

不同潮位、密度及季节对皱肋文蛤中间培育效果的影响

刘志刚¹, 刘建勇¹, 刘付少梅²

(1. 广东海洋大学 水产学院, 广东 湛江 524025; 2. 广东高校热带海产无脊椎动物养殖工程研究中心, 广东 湛江 524025)

摘要: 于2010年8月至2011年5月期间, 在湛江港北月村滩涂的自然生态条件下, 研究了不同潮位、不同密度及不同季节对皱肋文蛤(*Meretrix lyrata*)种苗中培效果的影响。结果表明: (1)北月村滩涂中潮区(养殖区)底质的主要成分是砂砾(粒径 0.200 mm 以上), 占 64.7%~87.5%; 其次是细沙(0.200~0.050 mm), 占 11.0%~32.2%; 粉沙(0.050 mm 以下)仅占 1.5%~7.9%。总体呈现由高潮位向低潮位砂砾含量逐渐减少, 细沙含量逐渐增加的趋势。该底质适合皱肋文蛤的生长与存活。(2)不同潮位对种苗的生长及存活均具有显著的影响($P<0.05$), 潮位越低, 生长速度越快; 中潮中区及下区的存活率高于中潮上区, 皱肋文蛤适宜在中潮中区及下区的潮位进行中培。(3)中培密度对种苗生长速度和存活率存在显著的影响($P<0.05$), 密度越低, 生长速度越快, 存活率越高; 中培初始密度以 7 000~12 000 粒/m²为宜。(4)皱肋文蛤种苗生长速度与季节密切相关, 在水温较高的夏秋季(31.3~24.5℃)生长较快, 在水温较低(15.1~18.1℃)的冬季生长停滞, 在水温回升的春季(22.5~26.8℃), 生长速度回升。在秋冬春三个季节, 种苗壳长、壳高及体质量的生长曲线呈“S”型。(5)不同投苗季节, 贝苗的存活率存在显著性差异; 在夏、秋、冬三季, 总体呈现由高温季节向低温季节递减的趋势。但在夏末和秋初, 其水温没有较大变化的情况, 其贝苗存活率差异不明显。在实际生产中, 最佳的投苗季节是水温较高的夏季和秋季。研究结果对新兴的皱肋文蛤养殖产业具有重要的指导意义。

关键词: 皱肋文蛤(*Meretrix lyrata*); 潮位; 密度; 季节; 生长; 中间培育

中图分类号: S968.31 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2011)10-0034-08

皱肋文蛤(*Meretrix lyrata*)是我国南方海域新兴的滩涂贝类养殖品种, 又名越南文蛤、琴文蛤, 隶属帘蛤目(Veneroida), 帘蛤科(Veneridae), 帘蛤属(*Meretrix*), 是一种埋栖型的双壳经济贝类, 主要分布在越南和菲律宾一带。因其适应性强、养殖周期短、产量高、肉质鲜美, 90年代末被引进我国南方养殖, 现已成为我国南方海域具有规模化养殖潜力和市场前景的一个养殖新品种^[1]。对该贝进行人工育苗、规模化养殖与推广日益为水产工作者所关注。近两年, 广东海洋大学与湛江银浪海洋生物技术有限公司合作攻克了该品种规模化人工育苗技术难关, 已实现了规模化种苗生产及供应, 结束了长期依赖进口越南天然种苗开展养殖的历史。尽管育苗技术已攻克, 但滩涂中培及养成技术研究尚未见报道, 养殖户仅凭经验进行养殖, 难以达到高产稳产。

目前, 国内外学者研究了皱肋文蛤的苗种繁育、不同海水温度和盐度对皱肋文蛤幼贝存活与生长的影响^[1]; 研究了该品种对微量金属元素的生物富集和净化作用^[2], 评估了该品种的营养成分; 调查了越

南区域存在该品种海域的环境因子、养殖生物学及群体动态^[3]分布模式^[4-6], 但尚未见有中培及养成技术研究的报道。本研究在湛江港北月村潮间带滩涂的自然生态条件下, 于2010年8月至2011年5月期间, 研究了不同潮位、不同密度、不同季节对皱肋文蛤种苗中培效果的影响, 以期能为皱肋文蛤种苗中培提供技术支撑, 为在高温多雨的南方海域的滩涂养殖推广提供参考。

1 材料和方法

1.1 材料

皱肋文蛤苗种来自湛江银浪海洋生物技术有限公司草潭种苗场。

收稿日期: 2011-07-11; 修回日期: 2011-08-12

基金项目: 广东省海洋渔业科技推广专项(A200899E04, A200908E05); 广东高校热带海产无脊椎动物养殖工程研究中心科研项目(GCZX-A0909)

