

吴杨平,陈爱华,张雨,等. 大竹蛏养殖及生长模型研究[J]. 江苏农业科学,2019,47(3):135-137.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.03.034

# 大竹蛏养殖及生长模型研究

吴杨平,陈爱华,张雨,姚国兴,曹奕,陈素华,张志东

(江苏省海洋水产研究所/江苏省文蛤良种场/江苏省海洋经济贝类研发中心,江苏南通 226007)

**摘要:**以大竹蛏人工育苗及养殖为主线,通过出苗规格、生长测量、肥满度、出肉率、日生长率等参数统计研究大竹蛏的生长情况,并构建生长模型。结果表明,大竹蛏经过水泥池养殖可养成 6~7 cm 的商品蛏,土池养殖通过投放大规格苗种当年可养成壳长 6 cm 以上。壳长和粒质量之间存在如下对应关系: $y=0.000\ 06x^{2.881}$  ( $r^2=0.955$ ),大竹蛏稚贝和苗种出池规格数据可拟合成方程: $y=1\ 188x^{-2.76}$  ( $r^2=0.974$ )。采用 Von Bertalanffy、Gompertz 和 Logistic 3 个模型对大竹蛏生长进行了拟合,拟合度均较高, $r^2$  分别是 0.930、0.930 和 0.928,但结合实际情况,Logistic 模型更符合大竹蛏生长实际,Logistic 模型可表示为  $y=576.175/(1+38.486e^{0.004x})$ 。

**关键词:**大竹蛏;养殖;生长;模型

**中图分类号:**S968.31+6.9 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)03-0135-03

大竹蛏(*Solen grandis*)隶属软体动物门(Mollusca)瓣鳃纲(Lamellibranchia)帘蛤目(Veneroida)竹蛏科(Solenidae),广泛分布于我国沿海,生活在潮间带至 20 m 深的浅海,是重要的海产经济贝类。目前,在人工育苗突破的情况下,大竹蛏增殖放流和养殖工作正在大力开展,但一些基础数据还是比较缺乏。本研究补充总结了笔者所在项目组在开展大竹蛏人工育苗和养殖过程中的一些经验和重要参考数据,既是对笔者所在团队历年工作经验的一次总结,也是想与国内外大竹蛏育苗及养殖同行分享交流,共同促进大竹蛏人工育苗及养

殖业的进一步发展。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

2008—2017 年在江苏省海洋水产研究所江苏省文蛤良种场吕四基地开展大竹蛏的人工育苗、大规格苗种培育并在如东(2009—2015 年)、响水(2015—2017 年)开展养殖试验。人工育苗亲贝来自吕四外海,由渔民根据潮汛出海采挖供应。4—5 月挑选壳长 6~8 cm、活力好、外壳完整无损伤的大竹蛏放入亲贝培育池作暂养促熟强化。跟踪观察性腺成熟状况,以性腺饱满自流为标准,开始常规的阴干流水催产。获得受精卵后依次开展孵化培育、幼虫培育、稚贝培育、大规格苗种培育,选择合适的养殖塘口择机开展养殖试验,试验材料来自各期培育和养殖个体。

### 1.2 指标测量与计算

人工育苗及苗种培育期间,跟踪测定大竹蛏稚贝及苗种的生长情况(生长和粒质量),每次所取的样品均来自历次倒换池出苗的大数据。

出苗规格:整池苗在正常倒换池过程中全部冲出,经过清

收稿日期:2017-09-29

基金项目:江苏省水产三新工程(编号:Y2016-22);江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(14)2083];南通市农村科技创新及产业化项目(编号:HL2014018);江苏省海洋水产研究所青年基地(编号:SQ201704)。

作者简介:吴杨平(1982—),男,江苏启东人,硕士,副研究员,主要研究方向为海水贝类遗传育种及增养殖技术。E-mail:uying@163.com。

通信作者:陈爱华,研究员,硕士生导师,主要从事海水养殖及新品种研发推广工作。E-mail:chenah540540@aliyun.com。

phage T4 orally: a safety test of phase therapy [J]. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 2005, 49(7): 2874-2878.

[4] Yang Y H, Le S. Progress on *Pseudomonas aeruginosa* bacteriophage therapy [J]. Chinese Journal of Antibiotics, 2017, 42(10): 814-820.

[5] Bao H D, Zhang H, Zhou Y, et al. Study on bactericidal effect and the kinetics of phage cocktail JS-SP1 against mixed epidemic *Salmonella* strains [J]. Chinese Journal of Antibiotics, 2017, 42(10): 858-864.

[6] 宋增福,徐华东,彭孟凡,等. 两株副溶血弧菌烈性噬菌体的分离鉴定[J]. 水生生物学报, 2017(4): 793-799.

[7] Li Z, Zhang J C, Cao Z H, et al. The development of bacteriophage control of pathogenic bacteria in aquaculture [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2015(8): 138-143.

