

盐度对九孔鲍摄食、生长及存活的影响

陈昌生 钟幼平 吴永沛 蔡慧农 郭彩华 郑立盛

(集美大学水产学院, 厦门 361021)

摘 要 九孔鲍摄食人工饲料的盐度范围为 20~ 38, 其中较适宜的盐度范围为 25~ 35, 在此盐度范围内, 小规格鲍(平均壳长 1.30cm, 平均体重 0.37g)的壳长日增长为 91.5~ 102.3 μ m, 日增重为 8.60~ 12.55mg; 大规格鲍(平均壳长 2.6cm, 平均体重 2.3g)的壳长日增长为 56.30~ 81.80 μ m, 日增重为 12.68~ 22.48mg, 其最适生长的盐度为 30~ 35, 存活率为 97%~ 100%。九孔鲍所能忍受的盐度变化范围: 日渐变幅度(24h 内盐度变化)为 16; 日突变幅度(瞬间变化)为 14, 这些研究结果对开展九孔鲍人工养殖将有一定的参考意义。

关键词: 九孔鲍, 盐度, 摄食, 生长, 存活

The effect of salinity on food intake, growth and survival of *Haliotis diversicolor supertexta*

Chen Changsheng Zhong Youping Wu Yongpei Cai Huinong Guo Caihua Zheng Lisheng
(Fisheries college, Jimei University, Xiamen, 361021)

ABSTRACT This paper report the performance for the intake growth and survival of abalone, *Haliotis diversicolor supertexta* fed artificial diets under different salinity conditions. The results showed the salinity range for *H. diversicolor supertexta* fed with artificial diets was from 20 to 38, so the suitable salinity for growth ranged from 25- 35, and the optimum salinity was 30~ 35, respectively. In the condition of the above salinity, the daily growth in shell length and in body weight of small juveniles (Mean shell length= 1.3cm and mean body weight= 0.37g, initial size) was 91.5- 102.3 μ m, 8.6- 12.55mg. The same for the large juveniles (Mean shell length= 2.6cm and mean body weight= 2.3g), it was 56.3- 81.8 μ m, 12.68- 22.48mg. The trail also showed the endurance of *H. diversicolor supertexta* on daily salinity change by degress (within 24h) was 16; and the endurance on sudden change of salinity (within 24h) was 14.

KEYWORDS *Haliotis diversicolor supertexta*, salinity, food intake, growth, survival

九孔鲍(*Haliotis diversicolor supertexta*)味道鲜美, 营养丰富, 是名贵海味八珍之一。九孔鲍栖息于潮流畅通, 海藻繁盛, 透明度大, 盐度较高的岩礁海域, 为昼伏夜行的软体动物, 主要摄食藻类, 经过驯化也摄食人工配合饲料^[1]。近几年九孔鲍人工养殖发展迅速, 已达到集约化、产业化、工厂化养殖的规模^[2~6]。不同盐度对鲍的摄食、生长有一定影响。关于盐度, 台湾陈弘成^[7]曾报道, 盘鲍(*H. discus*)生长的适宜范围为 24.1~ 36.3, 最适宜盐度为 30.8~ 36.3, 低于 24.1, 则易引起死亡。九孔鲍的摄食、生长与盐度也有一定的关系。笔者从不同盐度对九孔鲍摄食人工饲料、生长发育以及盐度渐变、突变对九

国家科技部“八五”国家科技攻关资助项目(鲍鱼养殖生态、营养需求及人工饵料制作技术研究), 85- 023- 01- 14 号。

第一作者简介: 陈昌生, 男, 1957 年 8 月生, 教授。E-mail: cschen@jmu.edu.cn

收稿日期: 1998- 12- 09

孔鲍的摄食、生长、存活的影响等方面进行了试验,现报道如下。

1 材料与方法

1.1 材料来源

试验所用的九孔鲍分别取自福建同安大嶝和漳浦的鲍养殖场。按鲍的大小分两种规格进行试验,大规格鲍平均壳长 2.6cm,平均体重 2.3g;小规格鲍平均壳长 1.3cm,平均体重 0.37g。人工配合饲料用豆粕、鱼粉、海藻、混合矿物质、维生素等配制而成。