作者简介: 刘志刚(1963-), 男, 教授, 从事贝类遗传育种及养殖技术研究, E-mail: liuzg@gdou.edu.cn

1.2 方法

1.2.1 底质分析及温盐测量

以距离高潮区高潮高线 135 m 的中潮区上区 1 号站点作为起始点采集第一个样本, 然后向低潮区方向每隔 50 米采集一个样本, 共采集了 8 个样本。将采回的每个底质用 4 个不同孔径(即 0.050、0.200、0.317 和 0.847 mm)的筛网带水分筛成 5 种大小不同的规格, 其中 0.050 mm 以下的属粉沙级, 0.050~0.200 mm 的属细沙级, 0.200 mm 以上的属砂砾级^[7]。分筛后将 0.050 mm 以下的粉沙静止 24 h 后去掉上清液, 然后将所有的底质用烘箱烘干, 恒重后称量各种不同规格的底质的质量, 记录数据, 计算其占各自样本的比例。温度测量采用经校准水银温度计, 在涨平潮时乘船测量养殖区水温; 在中午退干潮后潮水上涨前测量中潮区上、中、下区滩温, 测量深度为

滩面向下 2 cm, 每区取 3 个点, 最后求 3 个区平均值。盐度测量采用目测盐度计。

1.2.2 不同潮位中培效果比较

不同潮位中培效果实验方案见表 1 和表 2。各实验组采用 40 目网布设置围网, 防止稚贝逃逸及底栖敌害进入, 网布 30 cm 埋入地下, 50 cm 高出地面。围网顶部盖透光率 90% 遮光网, 用于防止大型敌害从顶部进入及退潮时防晒, 投苗前清除场地内杂物及敌害, 并于第 2 天退潮后用 100×10^{-6} 有效氯消毒, 隔天投苗。当贝苗长至壳长 1.0~1.5 cm 左右时, 去除遮光网及围网, 同时按密度 $600 \text{ 粒}/\text{m}^2$ 原地分疏直至中培结束, 以促进生长。分疏前一天对场地进行清理、规划和消毒处理。实验观察指标包括鲜质量、壳长和壳高、月增长(mm/m)及存活率。表 1 实验于 2011 年 5 月 17 日结束, 表 2 实验于 2011 年 5 月 6 日结束。

表 1 不同潮位对皱肋文蛤同批种苗生长和存活影响的实验方案

Tab. 1 Experimental project of effect of different tide levels on the growth and survival of the same batch of wrinkled clam juveniles

潮位	距离高潮高线 (m)	中培面积 (m^2)	初始投苗密度 (粒/ m^2)	平行组设置 (组)
中潮上区	185	10	10000	3
中潮中区 I	285	10	10000	3
中潮中区 II	385	10	10000	3
中潮下区	485	10	10000	3

表 2 不同潮位对皱肋文蛤两批种苗生长和存活影响的实验方案

Tab. 2 Experimental project of effect of different tide levels on the growth and survival of two batches of wrinkled clam juveniles

种苗批次	投苗时间	距离高潮高线 (m)	中培面积 (m^2)	初始投苗密度 (粒/ m^2)	平行组设置 (组)
1	2010.9.8	185	10	10000	3
2	2010.11.7	285	10	10000	3

注: 第一批种苗规格为壳长 $1.69 \text{ mm} \pm 0.12 \text{ mm}$, 壳高 $1.53 \text{ mm} \pm 0.11 \text{ mm}$, 体质量 1.25 mg ;

第二批种苗规格为壳长 $1.2 \text{ mm} \pm 0.13 \text{ mm}$, 壳高 $1.5 \text{ mm} \pm 0.11 \text{ mm}$, 体质量 1.24 mg

1.2.3 不同投苗密度中培效果比较

在中潮上区, 离高潮高线 225 m 处进行不同投苗密度中培效果试验。各实验组采用 10 m^2 面积, 3 个平行组。投苗密度设置 4 个梯度, 从高到低依次为 2.20×10^4 、 1.70×10^4 、 1.20×10^4 、 0.70×10^4 粒/ m^2 。各组设置、处理及观察指标同 1.2.2。实验开始稚贝规格为壳长 $1.69 \text{ mm} \pm 0.12 \text{ mm}$, 壳高 $1.53 \text{ mm} \pm 0.11 \text{ mm}$, 体质量 $1.24 \text{ mg} \pm 0.09 \text{ mg}$ 。实验于 2010 年 9 月 8 日开始, 2011 年 5 月 17 日结束。

