

侯文杰,周文玉,潘桂平,等. 溶氧水平对日本对虾耗氧能力与生理行为的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(2):190-192.

# 溶氧水平对日本对虾耗氧能力与生理行为的影响

侯文杰, 周文玉, 潘桂平, 毕 浩, 周裕华, 刘本伟, 张年国  
(上海市水产研究所,上海 200433)

**摘要:**研究了在海水养殖的环境条件下日本对虾的瞬时耗氧速率与时间、体重及溶氧水平的关系,测定了 5 种体重日本对虾的瞬时耗氧速率。结果表明:在盐度为 3‰、水温 25 ℃ 的环境下,日本对虾的瞬时耗氧速率随时间和水中溶解氧含量的降低而降低,随体重的增加而降低,呼吸类型属于顺应型。随着水中溶解氧含量和虾体瞬时耗氧速率的降低,日本对虾的运动能力逐渐减弱,当溶解氧 < 3 mg/L 时,应注意及时充氧,以免造成虾体不适。

**关键词:**日本对虾;瞬时耗氧速率;呼吸类型;溶氧量;生理行为

**中图分类号:** S945.4<sup>+</sup>5      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1002-1302(2014)02-0190-02

日本对虾(*Penaeus japonicus* Bate)俗称车虾、竹节虾,在山东、辽宁等地养殖发展得较快,目前已经形成了较完整的日本对虾苗种培育和养成体系,取得了较好的经济效益<sup>[1-2]</sup>。养殖水环境稳定是成功养殖日本对虾的保障,而丰富的溶解氧是维持良好水环境的重要因素之一。曾有资料报道溶氧对养殖品种的影响,如臧维玲等研究了凡纳滨对虾的瞬时耗氧速率与体长、溶氧水平的关系<sup>[3]</sup>;张煜等研究了淡水养殖凡纳滨对虾的瞬时耗氧速率与体长、溶氧水平关系<sup>[4]</sup>;还有部分学者开展了溶氧变化对鱼类游泳能力的影响研究,对鳊鱼、中华倒刺鲃幼鱼<sup>[5]</sup>、瓦氏黄颡鱼<sup>[6]</sup>、南方鲇<sup>[7]</sup>、鲫鱼<sup>[8]</sup>和锦鲤<sup>[9]</sup>等均有报道。在日本对虾的养殖过程中,尤其当自然水温较高、养殖密度较大、个体较大时,极易发生缺氧情况,从而造成重大经济损失。如果能够了解日本对虾随体长的增长对溶解氧需求的变化,便可合理地管理调控养殖水体中的溶解氧含量。目前尚未有关于溶解氧对日本对虾成虾耗氧速率的影响及随着溶解氧水平的变化日本对虾生理行为变化方面的研究,因此本试验拟研究达到商品规格的日本对虾的瞬时耗氧速率及其与溶解氧含量等的相关关系,通过观察随着溶解氧的变化日本对虾生理行为的变化,以期日本对虾的养殖生产、水质管理等提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于上海市水产研究所启东科研基地进行,试验用日本对虾为野生海捕虾,经人工暂养稳定后用于试验。所用海水为过滤沉淀后的自然海水,水温 25 ℃,盐度 3‰,试验容器为 5 L 的玻璃锥形瓶。

### 1.2 试验方法

收稿日期:2013-06-27  
基金项目:上海市农委科技兴农项目[编号:沪农科攻字(2009)第 5-6 号]。  
作者简介:侯文杰(1985—),男,山东烟台人,硕士,工程师,研究方向为渔业水环境及调控。E-mail:wjhou01@163.com。  
通信作者:潘桂平,高级工程师,研究方向为水产养殖和设施渔业。E-mail:gpan@126.com。

