

不同浓度小球藻与养殖模式对橄榄蛭蚌生长的影响

赵秀侠^{1,2}, 闻海波³, 丁图强⁴, 杨坤^{1,2}, 方婷^{1,2}, 高娜^{1,2}, 卢文轩^{1,2,*}

(1. 安徽省农业科学院水产研究所, 安徽合肥 230031; 2. 水产增养殖安徽省重点实验室, 安徽合肥 230031; 3. 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 江苏无锡 214081; 4. 阜阳市水产管理局, 安徽阜阳 236000)

摘要 在水温为 31.3~33.0 °C 的室内条件下, 对体质量 2.22~4.09 g 的橄榄蛭蚌 (*Solenia oleivora*) 投喂小球藻 (*Chlorella* spp.), 浓度设置为 1.0×10^6 、 1.0×10^5 、 0.5×10^5 、 1.0×10^4 和 1.0×10^3 cells/L, 研究不同浓度小球藻对橄榄蛭蚌生长的影响; 另设置无土、浅土池塘 (5 cm 厚) 散养与网箱吊养模式, 投喂小球藻密度为 1.0×10^4 cells/L, 研究不同培育模式对橄榄蛭蚌生长的影响。30 d 后测定不同浓度小球藻与不同养殖条件对橄榄蛭蚌生长率的影响。结果表明, 在不同小球藻浓度间, 橄榄蛭蚌含水量有一定差异; 在小球藻浓度为 1.0×10^4 cells/L 时橄榄蛭蚌体长与体质量增长率最高, 在小球藻浓度为 1.0×10^3 cells/L 时橄榄蛭蚌体长与体质量增长率最低。方差分析结果表明, 不同小球藻浓度间橄榄蛭蚌肥满度无显著影响 ($F=0.817, P=0.543, P>0.05$), 含水量差异显著 ($F=6.627, P=0.009, P<0.05$); 3 种养殖模式中, 浅土模式更有利于橄榄蛭蚌生长, 在该模式下与在自然环境中橄榄蛭蚌的栖息生境、摄食习性相似, 能充分利用养殖水体底层的营养物质。

关键词 橄榄蛭蚌; 小球藻; 养殖模式

中图分类号 S917.4 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)18-0082-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.18.020



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Influence of Different *Chlorella* spp. Concentrations and Culture Patterns on Growth of *Solenia oleivora*ZHAO Xiu-xia^{1,2}, WEN Hai-bo³, DING Tu-qiang⁴ et al (1. Fisheries Research Institute, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230031; 2. Key Laboratory of Freshwater Aquaculture and Fishery Enhancement of Anhui Province, Hefei, Anhui 230031; 3. Freshwater Fisheries Research Center, CAFS, Wuxi, Jiangsu 214081; 4. Fuyang Municipal Fisheries Administration, Fuyang, Anhui 236000)

Abstract *Solenia oleivora* with body weight of 2.22~4.09 g were raised in a 100 L round plastic bucket containing 40 L tap water at a density of 8~10 individuals per bucket and fed *Chlorella* spp. at various concentrations of 1.0×10^6 , 1.0×10^5 , 0.5×10^5 , 1.0×10^4 and 1.0×10^3 cells/L at water temperature of 31.3~33.0 °C to investigate the effect of green algae concentration on growth of *S. oleivora*. In addition, *S. oleivora* with the same size were reared in a soil-free pond, approximately 5 cm thick soil shallow pond and net cages for 30 days to evaluate the effects of culture patterns on the growth of *S. oleivora*. The results showed that there was significant difference in moisture content in *S. oleivora* among algae concentration groups. The maximal specific growth rate in body length and weight gain rate were observed in *S. oleivora* at concentration of 1.0×10^4 cells/L and the minimal specific growth rate in body length and weight gain rate were found in *S. oleivora* at concentration of 1.0×10^3 cells/L. Variance correlation analysis (ANOVA) revealed that there was significant difference among five algae in water content ($F=6.627, P=0.009, P<0.05$), but not for fatness ($F=0.817, P=0.543, P>0.05$). Among three culture patterns we concluded that shallow soil pattern was involved in the similarity of habitat settings and feeding habits to make full use of relevant nutrients at bottom layers of culture patterns, shallow soil pattern was more favorable for the growth of *S. oleivora*.