1.2.4 种苗在不同季节的生长速度

实验期间观察种苗在不同季节的生长速度, 以考察中培最佳时机。种苗的投放时间为 2010 年 8 月 9 日, 地点在离潮区高潮高线 440 m 的中潮下区。种苗实验规模为 10 m^2 面积, 设 3 个平行组, 投苗密度为 1.00×10^4 粒/ m^2 。各组设置、处理及观察指标同 1.2.2。实验于 2011 年 5 月 6 日结束。

1.2.5 不同投苗季节对种苗存活率的影响

在夏、秋、冬三季投苗, 观察种苗成活率差异。

种苗的投放地点在离潮区高潮高线 440 m 的中潮下区。种苗实验规模为 10 m² 面积, 设 3 个平行组, 投苗密度为 1.00×10⁴ 粒/m²。各组设置、处理及观察指标同 1.2.2。实验于 2011 年 5 月 6 日结束。

1.2.6 生长及存活指标测定

每月采集种苗样本一次, 每次每个实验组各随机抽取 30 个个体, 清洗干净后对其壳长、壳高、体质量进行测量。所有实验结束时捞起各实验组所有贝苗, 一次性统计存活数及存活率。实验 1.2.4 存活率统计分阶段进行, 采用生物框抽样统计办法。

1.2.7 数据统计处理

按如下公式分别计算平均鲜质量、平均壳长和平均壳高月增长及存活率: 平均鲜质量月增长 $R_W(\text{mg}/\text{m})=(W_1-W_0)/(t_1-t_0)$; 平均壳长月增长 $R_L(\text{mm}/\text{m})=(L_1-L_0)/(t_1-t_0)$; 平均壳高月增长 $R_H(\text{mm}/\text{m})=(H_1-H_0)/(t_1-t_0)$; 中培期存活率=实验结束总存活数/实验开始总投苗数×100%。壳长、壳高测量采用游标卡尺, 鲜

质量测量时用滤纸吸干壳表水分, 用 KINLEE EPS06 电子天平(精确度 0.01 g)称重。

实验数据采用平均值(M)±标准差(SD)表示, SPSS(13.0)分析软件对数据进行单因素方差分析(ANOVA), 采用 Duncan 法进行多重比较来检验处理间的差异显著性($P<0.05$); 用 Excel(2003)作图。

2 结果

2.1 滩涂底质及温盐度调查结果

2.1.1 皱肋文蛤养殖滩涂底质分析结果

从表 3 可以看出, 不同潮位底质的颗粒组成主要成分为砂砾(粒径 0.2 mm 以上), 占 64.7%~87.5%, 其中粒径 0.847 mm 以上的颗粒占 6.3%~20.0%; 其次是细沙(0.200~0.050 mm), 占 11.0%~32.2%; 粉沙(0.05 mm 以下)仅占 1.5%~7.9%。总体呈现由高潮位向低潮位砂砾含量逐渐减少, 细沙及粉砂含量逐渐增加的趋势。

表 3 不同潮位底质的颗粒组成

Tab. 3 Sand sizes of different sediments at different tide levels

序号	潮位	距离高潮区高潮线(m)	砂砾含量(%)				细沙含量(%)	粉砂含量(%)
			粒径 0.847mm 以上	粒径 0.847~0.317mm	粒径 0.317~0.200mm	合计	粒径 0.200~0.050 mm	粒径 0.050mm 以下
1	中潮区上区 I	135	13.4	45.7	28.4	87.5	11	1.5
2	中潮区上区 II	185	11.8	32.5	38.2	82.5	15.7	1.8
3	中潮区中区 I	235	20	33.8	28.4	82.2	15.9	1.9
4	中潮区中区 II	285	6.3	19.2	39.2	64.7	32.2	3.1
5	中潮区中区 III	335	10.1	20.2	42.3	72.6	25.1	2.3
6	中潮区下区 I	385	9.9	17.7	48.2	75.8	21.2	3
7	中潮区下区 II	435	9.5	13.2	48	70.7	22.6	6.7
8	中潮区下区 III	485	15.5	20	43.4	78.9	13.2	7.9

2.1.2 养殖区温盐度调查结果

从表 4 可以看出海区的水温随着季节的变化有较大的波动, 夏秋水温较高(24.5~31.3℃), 冬季水温较低

(15.1~18.1℃), 春季水温回升(22.5~26.8℃); 而滩温随着季节的变化波动更大, 8 月份可达 41.5℃, 1 月份低至 13.8℃。在调查的季节, 盐度的波动并不是很大。

