温湿度保持规律,分别确定晴天、阴天、雨天以及夏季、秋季和冬季的卷帘收放时间与棚门开关时间,可以对温室大棚水体有效保温,进而可对水温进行有效的调节,本研究表明温室内比室外水温高出2~4℃,能有效地提高黄鳝的摄食率并延长生长期。温室大棚无土池隔绝了底泥,水体透明度高于室外环沟,但随着养殖期的延长,大棚无土池内的透明度逐渐降低。室外水体流通性强,养殖密度低、耗氧量低,而温室内则相反,黄鳝数量高,呼吸强度大,因而水体DO含量低于室外环沟。因而关注温室水体条件,应及时通风保温、增氧和水质调节以避免水体缺氧和发生不良事故。

网箱模式最早见于19世纪末柬埔寨等东南亚国家,江浙、湖北等地最先探索新型养殖方式,20世纪90年代网箱养鳝模式开始出现。徐在宽等研究黄鳝人工温控技术,罗法刚等从黄鳝养殖水体类型、苗种筛选、放苗时间、日常精细管理措施、病虫害防治方面对标准化网箱养殖开展了试验研究^[11]。网箱养殖对池塘水资源利用率高、占地面积、空间少,具有投资少、见效快、养殖周期短等特点^[12];养殖密度高,黄鳝活动量小,饲料转化率高;隔断外界病菌及有害物质的传播

方彰胜,刘邦辉,王广军,等. 3 种不同养殖模式对精养水体尼罗罗非鱼生长性能及养殖水质的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(11):252-255.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.11.075

3 种不同养殖模式对精养水体尼罗罗非鱼生长性能及养殖水质的影响

方彰胜¹, 刘邦辉¹, 王广军², 廖国礼², 郭松¹

(1. 广东省海洋工程职业技术学校, 广东广州 510320;

2. 中国水产科学研究院珠江水产研究所农业部热带亚热带水产资源利用与养殖重点实验室, 广东广州 510320)

摘要:以尼罗罗非鱼为研究对象,采用投放光合细菌、安装生物浮床单养和罗非鱼、鲫鱼、鳊鱼混养等 3 种不同模式对尼罗罗非鱼精准养殖水体水质和生长等方面进行研究。结果显示,在 70 d 养殖周期内,除混养组合和对照组间的平均增质量率无显著差异($P>0.05$)外,光合细菌和生物浮床使罗非鱼的生长和成活率有显著提高($P<0.05$);3 种养殖模式对试验周期内罗非鱼精养水体中磷酸盐和中亚硝酸盐浓度均具有不同程度降低作用,光合细菌组的作用尤其显著($P<0.05$),其后依次是生物浮床组、混养组 and 对照组;3 种养殖模式对硝酸盐浓度无显著影响($P>0.05$),3 种养殖模式氨氮含量在养殖周期内均呈现先升高后降低的规律,整个养殖周期内,光合细菌组水体中氨氮含量均显著低于其他组($P<0.05$),对照组水体中氨氮含量始终高于其他组($P<0.05$)。结果表明,3 种不同养殖模式在改善罗非鱼养殖水质的前提下,对罗非鱼的生长和成活率有显著提高($P<0.05$)作用。同时,此几种模式可为推动我国罗非鱼发展模式由资源高耗费型向环境友好型转变提供新的途径和思路,不失为罗非鱼生态健康高效的养殖模式。

关键词:尼罗罗非鱼;养殖模式;生长性能;水质

中图分类号:S965.125 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)11-0252-04

罗非鱼(*Oreochromis*)是原产于热带亚热带暖水性鱼类,有尼罗、莫桑比克、奥利亚等 10 多个品种,因其具有繁殖力

收稿日期:2015-06-29

基金项目:广东省海洋渔业科技推广专项(编号:A201301B12、A201101G02);“十二五”农村领域国家科技计划课题(编号:2012BAD25B01)。

作者简介:方彰胜(1971—),男,广东广州人,讲师,从事水产动物健康养殖研究。E-mail:liubanghui1983@163.com。

通信作者:王广军,副研究员,从事水产动物健康养殖。E-mail:wgj5810@163.com。

途径,减少黄鳝疾病的发生;养殖污水经植物生态修复技术处理,水资源重复利用,同时达到环保要求。本研究发现,网箱内水温高,pH 值低,DO 含量较低,种植水花生和养殖黄鳝提高了水温,网箱对水草和黄鳝的聚拢作用展现了良好的保温性能,但养殖过程中应调节投饵强度,避免水质变差和 DO 含量缺乏的问题。

参考文献:

- [1]孙庆田,张贵杰,陈秋江. 温室大棚高产高效养鱼技术[J]. 河北渔业,2013(3):32-33.
- [2]尹绍武,周工健,刘筠. 黄鳝的繁殖生态学研究[J]. 生态学报,2005,25(3):435-439.
- [3]尹绍武. 若干因子对黄鳝繁殖的影响[J]. 河北渔业,2004(3):7-8,20.
- [4]周文宗. 黄鳝静水无土养殖的关键技术[J]. 北京水产,2003(4):13-14.

强、生长速度快、耐粗食、抗病力强等优点,是我国特别是华南地区重要的淡水养殖和出口创汇品种^[1]。其中,养殖模式的发展和完善对我国罗非鱼养殖发展起着积极的促进作用。目前,罗非鱼的养殖模式主要有池塘混养、网箱养殖、高密度集约化池塘养殖等模式^[2-4]。随着养殖产量、经济效益逐渐提高,出现无整体规划,养殖品种结构单一,水源交叉感染,水质恶化、密度较高致过度使用鱼药等问题,使罗非鱼养殖水质、环境、鱼病以及品质等方面陷入瓶颈^[5]。王武等研究表明水体水质单因子变化对养殖动物有显著影响^[6-7],李如忠等研究表明水质参数变化较大,且对养殖动物影响较大的主要是

- [5]毕永红,胡征宇. 水色及其与藻类的关系[J]. 生态科学,2005,24(1):66-68.
- [6]何志强,何雪红,高福荣. 不同水质的水色变化及调控技术[J]. 畜牧与饲料科学,2010,31(1):51,116.
- [7]李荣花,杨海峰,徐兴权. 一种日光温室生态循环种养新模式[J]. 蔬菜,2012(11):21-22.
- [8]罗建国,向进社,周文. 种养设施:塑料温室[J]. 湖南农机,2003(2):10-11.
- [9]周文宗,李洪涛,张璐,等. 体重和温度对黄鳝最大摄食率的影响[J]. 水生生物学报,2008,32(6):889-893.
- [10]王树林. 反季节塑料大棚养殖黄鳝技术[J]. 河北渔业,2001(6):14,19.
- [11]徐在宽,潘建林,费志良,等. 黄鳝的人工温控养殖的初步研究[J]. 中国水产,2001(8):48-49.
- [12]范富昌,傅惠平,陈丽,等. 黄鳝网箱生态健康养殖技术试验[J]. 江西水产科技,2013(2):26-28.