试验前向 5 L 玻璃锥形瓶中注入新鲜海水,插入用以采取测定溶解氧(碘量法)水样的玻璃导管,将玻璃锥形瓶置于 25 ℃ 的水浴环境中。试验选择 5 种不同规格的日本对虾,按个体大小分别在不同的玻璃锥形瓶内放入不同尾数的试验虾(表 1),以 3 cm 厚的液体石蜡封盖水面后开始试验。观察记录随着溶氧量的下降,日本对虾的运动状态、体色、呼吸频率等变化,并记录不同溶氧水平下对虾的呼吸频率;记录每次取水样的时间,试验结束后,称取体重(W),量取体长(L),根据各次取样时间及溶氧量变化求得日本对虾的耗氧量、瞬时耗氧速率及其与溶氧量之间的相互关系。

表 1 日本对虾的分组

试验组	体长 (cm)	体重 (g)	尾数 (尾)
1	8.20 ± 0.86	8.27 ± 0.86	5
2	10.87 ± 1.25	16.89 ± 1.54	4
3	12.88 ± 1.32	27.87 ± 1.89	2
4	13.02 ± 1.26	32.66 ± 2.32	2
5	15.04 ± 0.57	49.06 ± 1.78	2

## 2 结果与分析

### 2.1 不同溶氧水平下日本对虾生理行为的变化

在试验开始阶段,日本对虾由于环境改变或受惊吓等原因有明显的游动行为,游动持续时间约 1 min,之后虾体静止于容器底部,腹部游泳足间隔性长时间划水,划水频率较高,个体最小组约 150 次/min,个体最大组约 80 次/min。随着试验时间的延长,水中溶解氧含量逐渐降低,虾体基本呈静卧不动状态,在溶解氧含量降为约 4 mg/L 时,虾体腹部的游泳足偶有划水行为,但身体的活动幅度较小,用玻璃棒触碰仍可长时间划水;当水中溶解氧含量在 2 mg/L 以下时,虾体几乎不动,以玻璃棒触碰后其游泳足划水,划水频率无明显变化,但划水时间短到不足 5 s,划水随后静卧;在溶解氧含量降到 1 mg/L 以下时,部分虾体开始侧偏,触碰均无反应,仅颚足略有活动。整个试验期间的日本对虾体色、肌肉颜色未见明显变化。试验期间,随着溶氧含量的降低,对虾无弹跳或漂浮水面游泳的行为,可能是由于试验容器较小的缘故,因此不能简单作出结论并作为生产的依据。

## 2.2 日本对虾瞬时耗氧速率与时间的关系

以 5 个试验组日本对虾的单位耗氧量 ( $W$ , mg/g) 与时间 ( $t$ , h) 作回归方程, 结果见表 2。可以看出:  $W$  与  $t$  之间存在良好的相关性, 经显著性检验, 各方程均在  $\alpha=0.01$  水平下显著相关。将此相关方程进行微分 ( $dW/dt$ ), 可得各试验组日本对虾的瞬时耗氧速率与时间的相关方程。

表 2 日本对虾的单位耗氧量与时间的相关方程

试验组	相关方程	$dW/dt$	$r^2$
1	$W=0.3359t^{0.5393}$	$V=0.1811t^{-0.4607}$	0.9886
2	$W=0.2063t^{0.7159}$	$V=0.1476t^{-0.2841}$	0.9834
3	$W=0.2410t^{0.6994}$	$V=0.1686t^{-0.3006}$	0.9623
4	$W=0.2402t^{0.6446}$	$V=0.1548t^{-0.3554}$	0.9832
5	$W=0.1975t^{0.6139}$	$V=0.1212t^{-0.3861}$	0.9815