表 4 养殖区温盐随季节变化情况

Tab. 4 Water temperatures and salinities in different seasons

时间(年-月-日)	平均滩温(°C)	水温(°C)	盐度
2010-08-09	41.5±0.62	31.3	28.4
2010-09-08	37.9±0.45	30.6	29.6
2010-10-08	34.5±0.32	28.4	30.2
2010-11-07	28.9±0.29	24.5	30.5
2010-12-07	19.7±0.42	18.1	30.7
2011-01-06	13.8±0.40	15.1	31
2011-02-05	16.6±0.31	17.8	30.2
2011-03-07	25.1±0.36	22.5	30.1
2011-04-06	29.4±0.46	24.3	29.9
2011-05-06	35.2±0.52	26.8	27.5

2.2 不同潮位中培效果比较

2.2.1 同一批种苗不同潮位生长及存活比较

从表 5 可以看出, 皱肋文蛤种苗的生长速度与所栖息的潮区密切相关, 潮位高低对其生长具有显著的影响($P < 0.05$), 潮位越低, 生长速度越快。存活率方面也有类似的趋势, 但中潮下区却比不上中潮

中区 II 存活率高。

2.2.2 不同时期的两批种苗在不同潮位的生长比较

从图 1 和图 2 可以看出, 第二批苗虽然放苗比第一批苗晚, 而且是在水温较低的季节, 但实验结束时贝苗的生长却超过了第一批苗, 这说明文蛤生长速度与所栖息的潮位有密切的关系, 低潮位的文蛤生长速度要比高潮位的快得多。

表 5 不同潮位对同一批皱肋文蛤苗的生长和存活的影响

Tab. 5 Effects of different tide levels on growth and survival of the same batches of wrinkled clam juveniles

潮位	离高潮高线(m)	壳长(cm)	壳高(cm)	体质量(g)	存活率(%)
中潮上区	185	1.84 ^d ±0.09	1.44 ^d ±0.08	1.40 ^d ±0.13	25.3 ^c ±1.6
中潮中区 I	285	2.11 ^c ±0.11	1.68 ^c ±0.09	2.27 ^c ±0.14	39.1 ^b ±1.3
中潮中区 II	385	2.46 ^b ±0.13	1.99 ^b ±0.11	3.93 ^b ±0.25	48.8 ^a ±1.4
中潮下区	485	2.67 ^a ±0.12	2.16 ^a ±0.10	5.09 ^a ±0.31	41.4 ^b ±1.1

注: 实验开始稚贝规格为壳长 1.72 mm±0.15 mm, 壳高 1.51 mm±0.13 mm, 体质量 1.25 mg±0.12 mg。实验于 2010 年 8 月 9 日开始, 2011 年 5 月 17 日结束。同一列中具不同字母标记的值表示差异性显著($P < 0.05$), 下同

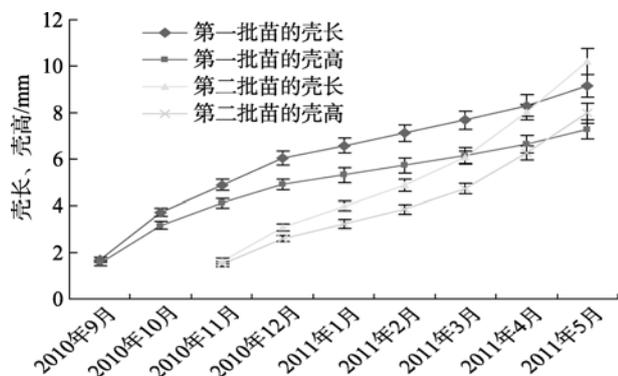


图 1 不同时期的两批皱肋文蛤种苗在不同潮位的生长曲线

Fig. 1 Growth curve of two batches of wrinkled clam juveniles in different tide levels

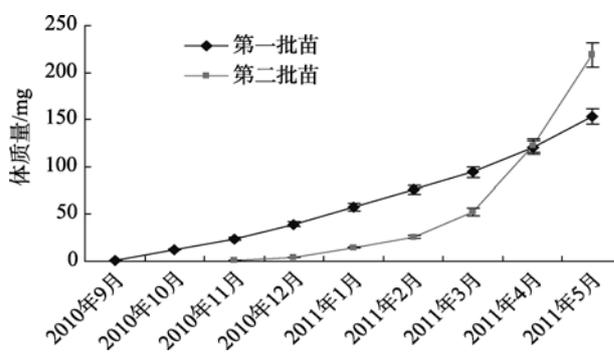


图 2 不同时期的两批皱肋文蛤种苗在不同潮位的体重生长曲线

Fig. 2 Weight growth curve of two batches of wrinkled clam juveniles in different tide levels