Key words *Solenia oleivora*; *Chlorella* spp.; Aquaculture patterns

橄榄蛭蚌 (*Solenia oleivora*) 隶属于软体动物门 (Mollusca) 瓣鳃纲 (Lamellibranchia) 蚌目 (Unionoida) 蚌科 (Unionidae), 为我国特有淡水蚌种, 主要栖息于河口、湖泊及河湖交汇处等具硬质泥底且有一定水流的水体。目前主要分布于浙江、河南、河北及安徽淮河阜南段, 湖北天门河竟陵段及江西鄱阳湖部分水域亦有零星分布^[1]。橄榄蛭蚌为滤食性生物, 主要滤食水体中藻类、细菌和有机碎屑等, 在天然水体净化和物质能量循环系统中具有重要的生态功能和地位。

近年来, 多种自然因素与人为不合理活动干扰等因素, 加之水资源紧缺, 水体污染加剧了水体生态系统的脆弱性, 自然状态下水体的浮游动物 (枝角类、桡足类) 和浮游植物 (蓝藻、绿藻、硅藻) 优势种发生了改变, 影响自然水体的水质, 使蚌类饵料资源发生变化; 另一方面, 橄榄蛭蚌食用价值

和经济价值较高, 大量捕捞破坏了其种质资源和栖息地环境; 由于橄榄蛭蚌寿命较长, 性成熟较晚, 种质资源一旦遭到破坏很难恢复, 影响蚌类种群繁衍和种质资源多样性。因此, 如何科学地保护橄榄蛭蚌物种资源, 维护生态平衡, 更有效地利用其资源势在必行。

安徽省内淡水蚌类资源较为丰富, 且不同地区种类分布存在差异^[2]。目前研究主要集中于橄榄蛭蚌线粒体的分子鉴定与系统分析^[3]; 淮河橄榄蛭蚌繁殖类型与性腺发育特征^[4]; 橄榄蛭蚌数量性状间的相关性以及影响肉质主要性状的相关关系^[5]; 橄榄蛭蚌血细胞的形态特征和吞噬作用^[6]; 橄榄蛭蚌肥满度的周年变化规律并揭示其繁殖特性^[7]; 橄榄蛭蚌营养成分与生理特性的影响因素等^[8-10]; 危延庭等^[11]研究了增养殖技术, 橄榄蛭蚌池塘驯养成活率为 86%, 达到池塘驯养的标准。目前, 橄榄蛭蚌研究主要集中在生化特性、生物学、人工养殖技术、遗传特性等方面, 但关于池塘养殖的饵料生物、底质类型对橄榄蛭蚌生长变化的影响研究较少; 加之橄榄蛭蚌营养价值较高, 人为的大量捕捞导致橄榄蛭蚌土著群体数量下降, 生境破坏、不合理的渔业活动与保护措施薄弱等因素, 蚌类资源处于濒危状态。因

基金项目 国家特色淡水鱼产业技术体系 (CARS-46); 安徽省重点研究与开发计划项目 (201904106020053); 安徽省农业科学院科技创新团队 (2021YL055)。**作者简介** 赵秀侠 (1981—), 女, 安徽亳州人, 助理研究员, 博士, 从事渔业水环境保护研究。* 通信作者, 研究员, 硕士, 从事鱼类生态学。**收稿日期** 2022-01-23

此,迫切需要开展橄榄蛭蚌人工养殖技术研究。

笔者以小球藻作为饵料生物,探讨不同浓度小球藻对橄榄蛭蚌生长状况的影响,研究不同养殖模式下橄榄蛭蚌的生长情况,旨在为橄榄蛭蚌人工养殖饵料供给、养殖与收获等提供科学依据。

1 材料与与方法

1.1 试验材料 试验用橄榄蛭蚌,为安徽省阜南县京淮特种水产有限公司养殖种类。外壳完整无损伤、规格基本一致,体质量为 2.22~4.09 g,体长为 3.96~5.06 cm。暂养于 100 cm×80 cm 水泥池中,保持水体溶解氧不低于 5.5 mg/L,暂养 3 d,排出消化道中食物后,用吸水纸吸干体表水分后,用于试验。