[8] Nakai T, Sugimoto R, Park K H, et al. Protective effects of bacteriophage on experimental *Lactococcus garvieae* infection in yellowtail [J]. Diseases of Aquatic Organisms, 1999, 37(1): 33-41.

[9] Park S C, Nakai T. Bacteriophage control of *Pseudomonas plecoglossicida* infection in ayu *Plecoglossus altivelis* [J]. Diseases of Aquatic Organisms, 2003, 53(1): 33-39.

[10] Karunasagar I, Shiyu M M, Girisha S K, et al. Biocontrol of pathogens in shrimp hatcheries using bacteriophages [J]. Aquaculture, 2007, 268(1/2/3/4): 288-292.

[11] Jun J W, Kim J H, Shin S P, et al. Protective effects of the *Aeromonas phages* pAh1-C and pAh6-C against mass mortality of the cyprinid loach (*Misgurnus anguillicaudatus*) caused by *Aeromonas hydrophila* [J]. Aquaculture, 2013, 416: 289-295.

洗后得到干净无杂质苗团,用电子分析天平从苗团中随机取 1~2 g 苗清点苗量,由此折算成生产中通俗常用的计量单位 ( $10^4$  ind/kg)。

生长测量:壳长在 1 mm 以下时在 Omlypus 显微镜下用目测微尺测量壳长,壳长在 1 mm 以上时采用电子数显游标卡尺测量。

肥满度:用水煮法将软体部与壳自然分开,用普通天平(精确到 0.01 g)称质量直接计算湿肥满度。将分开的软体部和壳置于 70 ℃ 烘箱恒温烘至恒质量,用电子分析天平(精确到 0.000 1 g)分别称量软体干质量和贝壳干质量,计算干肥满度。湿肥满度 = 软体部湿质量/壳湿质量  $\times 100\%$ ;干肥满度 = 软体干质量/贝壳干质量  $\times 100\%$ ;出肉率 = 软体部质量/个体总质量  $\times 100\%$ ;日生长率 =  $[(L_t/L_0)^{1/t} - 1] \times 100\%$ 。式中: $L_t$  为结束时壳长(mm), $L_0$  为开始时壳长(mm), $t$  为试验时间(d)。

1.3 生长模型构建

选择 3 种常见的动物生长模型(Von Bertalanffy、Gompertz 和 Logistic)拟合大竹蛏的生长过程,各模型见表 1。

表 1 3 种常见动物生长曲线模型

模型名称	模型公式	拐点壳长(y)	拐点日龄
Von Bertalanffy	$y = A(1 - Be^{-kx})^3$	$8A/27$	$\ln(3B)/k$
Gompertz	$y = Ae^{-B\exp(-kx)}$	$A/e$	$\ln B/k$
Logistic	$y = A/(1 + Be^{-kx})$	$A/2$	$\ln B/k$

注: $y$ (mm) 为各性状在  $x$  时的数值,参数  $A$  为各性状的最大理论生长极限, $B$  为增长初始值参数, $k$  为各性状的瞬间相对增长率, $x$  为养殖培育的日龄。

1.4 数据处理

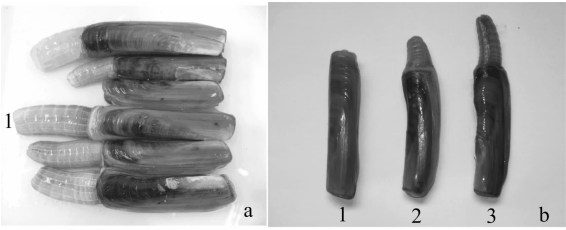
生长性状数据经 Excel 2007 初步处理后,用 SPSS 16 进行处理分析。使用 Levenberg - Marquardt 迭代法估计生长参数,迭代精度设为  $10^{-8}$ ,即当 SPSS 16 软件处理数据遇到生长参数前后 2 次迭代结果的相对误差与误差平方和的相对误差都  $< 10^{-8}$  时,迭代运算结束,以收敛结果作为参数的最终估计值。根据大竹蛏实际生长情况及经验预设  $A$ 、 $B$  和  $k$  初始值,将拟合度  $R^2$  作为衡量拟合指标优劣的标准,即  $R^2$  越接近 1 表明曲线拟合得越好。

2 结果与分析

2.1 大竹蛏大规格苗种培育及养殖

2008—2010 年,笔者所在项目组通过大竹蛏规模化人工育苗,除了每年为大竹蛏资源增殖放流提供  $8 \times 10^7$  ind 以上的优质苗种外,还试探性地开展了大规格苗种培育及养殖。其中,2010 年在室外水泥池中养殖的大竹蛏已成功培育至 6~7 cm 长。在水泥池养成的大竹蛏主要特点是壳色深而暗,外壳歪而不直(图 1)。鉴于水泥池易吸热,散热性差,青苔多发,水流动性差,底质易变黑变臭,加大了养殖管理的难度和劳动强度,水泥池开展大面积养殖效果一般。因此,笔者所在项目组积极探索沿海的土池养殖,研究不同的养殖模式和现今主要养殖品种和大竹蛏的搭配形式。