2.3 不同投苗密度养殖效果对比

从表 6 可以看出,中培密度对种苗生长速度和存活率具有显著性影响($P<0.05$),密度越低,生长速度越快,存活率越高;密度为 1.2×10^4 粒/ m^2 和

1.7×10^4 粒/ m^2 的 2 个组,其存活率的差异不显著,但贝苗的生长却有显著的差异($P<0.05$),前者的生长速度大于后者;密度为 0.70×10^4 粒/ m^2 的实验组具有最高的存活率和生长速度。

表 6 不同投苗密度对皱肋文蛤稚贝生长和存活的影响

Tab. 6 Effects of different culture densities on the growth and survival of wrinkled clam juveniles

初始密度 ($\times 10^4$ 粒/ m^2)	结束密度 ($\times 10^4$ 粒/ m^2)	壳长 (mm)	壳高 (mm)	体质量 (mg)	存活率 (%)
2.2	$1.05^a \pm 0.063$	$7.9^d \pm 0.13$	$6.3^d \pm 0.09$	$92.3^d \pm 4.2$	$47.7^c \pm 2.9$
1.7	$0.93^b \pm 0.042$	$8.7^c \pm 0.16$	$6.9^c \pm 0.13$	$125.5^c \pm 5.4$	$54.7^b \pm 2.5$
1.2	$0.65^c \pm 0.038$	$10.0^b \pm 0.18$	$7.9^b \pm 0.26$	$188.7^b \pm 8.9$	$54.2^b \pm 3.2$
0.7	$0.44^c \pm 0.024$	$11.2^a \pm 0.18$	$8.8^a \pm 0.21$	$273.2^a \pm 14.8$	$62.9^a \pm 3.4$

2.4 不同季节贝苗的生长情况

2.4.1 贝苗在秋冬春三个季节的生长情况

从图 3 和图 4 可以看出不同季节与皱肋文蛤种苗生长速度密切相关,在水温较高的夏秋季($24.5\sim 31.3^\circ C$)生长较快,在水温较低($15.1\sim 18.1^\circ C$)的冬季生长停滞,在水温回升的春季($22.5\sim 26.8^\circ C$),生

长速度回升。在秋冬春三个季节,种苗壳长、壳高及体质量的生长曲线均呈“S”型。

2.4.2 贝苗在不同季节的月增长

从表 7 可以看出,在不同季节,皱肋文蛤种苗的月增长与月份密切相关,在水温较高的 8 月份月增长最大,随着时间的推移,温度逐渐下降,种苗的月增长也相应递减,在冬季的 1~2 月份降至最低。然后,随着春季的到来,水温逐渐回升,种苗月增长也随着增加。

2.5 不同投苗季节对种苗存活率的影响

从表 8 可以看出,不同投苗季节,贝苗的存活率存在显著性差异,总体呈现由高温季节向低温季节递减的趋势。但在夏末和秋初,其水温没有较大变化的情况,其贝苗存活率差异不明显。