试验用小球藻藻液 (*Chlorella*. spp) 初始浓度为 2.09×10^8 cells/L,购于安徽万世生物制药有限公司。

1.2 试验方法 试验在 100 L 圆形塑料桶内进行,桶内加入 50 L 自来水(均为活性炭过滤除氯的自来水),每组 30~35 只;每隔 48 h 用筛绢过滤换水一次,重新加入小球藻;用血球计数器计数饵料密度,根据计数结果添加饵料小球藻。

1.2.1 不同浓度小球藻对橄榄蛭蚌生长的影响。参考橄榄蛭蚌栖息的自然水体中浮游植物细胞丰度背景值(约 10^4 cells/L),设置小球藻浓度为 1.0×10^6 、 1.0×10^5 、 0.5×10^5 、 1.0×10^4 、 1.0×10^3 cells/L 5 个梯度,每组设置 3 个平行。

1.2.2 不同培育模式对橄榄蛭蚌生长的影响。试验培育模式采用无土模式、浅土模式(桶底铺细碎石子,垫 5 cm 左右

疏松、柔软的砂质土)、网箱吊养(80 cm×80 cm×13 cm 网箱,底层垫砂质土,约 3 cm 厚,用纱网覆盖防止逃逸)3 种方式,加入 50 L 自来水,小球藻投喂浓度为 1.0×10^4 cells/L,每种模式设置 3 个平行。

试验周期为 30 d,试验结束时,测定橄榄蛭蚌体长、称量体质量;解剖软组织,将软组织、壳在 65 °C 烘干 48 h 后,称其质量,测定肥满度。肥满度=软组织干重/壳干重×100%;采用 105 °C 烘干失水法测定水分,含水量=(软体部湿重-软体部干重)/软体部湿重×100%。

1.3 数据分析 通过 Excel 2010 软件对试验数据进行统计和分析,使用 SPSS 22.0 软件进行 one-way ANOVA 分析。

2 结果与分析

2.1 不同饵料密度对橄榄蛭蚌生长的影响 不同浓度小球藻对橄榄蛭蚌体长、体质量增长率的影响见表 1 与图 1。当小球藻浓度为 0.5×10^5 与 1.0×10^4 cells/L 时,橄榄蛭蚌体长、体质量增长率较高,在 0.5×10^5 cells/L 小球藻浓度时,橄榄蛭蚌的体长增长率最高,为 3.56%;在 1.0×10^4 cells/L 小球藻浓度时,橄榄蛭蚌的体质量增长率最高,为 3.20%。方差分析结果表明,小球藻浓度组间橄榄蛭蚌体长增长率($F=4.386$, $P=0.026$)与体质量增长率($F=3.466$, $P=0.047$)均有显著差异。综合分析, 1.0×10^4 cells/L 小球藻浓度为橄榄蛭蚌生长的适宜浓度,过高或过低浓度的小球藻浓度均不利于橄榄蛭蚌的生长。

表 1 橄榄蛭蚌生物学数据

Table 1 Biology data of *Solenia oleivora*

浓度 Concentration cells/L	初始参数 Initial parameters		试验结束 End of test					
	体长 Shell length cm	体质量 Body quality g	体长 Shell length cm	体质量 Body quality g	体长增长率 Shell length growth rate//%	体质量增长率 Body quality growth rate//%	肥满度 Plumpness %	含水量 Water content %
1.0×10^6	4.50~5.06	2.74~3.51	4.52~5.09	2.81~3.64	0.40	2.01	22.26	43.16
1.0×10^5	4.72~5.01	2.74~3.28	4.75~5.07	2.76~3.37	1.20	1.04	21.22	44.10
0.5×10^5	4.23~5.05	2.30~3.82	4.27~5.23	2.38~3.94	3.56	3.14	21.35	23.03
1.0×10^4	3.96~4.31	2.22~4.09	4.21~4.46	2.30~4.20	3.48	3.20	19.82	14.99
1.0×10^3	3.75~4.53	2.58~3.14	3.77~4.70	2.60~3.17	2.70	0.92	25.67	26.22