1.2 试验方法

1.2.1 不同盐度下九孔鲍摄食人工饲料的效果试验

试验用孔径为 2mm × 2mm 的聚氯乙烯网片制成 50 cm × 40 cm × 20cm 的网箱,架设于 60L 的塑料箱中,每一网箱分隔成 2 个小网箱,用作平行组试验。每一小网箱底部放一片带孔的塑料波纹板作为鲍的附着基质,每箱投放一个气石,并设置循环水过滤装置,起净水、增氧作用。

试验分 15、20、25、30、35、38 和 40 共 7 个盐度组,每组放鲍 60 只。试验前先测量鲍的壳长与体重,然后分别置于不同盐度的海水中喂养,试验时间为 40d,每 20d 测量一次壳长和体重,每天换水量为 75%,换水后投喂人工饲料,翌日观察和检查残饵量。

1.2.2 盐度日变化试验

在 30L 的塑料箱中进行 2d 试验,在 48h 内观察鲍的摄食、存活及适应能力。试验开始前先测量九孔鲍的壳长与体重,然后把 20 只鲍腹足朝上放置于箱底,观察鲍经多长时间能自动翻转过来,腹足朝下,恢复正常状态。全日充气 and 每天全换水,日投喂 2g 人工配合饵料,24h 后吸取残饵并称重。

盐度日渐变试验的起始盐度为 36,在 24h 内每组间隔一定时间改变水体盐度值,其降低幅度分别为 - 1/8h, - 1/4h, - 1/3h, - 1/2.4h, - 1/2h, - 1/1.7h 和 - 1/1.1h,即在 24h 内最终盐度分别调至 33、30、28、26、24、22、15,翌日各组持续上述盐度 24h。试验期间,每调一次盐度观察一下鲍的活动、存活以及夜间摄食情况。

盐度日突变试验的起始盐度为 36,盐度瞬间降低幅度分别为 3、6、8、10、12、14、16。九孔鲍放入上述盐度水体中连续饲养 48h,定时观察鲍的活动、摄食以及存活等情况。

2 结果

2.1 盐度对九孔鲍存活的影响

在本试验中,当盐度下降至 15 时,大规格鲍在 9d 内死亡率达 100%,小规格鲍在相同时间内死亡率也高达 88.3%,在 15d 内全部死亡。当盐度上升至 40 时,大规格鲍在 3d 内死亡率达 98.3%,小规格鲍达 90%,5d 内两种不同大小的鲍全部死亡。当盐度为 20~ 38 时,存活率均大于 70%,其中当盐度为 30~ 35h,两种规格的鲍饲养 40d,其成活率均达到最高,为 97%~ 100%。

2.2 盐度对九孔鲍壳长增长的影响

盐度对九孔鲍壳长日平均增长的影响比较显著。当盐度为 30 时,两种规格鲍的壳长日平均增长达最大,为 102.3 μ m 和 81.8 μ m,分别比 20 和 38 盐度组的大 1~ 2.5 倍(图 1)。在盐度为 20~ 35 时,两种不同规格鲍的生长也不一致,小规格鲍的壳长日平均增长幅度比大规格鲍的大 20%~ 120%。对九孔鲍壳长日平均增长进行方差分析,大规格鲍各盐度组间存在显著差异($P < 0.05$)。

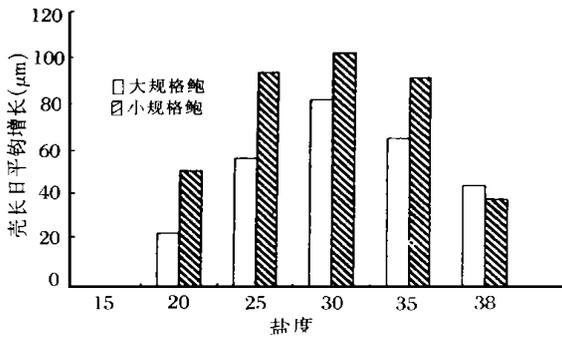


图1 不同盐度下九孔鲍壳长日平均增长

Fig. 1 Mean daily growth in shell length of *H. diversicolor supertexta* under different salinity conditions