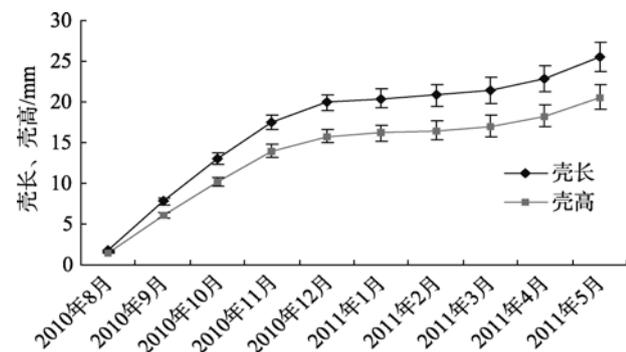


图 3 皱肋文蛤苗随季节变化的生长曲线

Fig. 3 The growth curve of wrinkled clam juveniles in different seasons

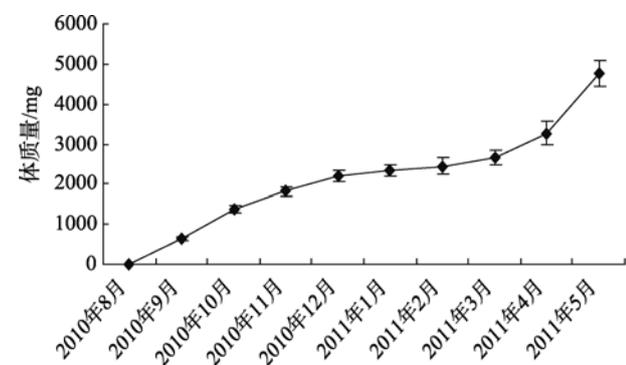


图 4 皱肋文蛤苗随季节变化的体质量生长曲线

Fig. 4 The weight growth curve of wrinkled clam in different season

3 讨论

3.1 皱肋文蛤苗种对底质及滩温的适应性

北月村的滩涂底质的颗粒组成主要成分为砂砾(粒径 0.2 mm 以上),占 64.7%~87.5%,其中粒径 0.847 mm 以上的颗粒占 6.3%~20.0%;其次是细沙(0.200~0.050 mm),占 11.0%~32.2%;粉沙(0.05 mm 以下)仅占 1.5%~7.9%。实验证明,在该海区滩涂进行皱肋文蛤的中培取得较好的效果,生长速度快,存活率高,说明该海区底质适合皱肋文蛤生长。该滩涂的滩温在实验期间的波动范围在(13.8 ± 0.40)~(41.5 ± 0.62) $^\circ C$ 之间,在此范围内,该贝种苗均可生长;此外,尽管中潮上区高温端最高可达 $43.1^\circ C$,且大潮期露空时间达 4~5 h,但对中培期间的种苗并没有产生明显的影响,因为高温期间并没有发现中潮上区

的种苗出现异常的死亡,可见该贝种苗可耐受短时间的高温侵害。课题组的另一项研究表明,皱肋文蛤稚贝在水温 34℃时具有最快的生长速度。这些证据

体现了该品种作为热带来源所具有的耐高温的特性,该特性解释了该贝在我国南方沿海所具有的夏季生长优势。

表 7 投放中潮区的第一批皱肋文蛤苗的月增长

Tab. 7 Monthly growth of the first batch wrinkled clam juveniles in the mid sea level zone

时间(年-月-日)	水温(℃)	壳长(mm)	壳高(mm)	体质量(mg)
2010-08-09~2010-09-08	31.3~30.6	6.07 ^a ±0.43	4.61 ^a ±0.27	656.86 ^c ±20.43
2010-09-08~2010-10-08	30.6~28.4	5.17 ^b ±0.37	4.06 ^b ±0.23	718.19 ^b ±22.34
2010-10-08~2010-11-07	28.4~24.5	4.58 ^c ±0.27	3.80 ^c ±0.23	433.14 ^e ±17.45
2010-11-07~2010-12-07	24.5~18.1	2.38 ^d ±0.11	1.80 ^d ±0.08	384.78 ^f ±13.61
2010-12-07~2011-01-06	18.1~15.1	0.49 ^h ±0.03	0.39 ^h ±0.02	137.61 ^h ±12.02
2011-01-06~2011-02-05	15.1~17.8	0.42 ^h ±0.02	0.34 ^h ±0.02	115.30 ^h ±9.67
2011-02-05~2011-03-07	17.8~22.5	0.61 ^g ±0.04	0.53 ^g ±0.03	206.17 ^g ±15.21
2011-03-07~2011-04-06	22.5~24.3	1.40 ^f ±0.06	1.24 ^f ±0.05	611.55 ^d ±19.98
2011-04-06~2011-05-06	24.3~26.8	2.75 ^d ±0.17	2.34 ^d ±0.15	1496.05 ^a ±33.24
累积增长(mm)		23.87	19.12	4759.64
平均月增长(mm/m,mg/m)		2.65	2.12	528.85

注: 初始规格壳长 1.72mm±0.15 mm, 壳高 1.51mm±0.13 mm, 体质量 1.25 mg±0.12 mg

表 8 不同投苗季节皱肋文蛤苗的存活率

Tab. 8 The survival rates of wrinkled clam juveniles in different breeding seasons

种苗批次	投苗时间(年-月-日)	距离高潮高线(m)	水温(℃)	存活率(%)
1	2010-08-09	285	31.3	57.1 ^a ±1.4
2	2010-09-08	285	30.6	55.6 ^a ±1.2
3	2010-11-07	285	24.5	48.3 ^b ±1.5