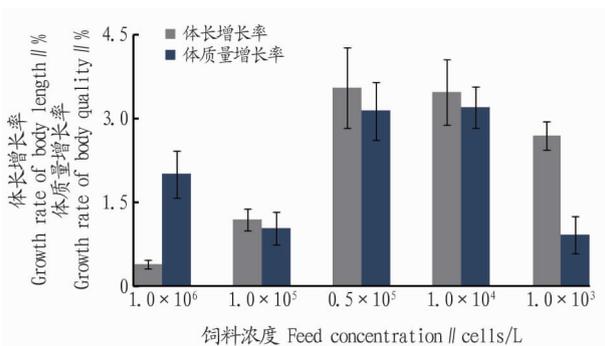


图 1 不同浓度小球藻对橄榄蛭蚌生长的影响

Fig. 1 Influence of different concentrations of *Chlorella* on growth of *Solenia oleivora*

肥满度又称丰满系数,常被用来表示生物的生长状况和群落饵料情况。不同小球藻浓度对橄榄蛭蚌肥满度与含水量的影响见图 2。由图 2 可知,不同小球藻浓度组间橄榄蛭蚌肥满度的差异较小。随着小球藻浓度降低,橄榄蛭蚌肥满

度略有下降,但不存在显著差异;含水量随小球藻浓度降低有下降趋势,不同小球藻浓度组间存在显著差异。在 1.0×10^3 cells/L 浓度组时,橄榄蛭蚌肥满度达到最大,为 25.67%;在 1.0×10^5 cells/L 浓度组时,含水量最高为 44.10%。方差分析结果表明,小球藻不同浓度组对橄榄蛭蚌肥满度无显著影响($F=0.817$, $P=0.543$, $P>0.05$),对橄榄蛭蚌含水量影响显著($F=6.627$, $P=0.009$, $P<0.05$);Pearson 相关性分析表明,肥满度与含水量之间无显著相关($P>0.05$)。

2.2 不同培养方式对橄榄蛭蚌生长的影响 由图 3 可知,在无土、浅土(约为 5 cm 厚)、网箱 3 种养殖方式中,以浅土培养橄榄蛭蚌生长最为适宜,体长、体质量增长率均最大,分别为 0.64%、0.73%;其次为网箱吊养方式;无土养殖模式下,橄榄蛭蚌生长情况较差。肥满度指标分析显示,在浅土培育模式下,橄榄蛭蚌肥满度最高,达 22.97%,其次为网箱模式,无土模式肥满度最低;含水量指标显示,无土培育模式下,橄榄蛭蚌含水量最高,为 35.18%,其次为浅土培育模式,网箱模式

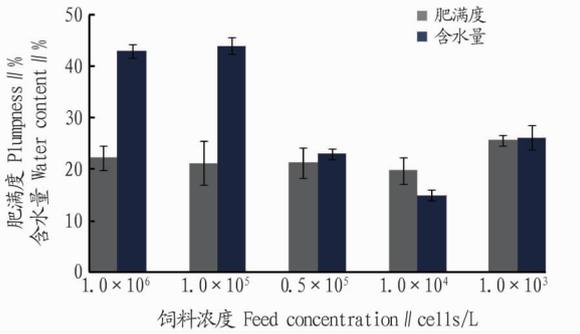


图2 不同浓度小球藻对橄榄蛭蚌肥满度与含水量的影响

Fig.2 Influence of different concentrations of *Chlorella* on plumpness and moisture of *S.oleivora*