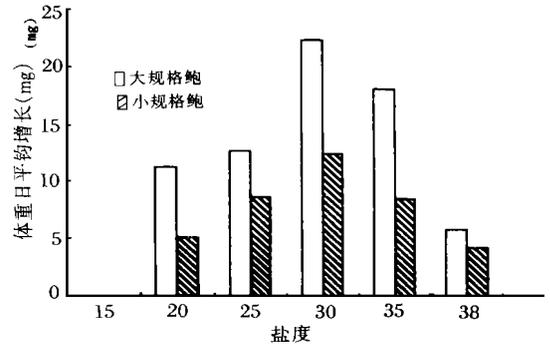


图2 不同盐度下九孔鲍壳长与体重日平均增长

Fig. 2 Mean daily growth in body weight of *H. diversicolor supertexta* under different salinity conditions

2.3 盐度对九孔鲍体重增长的影响

从图2可以看出, 盐度对九孔鲍体重日平均增长也有较大影响。九孔鲍体重增长的适宜盐度为20~35, 日增重范围为5.13~23.48mg。盐度为15或38时, 体重增长明显下降。两种不同大小鲍的体重增长也存在明显差别。在盐度为30时, 大规格鲍比小规格鲍的体重增长高出79.1%。两种大小鲍均在盐度为30时, 体重增长达到最大值。对体重日平均增长进行方差分析, 除了盐度20和25两组大规格鲍外, 其它各组间存在显著差异($P < 0.05$)。

2.4 盐度对九孔鲍摄食的影响

从试验结果看, 在盐度为20~38时, 小规格鲍的日平均摄食率比大规格鲍的大3.5%~15.9%。当盐度为30时, 两种规格鲍的日平均摄食率都达到最大, 为2.10%~2.30%。当盐度上升到38时, 两种大小规格鲍的日平均摄食率分别比盐度30组的下降85.8%和88.5%, 当盐度下降至20时, 两种规格鲍的日平均摄食率也分别降低23.5%~30.7%(表1)

表1 盐度对九孔鲍摄食的影响

Tab. 1 Effect of different salinities upon food intake of *H. diversicolor supertexta*

盐度	总摄食量(g)		平均总体重(g)		日平均摄食率(%)	
	大规格鲍	小规格鲍	大规格鲍	小规格鲍	大规格鲍	小规格鲍
20	79.04	15.19	116.43	21.58	1.70	1.76
25	108.68	27.57	140.78	31.76	1.93	2.17
30	130.06	37.89	154.83	39.63	2.10	2.30
35	106.11	21.65	146.06	25.68	1.82	2.11
38	32.91	13.75	73.04	28.28	1.13	1.22

注: 试验40天, 水温25~29℃

2.5 盐度渐变对九孔鲍存活的影响

九孔鲍对盐度变化有一定的忍受范围, 盐度日变化超过一定值时, 就难以生存。从表2可以看出, 在盐度日渐变幅度为3~12时, 对鲍均未产生不良影响, 而且随着时间的推移, 九孔鲍的活力均有显著的恢复和提高。当日渐变幅度为14时, 鲍的活力明显下降, 不仅鲍夜间没有爬动和摄食, 而且大部分触角不伸展, 集中于试验水箱的四角, 其中有个别吸附力较差, 用棒触之能动, 但大部分鲍在第二天活力有

所恢复。在每隔 1.7h 降低盐度 1、持续时间长达 36h 时,有 50% 的鲍处于休眠状态。由此可见,九孔鲍所能忍受的盐度日渐变最大幅度为 14。

表 2 盐度渐变对九孔鲍存活的影响

Tab. 2 Effect of gradually change of salinity upon survival of *H. diversicolor supertexta*