3.2 潮位高低对种苗的生长及存活的影响

无论是同一批还是不同时期的种苗,低潮位的生长均比高潮位快,这和赫崇波、陈洪大^[7]研究滩涂养殖文蛤的生长和生态习性的结果一致。其原因有二:其一,不同潮区其干露的时间不同,低潮位露空时间比高潮位的短,文蛤吃食时间长,所以长得快。其二,可能是因为底质的颗粒组成不同,因为不同的贝类对底质有不同的要求^[8]。本研究证实,北月村滩涂底质由高潮位向低潮位颗粒变细,由此可能导致底埋性贝类所需的底栖硅藻的种类及密度产生变化,甚至是可被贝类摄食的有机沉积物数量也随着产生变化,从而导致贝类生长及存活上存在差异。从表 6 可以看出,同一批种苗的存活率随高潮位向低潮位的转移,也呈现提高的趋势,但中潮下区却比不上中潮中区 II 存活率高,则可能与前者浮泥多,不利于早期稚贝的存活有关,又由于前者位置低,露空时间短,摄食时间长,因此生长速度大于后者。

3.3 不同投苗密度对种苗生长与存活的影响

中培密度对种苗生长速度和存活率具有显著性影响($P<0.05$),密度越低,生长速度越快,存活率越高。这是因为养殖的面积是一定的,其底栖硅藻的数量是有限的,养殖密度越大,贝苗之间的竞争越大,其生长速度和存活率自然会受到影响。中培密度以 7000~12000 粒/m² 为宜,尽管密度为 1.2×10⁴ 粒/m² 和 1.7×10⁴ 粒/m² 的两个组的存活率的差异不显著,但贝苗的生长却有显著的差异($P<0.05$),前者的生长速度显著大于后者,后者的密度不适宜推广;实验范围内,密度为 0.70×10⁴ 粒/m² 时具有最高的存活率和生长速度。养殖过程中,如果场地充足,中培初始投苗密度可以控制在 0.70×10⁴ 粒/m²,这样可以取得更高的生长速度和存活率,缩短中培时间;如果用地紧张,中培初始投苗密度可以控制在 1.2×10⁴ 粒/m²,因为这个密度,种苗也有较高的生长速度和存活率。中培初始投苗密度不建议 0.70×10⁴ 粒/m² 以下,

因为在实际生产中, 这样的密度太疏, 场地浪费严重, 增加中培成本, 而且密度越小并不代表种苗的生长速度会无限的提高, 当每个贝苗获得足够的饵料和空间, 空间再大, 其生长也不会随着再增速。

3.4 不同季节对贝苗月增长的影响

研究表明, 皱肋文蛤种苗在夏秋的高温季节生长速度较快, 在冬天的低温季节的生长却较缓慢, 这和赫崇波、陈洪大^[7]研究滩涂养殖文蛤的生长和生态习性的结果一致。因为在不同季节, 受水温变化的影响, 浮游生物和底栖硅藻类的繁殖也随着产生变化。水温较高的季节, 水中饵料生物繁殖旺盛, 文蛤种苗的生长较快; 水温较低的季节, 浮游生物和底栖硅藻类繁殖不旺盛, 文蛤摄食量少, 贝苗生长缓慢。同时, 对于热带来源的皱肋文蛤品种, 高温期酶活力强, 新陈代谢旺盛, 更适合其生长, 低温期则正好相反。研究表明, 秋冬春三季, 皱肋文蛤种苗壳长、壳高及体质量的生长曲线呈“S”型, 是因为皱肋文蛤属典型的热带滩涂贝类, 南方夏秋季水温高, 适合其生长, 生长较快; 冬季水温低, 不适合其生长, 生长缓慢; 春季水温回升, 适合其生长, 生长也随之加快, 因此曲线呈“S”型。

3.5 不同投苗季节对贝苗存活率的影响

不同投苗季节, 贝苗的存活率存在显著性差异; 在夏、秋、冬三季, 总体呈现由高温季节向低温季节递减的趋势。但在夏末和秋初, 其水温没有较大变化的情况, 其贝苗存活率差异不明显。这是因为皱肋文蛤属于典型的南方品种, 其生长要求较高的水温。而水温的高低直接影响贝苗的生长, 夏、秋季的水温(24.5~31.3℃)较高, 适宜贝苗的生长, 过冬时贝苗已长大, 抵御不良环境的能力增强; 而冬季的水温(24.5~17.8℃)较低, 不适宜贝苗的生长, 过冬时贝苗还小, 抵御不良环境的能力较差。所以夏、秋季投的苗其存活率要比冬季投的苗存活率高。因此, 在实际生产中, 最佳的投苗季节是水温较高夏季和秋季。如果条件允许的话, 最好争取在最佳的投苗季节投苗, 以取得更好的收益。