下的含水量最低。综合分析,人工养殖条件下的3种培养模式中,浅土培养更适宜橄榄蛭蚌生长,其原因可能是浅土模式与橄榄蛭蚌野外栖息环境相似。

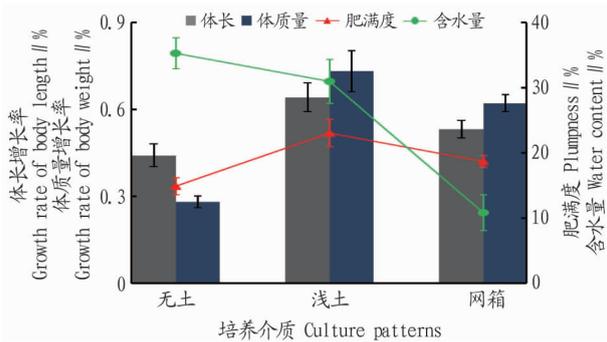


图3 不同培养介质对橄榄蛭蚌生长的影响

Fig.3 Influence of different culture patterns on growth of *S.oleivora*

3 结论与讨论

影响贝类大规模培养的限制因素很多,如饵料、溶氧、pH、盐度、温度等,其中饵料是最重要的限制因素。饵料藻类影响贝类营养生长、生理繁殖,饵料浓度对双壳贝类摄食生理的影响一直是研究热点。在适宜的饵料浓度范围内,滤食性贝类的摄食率和清滤率随浓度的增加而增加,超过一定的饵料浓度,随浓度的增加其摄食率稍微降低^[12]。在橄榄蛭蚌人工繁育技术研究中,探索适宜橄榄蛭蚌生长最大化的饵料微藻,是急待解决的问题之一。因此,从饵料藻类的营养价值、摄食、消化、藻类的生化组成等综合分析藻类对双壳贝类幼体生长的影响,探讨双壳贝类营养需求已成为贝类饵料生物学研究的主要内容之一。研究表明等鞭金藻饵料密度为 $2.5 \times 10^4 \sim 10.0 \times 10^4$ cell/mL 与扁藻饵料密度为 $0.5 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^4$ cell/mL 为贝类幼虫生长与变态发育最适宜的藻类密度^[13];黄海立等^[14]提出天然藻类饵料杂色鲍幼体与稚贝的生长率和成活率优于人工分离饵料的混合藻;王金秋等^[15]研究发现,同一种饵料的不同密度对萼花臂尾轮虫种群增长有积极的影响,如蛋白核小球藻浓度 45×10^6 cell/mL 为最适的饵料密度,藻类种类和密度对贝类幼虫生长有较大的影响。因此,饵料藻类的种类和密度对贝类幼虫的生长有较大影响。而小球藻具有营养全面、摄食方便、容易消化等

优点外,对水质也有改良作用,通过光合作用,吸收贝类排放的 CO_2 和氮、磷元素,产生 O_2 与净化水质的作用^[16-17]。因此,小球藻投喂贝类研究其饵料效果具有重要的现实意义。该研究表明,在小球藻浓度为 0.5×10^5 与 1.0×10^4 cells/L 时,其饵料效果较好,体长增长率与体质量增长率均较高,此浓度可以有效发挥小球藻的饵料价值,过高或过低饵料密度均不利于贝类的生长,低密度导致贝类摄食不足,缺乏足够的营养,影响贝类的生长繁殖;高密度的饵料可能会影响稚贝的摄食器官导致摄食能力下降,其次高密度藻细胞的代谢产物对稚贝的生长发育产生影响^[18]。

贝类肥满度、含水量的研究,有助于揭示生理生化的变化规律,与物质的储存与消耗过程有密切关系;其次,肥满度是确定双壳贝类的采捕时间、估计出肉率、观测营养状况和判断繁殖期的一项重要指标^[19]。研究发现厚壳贻贝肥满度与其生长环境及饵料的丰欠有关,贝壳软体部的含水量与水温及繁殖周期等密切相关^[20];相同发育时期的厚壳贻贝肥满度与含水量组间差异不显著^[21];如泥蚶肥满度和含水量的周年变化差异显著,且肥满度与含水量呈显著的负相关^[22-23];中国紫蛤肥满度的周年变化趋势除自身因素外,主要影响因素为水温与饵料条件^[24]。由此可见,不同种类双壳类软体动物的肥满度变化规律有所差异,与性腺发育周期相关,其次与水温、栖息环境、饵料条件等相关^[25];如栉孔扇贝的肥满度还与同化量显著相关^[26],橄榄蛭蚌的肥满度与含水量呈负相关关系^[24]。该研究中,橄榄蛭蚌肥满度与最适饵料条件关系也与上述观点一致;3种不同培养方式中,浅土培养的肥满度最高,与橄榄蛭蚌肥满度与栖息环境有关的观点一致。