组别	变盐速度×持续时间	起止盐度	平均壳长 (cm)	平均体重 (g)	存活率 (%)
1	1/8h×24h	36 [→] 33	2.98	3.18	100
2	1/4h×24h	36 [→] 30	2.91	3.01	100
3	1/3h×24h	36 [→] 28	2.99	2.98	100
4	1/2.4h×24h	36 [→] 26	2.97	3.04	100
5	1/2h×24h	36 [→] 24	2.96	2.99	100
6	1/1.7h×24h	36 [→] 22	2.72	2.33	100
7	1/1.7h×36h	36 [→] 15	2.72	2.33	100

注: 试验时间 2d。

2.6 盐度突变对九孔鲍存活的影响

盐度突变与盐度渐变的不同点在于前者盐度瞬间变化幅度大,后者盐度是逐渐变化,一般是每隔一定时间盐度降低 1,因此鲍对这两种盐度变化的方式适应性不同。在突变试验中发现,当盐度突变范围大于 8 时,鲍受刺激明显,腹足收缩,释放出大量粘液,活力突然降低,表现出对环境的不适应性。但随着时间的推移,活力有所恢复与提高,其恢复时间随突变幅度的加大而推迟(表 3)。当盐度突变幅度为 16 时,大部分鲍呈休眠状态,27h 后死亡率达 100%,由此可见盐度突变幅度为 16 是鲍致死突变幅度。

表 3 盐度突变对九孔鲍存活的影响

Tab. 3 Effect of sudden change of salinity upon survival of *H. diversicolor supertexta*

组别	降盐幅度	起止盐度	平均壳长 (cm)	平均体重 (g)	24h 内鲍的反应及存活	48h 内鲍的反应及存活
1	3	36 [→] 33	2.66	2.10	3h 后,腹足全部翻转朝下,活力正常,有摄食。	活力显著提高,摄食良好,触角伸出,不断爬行觅食。
2	6	36 [→] 30	2.55	2.00	3h 后,腹足全部朝下,触角伸出,有摄食迹象。	活力显著提高,摄食良好。
3	8	36 [→] 28	2.50	2.02	6h 后,全部翻转,腹足朝下,有摄食,但比上两组差。	活力显著提高,与正常鲍无异。
4	10	36 [→] 26	2.54	2.59	6h 后,全部翻转。有摄食,但较差。	活力有所提高。
5	12	36 [→] 24	2.61	2.00	9h 后,仅 8 只翻转过来,22h 后,剩 1 只未翻转,有摄食,但很差。	第 26h 后,全部翻转,虽活力比先前有所提高,但活力不佳。
6	14	36 [→] 22	2.39	1.75	12h 后,有 4 只翻转,22h 后,有 6 只未翻转,其余个体触之会动,仅个别摄食。以上各组存活率为 100%。	第 26h 后,仅 3 只未翻转,其余活力有所提高,直至第 48h 还剩 3 只未翻转,以上各组存活率为 100%。
7	16	33 [→] 17	2.98	3.18	4h 后,死 9 只,8h 后,又死 4 只,其余活力极差。存活率为 35%。	27h 后,全部死亡。

2.7 盐度变化对九孔鲍摄食的影响

在盐度渐变和突变实验中发现,在相同的盐度变化范围内,鲍在突变时的摄食量比渐变组的大,这可能是由于在渐变的 24h 内,盐度是在不断变化,鲍一方面要不断适应变化的新环境,另一方面由于人为不断地搅动水体调节盐度,可能会影响鲍的摄食,从而导致渐变组九孔鲍的摄食量比突变组的少,具体

的摄食结果见表 4。从表 4 还可看出, 无论是渐变还是突变, 盐度的变化幅度对九孔鲍摄食的影响非常显著, 鲍的摄食量是随着盐度变化幅度的加大而减少。

表 4 盐度变化对九孔鲍摄食的影响

Tab. 4 Effect of change of salinity upon food intake of *H. diversicolor supertexta*