2015 年 6 月份开展的大竹蛏人工育苗,至 7 月 1 日已培育至 6.579 mm 长,培育至当年 12 月 24 日生长至 32.552 mm 长,日生长率为 0.907%。由于冬季来临,继续将这批苗种放



a、b-2、b-3—水泥池养成的大竹蛏;  
b-1—自然海区的大竹蛏; a-1—水管  
图1 水泥池养殖与自然海区的大竹蛏

在室内作过冬培育。2015 年 12 月 24 日至 2016 年 3 月 23 日,大竹蛏几乎没有生长,保持在 32.552~34.717 mm 长,日生长率为 0.071%。2016 年 4 月 30 日开始将大竹蛏大规格苗种投苗到土池中进行养殖,投苗时大竹蛏长 38.803 mm,长到 10 月 15 日时达到 65.816 mm 长,这一阶段的日生长率为 0.313%(图 2)。

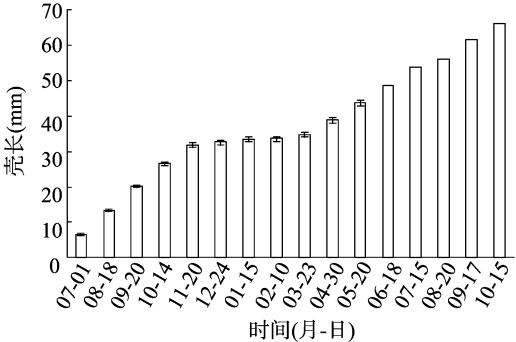


图2 大竹蛏的生长情况

2.2 大竹蛏生产性基础数据

根据历年开展大竹蛏人工育苗及养殖过程中采集到的大数据进行分析研究,由图 3 可知,建立了壳长( $x$ )和粒质量( $y$ )的关系: $y = 0.000\ 06x^{2.881}$  ( $r^2 = 0.955$ )。大竹蛏生长到一定阶段,通过倒池分池进行整池移苗,从壳长为 11.22 mm,粒质量 0.070 4 g,一直跟踪记录到壳长为 124.04 mm,粒质量 45.400 0 g。由图 4 可知,壳长为 60 mm 之前,数据呈幂函数聚合性较高,基本紧密分布在幂函数曲线左右;壳长达 60 mm 以后,数据较分散,聚合性较之前弱,原因可能在于个体越大,水管越容易脱落,造成质量的误差增大。统计发现,大竹蛏水管可长到壳长的  $(68.79 \pm 10.48)\%$ 。将大竹蛏稚贝和苗种出池规格数据作拟合: $y = 1\ 188x^{-2.76}$  ( $r^2 = 0.974$ )。壳长 0.8 mm 稚贝出苗规格为  $758 \times 10^4$  ind/kg,71.68 mm 苗种的出池规格为 470 ind/kg。