图 1 显示日本对虾的瞬时耗氧速率随时间的变化情况。可以看出, 在前 3 h, 随着时间的延长, 各试验组虾的瞬时耗氧速率明显降低; 3 h 后则较为平缓地降低, 并逐渐趋于平行, 这与臧维玲等<sup>[3]</sup>、张煜等<sup>[4]</sup>关于凡纳滨对虾瞬时耗氧速率的研究结果相一致。通过第 1 组、第 5 组与其他各组的比较可以发现, 随着体重的增加, 日本对虾的瞬时耗氧速率随之降低, 最小体重组的瞬时耗氧速率下降得最快, 最大体重组下降得最慢。董双林等曾指出, 日本沼虾的耗氧速率随体重增加而降低<sup>[10]</sup>, 本试验结果与其一致。蒋静南等对长刀额新对虾的研究<sup>[11]</sup>中也有类似结论。对此研究结果, 臧维玲等曾解释为幼小虾的耐低氧能力弱, 当水中的溶氧量较低时, 其生理活动强度随之较快地降低, 以致于瞬时耗氧速率也随之降低<sup>[3]</sup>。由于本试验用虾为人工暂养后的野生海捕虾, 其生理状况存在差异, 且在试验后期数据较小, 使得试验误差被放大, 导致试验的第 2、3、4 组的个别数据略有差异, 但不影响试验的整体趋势。随着时间的延长、溶解氧含量的降低、体重的增大, 日本对虾的瞬时耗氧速率也随着降低, 其呼吸类型属于典型的顺应型, 同时有较多的对虾经研究均属于顺应型的呼吸类型。但王良臣等指出, 对虾的耗氧率常因个体大小、活动情况、水温与盐度的高低以及水中溶氧量的多少而变化; 随着体重的增大, 耗氧量减少; 随着溶氧量的下降, 耗氧量反而增加<sup>[12]</sup>; 本试验的结果与其略有差异。

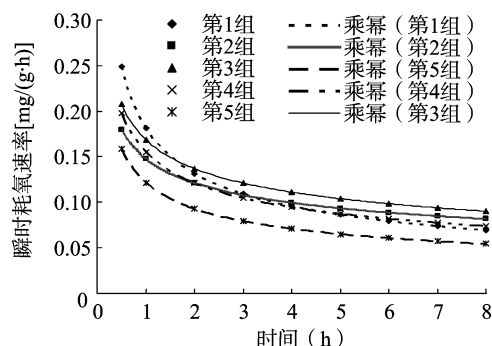


图 1 日本对虾瞬时耗氧速率与时间的关系

## 2.3 日本对虾的瞬时耗氧速率与溶氧量的关系

对瞬时耗氧速率与水中相应的溶解氧含量作回归分析, 得图 2。可以看出, 日本对虾的瞬时耗氧速率与水中的溶解氧含量存在良好的线性关系。各试验组对虾的瞬时耗氧速率

均随水中溶解氧含量的降低而明显降低, 说明溶解氧水平影响了日本对虾的呼吸耗氧, 且溶解氧越高其呼吸耗氧越强。根据 Fry 的观点, 鱼类的耗氧速率随溶解氧含量的增减而升降的呼吸型属于顺应型<sup>[13]</sup>, 因此本试验中日本对虾的呼吸类型为顺应型, 这与臧维玲、张煜等对凡纳滨对虾研究所取得的结论一致<sup>[3-4]</sup>。蔡露等对齐口裂腹鱼的研究发现, 齐口裂腹鱼的耗氧率首先维持平稳, 然后缓慢降低, 最后快速降低直至窒息, 属于氧调节型鱼<sup>[14]</sup>。在本试验的日本对虾中没有出现上述情况, 表明日本对虾不具有齐口裂腹鱼的无氧呼吸调节机制, 进一步支持了日本对虾的呼吸类型属于顺应型的结论。马海娟等也曾指出, 耗氧速率与溶氧的关系会因水生生物种类不同而有所差异, 即便是同种生物, 也会由于温度的不同而对其产生截然相反的影响<sup>[15]</sup>。通常情况下, 在越低的温度下生存的生物耐低氧能力越强, 因此在高温季节要注意溶氧变化, 做到适时、及时充氧。