参考文献:

- [1] 栗志民, 刘志刚, 姚茹, 等. 温度和盐度对皱肋文蛤幼贝存活与生长的影响[J]. 生态学报, 2010, 30(13): 3406-3413.
- [2] Nugegoda D, Phuong P, Nguyen D C P. Bioaccumulation and depuration of complexed and uncomplexed traceMetals by the Asian Clam *Meretrix lyrata* from Vietnam[R]. Goteborg: 2009 Annual Meeting of the UK branch of the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC 2009), 2009.
- [3] Luc N T, Thoan V. Chemical composition and nutrient value Lyrate hard clam *Meretrix lyrata*[J]. Fisheries Review, 2003, 4: 14-16.
- [4] Hao N V, Hung N D, Thanh P C, et al. Environmental parameters, biology and stocks of *Meretrix lyrata* in the Mekong delta, Vietnam. Proceedings of the 10th International Congress and Workshop of the Tropical Marine Mollusc Programme[J]. Phuket Marine Biological Center, 2000, 2(1): 272-273.
- [5] Tri N N, Lin C K. Mollusc culture system and environmental conditions in Can Gio District, Ho Chi Minh City, Vietnam. Proceedings of the ninth Workshop of the Tropical Marine Mollusc Programme[J]. Phuket Marine Biological Center, 1999, 19 (1): 185-190.
- [6] Thom P V, Tuan V S. Preliminary studies on the relationship between environmental conditions and distribution of some bivalves in the coastal waters of South Vietnam. Proceedings of the ninth Workshop of the Tropical Marine Mollusc Programme[J]. Phuket Marine Biological Center, 1999, 19(1): 249.
- [7] 常亚青. 贝类增养殖学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007: 64.
- [8] 赫崇波, 陈洪大. 滩涂养殖文蛤生长和生态习性的初步研究[J]. 水产科学, 1997, 16(5): 17-19.

Effects of tide level, culture density and season on growth and survival of wrinkled clam, *Meretrix lyrata*, juveniles

LIU Zhi-gang¹, LIU Jian-yong¹, LIUFU Shao-mei²

(1. Fisheries College of Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524025, China; 2. Guangdong Higher Educational Tropical Invertebrates Culture Engineering Research Center, Zhanjiang 524025, China)

Received: Jul., 11, 2011

Key words: *Meretrix lyrata*; tide; density; season; growth

Abstract: Effects of tide level, culture density and season on the growth and survival of wrinkled dam (*Meretrix lyrata*) juveniles were studied. The experiments were conducted at the beach of Beiyue village of Zhanjiang, Guangdong province from August, 2010 to May, 2011. The results were: (1) The beach was mainly composed of rough sand (graint size 0.200mm and above), fine sand (0.200~0.050mm) and silt (0.050mm or less), which accounting for 64.7%~87.5%, 11.0%~32.2% and 1.5%~7.9%, respectively. The content of rough sand and silt showed increasing and decreasing trend, respectively from high to low tide. The beach was suitable for the growth and survival of *Meretrix lyrata*. (2) Tide level significantly ($P < 0.05$) affected the growth rate of juvenile, the juvenile cultured in low tidal level gained the highest growth rate. So the middle and lower mid tide zone was most suitable for the growth of the rib wrinkled clam juvenile. (3) Density had a significant effect on the growth and the survival of juvenile, low density permit a faster growth and a higher survival rates, the density of 7000~12000 particle /m² being the most appropriate for juvenile. 4) The growth rate of the juvenile significantly ($P < 0.05$) was related to Season. The growth rate of juvenile was higher in summer and autumn when the water temperature was high (24.5~31.3℃), the growth of juvenile stopped in spring when the water temperature was low (15.1~18.1℃) and the growth rate increased with the increasing of water temperature in spring (22.5~26.8℃). During spring and autumn, the growth curves of shell length, shell height and shell weight trend were "S" shaped. 5) Significant differences of juvenile survival were detected among different seasons (autumn, summer and winter), which may related to the difference of water temperature. From summer and autumn to winter, the survival rate showed decreasing trend, though the difference were not significant between autumn and summer. Summer and autumn were suggested as the best juvenile breeding seasons in production practice. The present results provide data for future aquaculture of rib wrinkled clam.

(本文编辑: 梁德海)