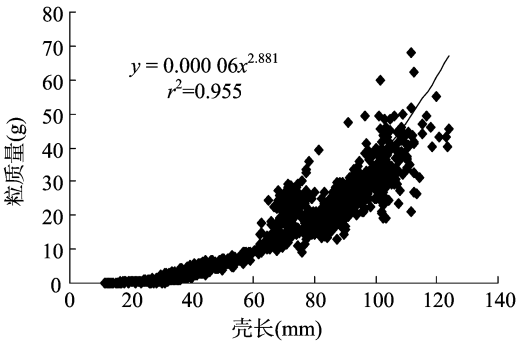


图3 壳长和粒质量的关系

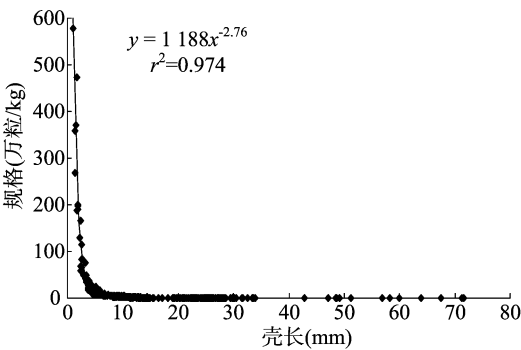


图4 大竹蛏的规格

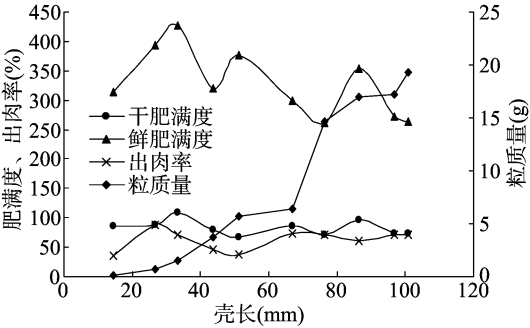


图5 大竹蛏的基本参数

由图 5 可知,随着壳长增长,粒质量随之增加;鲜肥满度远高于干肥满度,鲜肥满度一般是干肥满度的 3~4 倍;壳长从 10 mm 左右到 100 mm 左右,大竹蛏的干肥满度和出肉率基本呈一个趋势。大竹蛏的干肥满度在 60%~100% 之间,出肉率在 40%~90% 之间,比其他多数贝类要高;鲜肥满度在 260%~400% 之间,可见采用干肥满度能更确切地表示大竹蛏的肥瘦程度。

2.3 大竹蛏的生长模型

表 2 给出了 3 个生长模型中各生长参数的估计值、标准误、置信区间及拟合度等多个统计值。Von Bertalanffy、Gompertz、Logistic 3 个模型的  $r^2$  分别是 0.930、0.930、0.928,比较接近,但就实际情况而言,Logistic 模型更符合实际。Logistic 模型可表示为  $y = 576.175 / (1 + 38.486e^{0.004x})$ 。

表 2 3 种常见生长模型的生长参数估计值与拟合度

生长模型	参数	估计值	标准误	95% 置信区间		拐点 y 值	拟合度 $r^2$
				下限	上限		
Von Bertalanffy	A	9 570	1 691	-362 597.344	381 738.216	2 836	0.930
	B	0.890	0.663	-0.569	2.349		
	k	0.000 2	0.002	-0.003	0.004		
Gompertz	A	2 265	17 620	-36 527.083	41 056.329	839	0.930
	B	5.109	7.618	-11.659	21.877		
	k	0.001	0.002	-0.003	0.004		
Logistic	A	576.175	3 641.329	-7 438.337	8 590.687	288	0.928
	B	38.486	244.094	-498.762	575.734		
	k	0.004	0.002	-0.000 2	0.008		

3 讨论

大竹蛏是一种重要的海洋经济贝类,也是一种重要的生态资源补偿品种。目前,大竹蛏消费主要用于餐饮领域,而且主要是直接烹饪成几种传统美食;菜式的开发、产品深加工以及一些衍生产品还有待进一步挖掘。随着我国经济的高度发展,美食是老百姓精神生活领域的一种追求,大竹蛏作为海鲜品种的发展空间很大。目前,国内山东、江苏、辽宁的几家单位已成功开展了大竹蛏的人工育苗<sup>[1-4]</sup>,养殖苗种提供已不成问题。我国的黄、渤海地区已先行开展大竹蛏的养殖工作,如辽宁省水产技术推广站进行了大竹蛏与海蜇池塘混养,取得了一定效果<sup>[5]</sup>。江苏省海洋水产研究所于 2008—2010 年间开展了大竹蛏的水泥池养殖,成功养殖出了 6~7 cm 长的成品大竹蛏,近年来与如东、响水地区合作进行了大竹蛏与日本对虾的池塘养殖,应用情景喜人。但是,目前探索出的大竹蛏养殖模式还存在不完善的地方,需要通过今后的养殖实践进一步改进,同时各单位可开展交流合作,相互学习,取长补短,共同促进辽、苏、鲁模式的完善。另外,各方可以加强交流合作的领域是大竹蛏增殖放流,目前山东、江苏、辽宁几家单

位分别在山东沿海、黄海辐射沙脊海域、辽西海域放流上亿粒优质的大竹蛏苗种,改善了近海生态环境,修复了海区的大竹蛏资源,取得了显著的经济、社会 and 生态效益<sup>[6]</sup>,今后可在大竹蛏放流方式、效果评价等方面开展交流。

参考文献:

[1]侯和要,牟乃海,宋全山,等. 大竹蛏人工繁殖技术研究[J]. 齐鲁渔业,2004,21(6):32-35,4.  
[2]陈爱华,姚国兴,张志伟. 大竹蛏生产性人工繁育试验[J]. 海洋渔业,2009,31(1):66-72.  
[3]许红,赵希纯. 大竹蛏育苗技术要点[J]. 河北渔业,2016(7):35.  
[4]王雪梅,路宜华,丰爱秀,等. 大竹蛏健康苗种培育新模式的研究[J]. 水产养殖,2012(8):14-16.  
[5]张岩岩,张静,张劲松. 大竹蛏与海蜇池塘混养试验小结[J]. 北京农业,2015(24):155-156.  
[6]董建波,程建新,陈栋,等. 江苏“两沙”海域大竹蛏(*Solen grandis*)增殖效果评估[J]. 渔业信息与战略,2016,31(1):59-64.