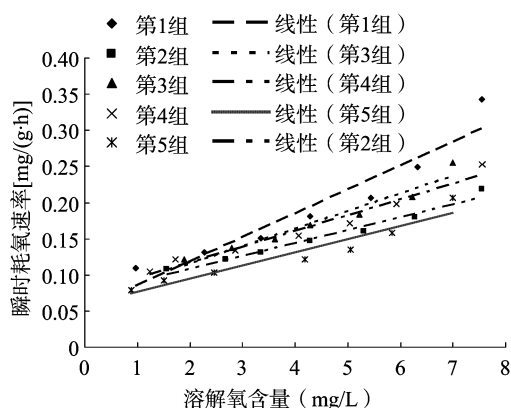


图 2 日本对虾瞬时耗氧速率与溶解氧含量的关系

## 3 结论与讨论

日本对虾的呼吸耗氧速率具有与河口养殖水虾相同的特点: 随着时间的延长、体重的增加、溶解氧含量的降低, 呼吸耗氧速率降低, 属于典型的顺应型呼吸类型。随着水中溶氧含量和虾体瞬时耗氧速率的降低, 日本对虾的运动能力逐渐减弱, 当溶解氧  $< 3$  mg/L 时应注意及时充氧, 以免造成虾体不适。

### 参考文献:

- [1] 任永超, 丛连政, 李延智, 等. 日本对虾引进及养殖试验报告[J]. 齐鲁渔业, 1992(6): 10-12.
- [2] 马云聪, 孟繁平, 吴连振, 等. 池养日本对虾试验报告[J]. 水产科学, 1993, 12(6): 20-22.
- [3] 臧维玲, 戴习林, 罗春芳, 等. 凡纳滨对虾瞬时耗氧速率和体长及溶氧水平的关系[J]. 上海水产大学学报, 2007, 16(2): 114-117.
- [4] 张煜, 臧维玲, 刘永士, 等. 淡水养殖凡纳滨对虾的瞬时耗氧速率与体长、溶氧水平关系研究[J]. 湖南农业科学, 2010(9): 136-139.
- [5] 赵文文, 曹振东, 付世建. 溶氧水平对鳊鱼、中华倒刺鲃幼鱼游泳能力的影响[J]. 水生生物学报, 2013, 37(2): 314-320.
- [6] 庞旭, 袁兴中, 曹振东, 等. 溶氧水平对瓦氏黄颡鱼幼鱼静止耗氧率和临界游泳运动能力的影响[J]. 水生生物学报, 2012, 36(2): 255-261.

宋春风,刘玉龙,刘启新. 明党参、川明参繁殖器官形态特征比较[J]. 江苏农业科学,2014,42(2):192-194.

# 明党参、川明参繁殖器官形态特征比较

宋春风<sup>1</sup>, 刘玉龙<sup>2</sup>, 刘启新<sup>1</sup>

(1. 江苏省中国科学院植物研究所, 江苏南京 210014; 2. 江苏省射阳中学生物组, 江苏射阳 224300)

**摘要:**明党参、川明参都是我国特有的伞形科单种属植物。根据果实压扁程度,前者隶属于芹亚科美味芹族,后者隶属于芹亚科前胡族。因为二者在根、茎、叶等外部形态和生态习性上有相似之处,长期以来被混淆。本研究选取明党参和川明参 2 个居群,对其繁殖器官的花序、伞幅数、伞幅长度、果实数量、果棱、果体颜色、油管分布以及合生面等外部特征进行观察和测量,以期为明党参、川明参的分类提供依据。

**关键词:**伞形科;川明参;明党参;繁殖器官;形态特征;分类

**中图分类号:** Q949.763.304;Q944 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)02-0192-03

明党参(*Changium smyrnioides* Wolff)、川明参(*Chuanminshen violaceum* Sheh et Shan)都是我国特有的伞形科单种属植物<sup>[1-2]</sup>,也是我国特有植物、传统中药植物<sup>[3-4]</sup>以及我国三级野生保护物种<sup>[5]</sup>。明党参隶属于芹亚科美味芹族(Frib. *Smyrnieae*),分布于江苏省、浙江省、安徽省、湖北省、江西省;川明参隶属于芹亚科前胡族(Frib. *Peucedaneae*),分布于四川省和湖北省等地<sup>[6-7]</sup>。明党参、川明参在伞形科区系地理和系统演化中具有特殊地位。明党参与川明参在根、茎、叶等外部形态和生态习性上有相似之处,在药性、药理、药效等方面也相近<sup>[8]</sup>,在民间常均被作为“明党参”入药,长期以来被混淆<sup>[9-10]</sup>。直到单人骅等发现二者之间的成熟果实压扁程度存在较大差异,才正式分为 2 个种类,并根据果实压扁程度将其划分为 2 个属,分别置于亲缘关系较远的美味芹族和前胡族中<sup>[6-7]</sup>,并延续至今。但对于明党参和川明参的分类地位和系统关系,近年来随着分子生物学研究的开展,基于部分 DNA 片段上的碱基对差异,认为二者之间的分子系统学关系远没有传统分类中那么远<sup>[10-12]</sup>,由此引起对原有明党参与川