研究表明,影响双壳贝类摄食、生长的因素较多。滤食性贝类摄食与水体理化环境、饵料粒径大小和运动能力、投喂频率以及对不同微藻摄食消化的选择性等密切相关^[27-30],深入了解不同微藻饵料对双壳贝类生长的影响,需要更大范围内进行微藻饵料筛选,进行更多影响因素的分析,目前关于双壳贝类对饵料藻类吸收特性方面的研究较少,需要进一步设计试验进行验证。

参考文献

- [1] 夏前征,韩学忠,祝玮,等.橄榄蛭蚌繁殖生物学的初步研究[J].江西水产科技,2014(2):17-19.
- [2] 湛孝东,王少圣,黄月娥,等.安徽省淡水蚌类初步调查[J].吉首大学学报(自然科学版),2018,39(1):65-67.
- [3] CHEN P Y, LI D N, CHEN X X, et al. Molecular identification and phylogenetic analysis of the mitogenome of *Solenia oleivora* MG[J]. Mitochondrial DNA part B, 2020, 5(3): 2796-2798.
- [4] 闻海波,孙光兴,丁图强,等.淮河橄榄蛭蚌繁殖类型与性腺发育观察[J].中国水产科学,2020,27(10):1156-1166.
- [5] 张根芳,张文府,方爱萍,等.橄榄蛭蚌贻贝群体数量性状的通径分析[J].水产科学,2020,39(2):271-276.
- [6] 李乾坤,桂桂蓉,魏开建,等.橄榄蛭蚌血细胞形态及吞噬能力的初步研究[J].水生态学杂志,2012,33(3):116-121.
- [7] 杨小林,李昊成,宋浪.橄榄蛭蚌性腺发育与生长[J].水产科学,2011,30(9):580-582.
- [8] 许巧倩,刘俊,贺利容.橄榄蛭蚌含肉率及肌肉营养成分分析[J].淡水渔业,2003,33(4):28-29.

案系统培养,冰灯玉露组培苗移栽到 20~28℃ 温室环境下时,选择在光照强度为 2 500 lx 时,能够在短期内恢复其自然

生长莲座状的特性,叶片肥厚圆钝,窗体透亮。



注: A~E 分别为 4 000、3 000、2 500、2 000、1 500 lx 光照条件下组培苗生长情况

Note: A~E are the growth of tissue culture seedlings under 4 000, 3 000, 2 500, 2 000, 1 500 lx light, respectively