项目	- 3		- 6		- 8		- 10		- 12	
	渐变	突变	渐变	突变	渐变	突变	渐变	突变	渐变	突变
残饵重量(g)	0.96	0.85	1.19	1.12	1.12	1.36	1.47	1.4	1.71	1.44
摄食量(g)	1.04	1.15	0.81	0.88	0.88	0.64	0.53	0.6	0.29	0.56
鲍的总重量(g)	63.6	60.2	59.6	60.7	59.7	46.5	42	40	47	51.7
日平均摄食率(%)	1.64	1.91	1.36	1.45	1.47	1.37	1.26	1.5	0.62	1.08

3 讨论

九孔鲍对盐度的变化有一定的适应能力, 在选择鲍的养殖海区时, 首先应考虑盐度在 27~ 35 范围内。从高盐度的海区购买苗种到盐度较低的海区进行养殖时, 要逐渐降盐驯化, 盐度渐变优于突变, 渐变过程可选择每 3~ 4h 降低 1, 这种驯化成活率可达 100%。瞬间盐度突变范围为 8 时, 虽然鲍在 24h 内未表现出明显的不适现象, 但由于长途运输, 苗种疲惫, 再加上盐度突变过大, 可能会对日后鲍的生长带来不良影响。在生产上盐度日渐变幅度控制在 8 以内较为安全, 根据九孔鲍对盐度突变的适应性, 在生产上盐度突变范围应尽量控制在 6 以内。

从不同盐度对九孔鲍的摄食、生长的影响试验可以看出, 其生存盐度范围为 20~ 38, 适宜的盐度为 25~ 35。当盐度高于 38 或低于 20 时, 摄食、生长、存活明显降低, 甚至引起死亡。这里值得一提的是, 当盐度为 25 时, 九孔鲍稚鲍仍然表现出较好的生长能力, 燕敬平^[8]指出杂色鲍的适盐范围为 28~ 35, 盐度低于 25 时, 生活不正常。九孔鲍是杂色鲍的一个亚种, 其适盐范围比杂色鲍宽一些。另外据报道, 九孔鲍年增长速率 k 值为 0.21, 杂色鲍的 k 值为 0.18, 因此可以认为九孔鲍是我国南方工厂化养殖的优良种类。

不同盐度下, 鲍摄食人工饲料不仅在数量上存在差异, 而且由于人工配合饲料在不同盐度下的吸水性不同将导致每日投饵的时间也存在一定差异。低盐海水, 人工饲料投喂后, 吸水很快, 饲料在短时间内就变得较软, 稚鲍易摄食; 高盐海水(盐度高于 33)中人工饲料吸水相对较慢, 可以适当提早投喂, 否则人工饲料吸水时间短, 比较硬, 稚鲍较难摄食。从投饵量来看, 盐度高于 35 或低于 25 时, 投饵量宜少不宜多; 在适盐范围内, 鲍的日投饵量一般控制在鲍体重的 2%~ 4% 左右。

参 考 文 献

- 1 王素平, 聂宗庆. 鲍人工饲料研究新进展. 台湾海峡, 1996, 15: 16~ 22
- 2 蔡英亚, 黄文清. 中国大陆的养鲍业. 养鱼世界(台湾), 1996, 12: 43~ 46
- 3 蔡英亚, 黄文清. 九孔鲍室内流水养殖. 湛江海洋大学学报, 1997, 17(1): 21~ 25
- 4 陈 锤. 鲍的人工养殖. 水产科技, 1997, 4: 17~ 21
- 5 杨鸿禧, 丁云源. 九孔繁殖与养殖试验. 台湾水产试验所试验报告, 1986, 40: 195~ 201
- 6 冯显逵, 王绍琰. 九孔鲍人工养殖管理技术要点及病害防治. 中国水产, 1998, 10: 34~ 35
- 7 陈弘成. 鲍的养殖. 养鱼世界(台湾), 1992, 16(1): 61~ 66
- 8 燕敬平. 鲍的养殖. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1997. 171~ 210