明参分类关系的疑问。虽然果实压扁程度是区分明党参和川明参的关键性状,但对于花和果实繁殖器官等其他形态特征的相关研究尚未开展。本研究选取明党参和川明参 2 个居群,对其繁殖器官的花序结果、伞幅数、伞幅长度、果实数量、果棱、果体颜色、油管分布以及合生面等外部特征进行观察和测量,以期为明党参和川明参的分类提供依据。

## 1 材料与方法

明党参材料为江苏省南京市紫金山野生居群,川明参材料为四川省成都市青白江野生居群。取材时间为 2009 年 4—6 月,随机取样,测量伞幅数、伞幅长度,同时对生境进行观察和拍照,记录成熟期,并观察、记录果实数量、长度、宽度、厚度、颜色、果棱以及油管分布等外部形态。

## 2 结果与分析

### 2.1 明党参与川明参伞形花序的伞幅统计

为了进一步了解川明参与明党参的复伞形花序分布规律,选取明党参和川明参各 26 株为样本,对其主伞伞幅数、主伞伞幅长度、侧伞伞幅数、侧伞伞幅长度进行测量、计数,并用 SAS 软件进行分析。由表 1 可见,明党参与川明参在主伞伞幅数、侧伞伞幅数、侧伞伞幅长度方面没有显著差异,而在主伞伞幅长度方面存在显著差异,川明参主伞伞幅长度明显大于明党参。

### 2.2 明党参与川明参成熟果实性状分析

对野外调查收集到的明党参、川明参果实进行统计分析,

重对其代谢的影响[J]. 海洋与湖沼,1994,25(3):233-237.

[11] 蒋静南,吴湛霞. 刀额新对虾耗氧率、呼吸商和窒息点的研究[J]. 海洋渔业,1993(2):63-66.

[12] 王良臣,刘修业. 对虾养殖[M]. 天津:南开大学出版社,1991:141-142.

[13] Fry F E J. The aquatic respiration of fish[M]//The physiology of fishes. New York:Academic Press,1957:1-63.

[14] 蔡露,房敏,林少明,等. 溶氧对齐口裂腹鱼幼鱼呼吸代谢的影响[J]. 三峡大学学报:自然科学版,2013,35(1):81-84.

[15] 马海娟,臧维玲,崔莹. 温度对南美白对虾瞬时耗氧速率与溶氧水平的影响[J]. 上海水产大学学报,2004,13(1):52-55.

收稿日期:2013-06-14

基金项目:国家自然科学基金(编号:31100168)。

作者简介:宋春风(1979—),女,山东成武人,博士,助理研究员,主要从事植物分子生物学及植物系统演化研究。E-mail: cfsong79@cnbg.net。

通信作者:刘启新,研究员,主要从事伞形科植物分类研究。E-mail: naslqx@yahoo.com.cn。

[7] Zhang W, Cao Z D, Peng J L, et al. The effects of dissolved Oxygen level on the metabolic interaction between digestion and locomotion in juvenile southern catfish(*Silurus meridionalis* Chen) [J]. Comparative Biochemistry and Physiology: Part A Molecular & Integrative Physiology, 2010, 157(3): 212-219.

[8] 张伟,曹振东,付世建. 溶氧水平对鲫鱼代谢模式的影响[J]. 生态学报,2012,32(18):5806-5812.

[9] 付世建,李秀明,赵文文,等. 不同溶氧水平下锦鲤的运动和代谢适应对策[J]. 重庆师范大学学报:自然科学版,2010,27(3):14-18,26.

[10] 董双林,堵南山,赖伟. 日本沼虾生理生态学研究 I. 温度和体