图 4 不同光照强度对炼苗的影响

Fig.4 Effects of different light intensity on seedling refining

参考文献

- [1] 周陆平,孔雪迪,陈建中,等.多肉植物科科玉露组培快繁技术研究[J].湖州师范学院学报,2021,43(2):39-42.
- [2] 严小峰,刘艳军,黄俊轩,等.冰灯玉露松散型胚性愈伤组织的诱导方法[J].天津农业科学,2017,23(7):21-24,36.
- [3] 陈娟,刘琪,张定珍,等.玉露的组培快繁与变异研究[J].园艺与种苗,2019,39(11):18-21.
- [4] 段鹏慧,焦茹,马娟.姬玉露组织培养体系的建立[J].山西农业科学,2019,47(1):12-15,81.
- [5] 邢海,闻秀娟,杨萌,等.瓦苇属蓝镜玉露的离体培养与快速繁殖[J].安徽农业科学,2018,46(31):42-44.
- [6] 张海龙,刘艳军,黄俊轩,等.影响冰灯玉露组培苗形态建成因子的研究[J].天津农业科学,2017,23(7):17-20.
- [7] 曾卫静,王健,单义翔.玉露组培增殖培养基配方研究[J].热带林业,2018,46(4):4-7.
- [8] 杨玉珍,胡如善,申光豫,等.河南石斛的组织培养与快速繁殖技术研究[J].江苏农业科学,2011,39(4):40-42.
- [9] 杨玉珍,雷呈,胡如善,等.文心兰的组织培养和快速繁殖技术[J].江苏农业科学,2003,31(6):77-79.
- [10] 张波,荣立苹.珍稀多肉植物霓虹灯玉露组培技术[J].江苏农业科学,2018,46(24):71-72.
- [11] 杨玉珍,孙天洲,孙廷,等.大花蕙兰组织培养和快速繁殖技术研究[J].北京林业大学学报,2002,24(2):88-90.
- [12] 秦李缘,任改婷,张黎.宫灯玉露愈伤组织诱导及快速繁殖技术探析[J].分子植物育种,2018,16(4):1257-1263.
- [13] 张年国,潘桂平,周文玉.池塘养殖条件下当年口虾蛄生长特性的研究[J].中国农学通报,2020,36(32):147-152.
- [14] 毛江静,童巧琼,曹潇,等.厚壳贻贝人工促熟与自然成熟亲贝的肥满度与营养成分比较[J].生物学杂志,2017,34(5):53-56.
- [15] 程亮,徐善良,刘飞,等.厚壳贻贝性腺不同发育时期肥满度与生化成分分析[J].海洋学研究,2013,31(4):68-73.
- [16] 张永普,应雪萍,贾守菊,等.橄榄蚶含水量、肥满度和生化成分的周年变化[J].温州大学学报(自然科学版),2008,29(6):26-31.
- [17] 张永普,应雪萍,贾守菊.泥蚶肥满度、含水量和生化成分的周年变化[J].河南科学,2004,22(1):57-59.
- [18] 陈利雄,吴进锋,陈素文,等.中国紫蛤的栖息环境及肥满度研究[J].南方水产,2010,6(6):60-64.
- [19] 孙虎山,王宜艳.芝罘湾长竹蛏肥满度的研究[J].海洋湖沼通报,1995(3):63-68.
- [20] 张涛,杨红生,王萍,等.烟台四十里湾养殖海区影响栉孔扇贝肥满度和生长因素的研究[J].海洋水产研究,2001,22(1):25-31.
- [21] 何苗,周凯,么宗利,等.饵料浓度、温度对缢蛏能量代谢的影响[J].海洋学报,2017,39(8):129-135.
- [22] 彭剑,张奥,李由明,等.影响贝类摄食的主要因素分析[J].南方农业,2017,11(24):77-78.
- [23] 杨创业,杜晓东,王庆恒,等.双壳贝类营养需求及人工饵料的研究进展[J].动物营养学报,2016,28(11):3422-3428.
- [24] 王庆志,张明,滕炜鸣,等.不同饵料对魁蚶稚贝生长和存活的影响[J].应用生态学报,2014,25(8):2405-2410.
- [25] 许巧倩,刘俊,黄华伟.温度对橄榄蛭蚌耗氧率和排氨率的影响[J].湛江海洋大学学报,2005,25(1):51-55.
- [26] 许巧倩,刘俊,冯抗抗.温度对橄榄蛭蚌滤水率的影响[J].中国水产科学,2005,12(2):207-210.
- [27] 危延庭,张楚河,何兵波.橄榄蛭蚌增殖技术研究初报[J].科学养鱼,2003(12):23.
- [28] 董波,薛钦昭,李军.滤食性贝类摄食生理的研究进展[J].海洋科学,2000,24(7):31-34.
- [29] 王扬才,叶显峰.饵料藻类对贝类育苗的影响[J].齐鲁渔业,2003,20(11):6-8,12.
- [30] 黄海立,杜晓东,周银环.2种底栖硅藻饲养杂色鲍幼体和稚贝的饵料效果[J].南方水产科学,2011,7(1):32-38.
- [31] 王金秋,李德尚,曹吉祥.5种淡水浮游藻对萼花臂尾轮虫饵料效果的比较研究:藻的最适投喂密度及轮虫相应的种群增长[J].海洋与湖沼,1998,29(1):15-21.
- [32] 邱楚雯,王韩信.饵料藻类的研究进展[J].水产科技情报,2018,45(3):127-132.
- [33] HAILAT I A, PARRISH C C, HELLEUR R J. Sterol composition of blue mussels fed algae and effluent diets from finfish culture[J]. Journal of shellfish research, 2016, 35(2):429-434.
- [34] 刘其根,张明星,陈丽平,等.藻种、贝类密度和大小对背角无齿蚌和河蚬摄食率的影响[J].上海海洋大学学报,2020,29(3):331-338.

(上接第 84 页)