

温度、溶解氧含量对中国对虾消化速度的影响^①

李 健 孙修涛 赵法箴

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266003)

外界环境因子对中国对虾(*Penaeus chinensis*)生长的影响已有不少报告。王克行等^[1]报告了仔虾生长适温是20~30℃, 超过32℃生长速度下降。杨丛海^[7]观察了5cm体长的幼虾也得出了相似的结果。郝斌等^[2]报告了中国对虾的耗氧率, 提出养殖水体溶解氧含量警戒线为 $1.00 \sim 2.00 \times 10^{-3}$ 。但环境因子对中国对虾消化速度影响的报告极少见到, 而在鱼类关于环境因子对消化的影响研究较多, Molnar 报告水温每上升10℃大口黑鲈的消化时间可缩短1/2^[6]。为了研究中国对虾在不同外界环境因子作用下的消化情况, 我们于1991年以对虾摄食饵料后的排粪次数、胃排空时间为指标, 探讨了不同温度、不同溶解氧含量条件下中国对虾摄食蛤肉、配饵后消化速度。这种方法能准确地、直观地表示对虾摄食饵料后消化的过程, 对养殖生产有一定意义。现将结果报告如下。

1 材料与方 法

实验在青岛市黄岛区盐业养殖公司进行, 实验用虾取自该公司养虾池, 暂养8d适应环境。实验前12h停止投饵, 使对虾饥饿至不排粪, 实验开始先向水族箱投饵, 使对虾摄食至饱胃不再摄食时, 吸出残饵, 然后随时记录各水族箱内对虾的排粪次数, 至完全排空为止。以平

均每尾虾排粪次数对时间作图。

1.1 不同温度对中国对虾消化的影响

实验过程中, 水温由WMZK-01型温度指示控制仪调节, 水温变化范围不超过 $\pm 0.5^\circ\text{C}$, 实验温度分20, 23, 26, 29, 32, 35℃6个梯度组, 每组使用10尾对虾, 对虾平均体长5.78cm。实验分两次进行, 第一次是使用新鲜蛤肉作为饵料, 第二次使用配合饵料(海马牌)作为实验用饵料。

1.2 不同溶解氧含量对中国对虾消化的影响

实验进行两次, 第一次是将平均体长7.97cm的14尾和平均体长7.00cm的20尾对虾, 分成实验组和对照组, 实验组溶解氧控制在2.5~3mg/L之间, 对照组连续充气, 使溶解氧达到饱和(7.9mg/L)。实验期间的水温为 $27 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 。第二次实验是将平均体长为8.1cm的对虾30尾, 分成三组, 各组溶解氧含量分别控制在 2.31 ± 0.13 , 2.77 ± 0.15 , 7.9mg/L(连续充气)。实验使用海马牌配合饵料, 水温控制在 $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$, 溶解氧含量由日本产U-7型水质分析仪测定。

① 本研究内容属农业部科研项目内容。

2 实验结果

2.1 中国对虾排粪行为的观察

一般体长 5.0~8.0cm 的对虾由空胃摄食至饱胃大约需要 15~20min。胃饱后 15~30min 随着饵料在胃肠内消化、移动开始排粪,因为对虾肠道较短,一次摄食后多次排粪。当胃肠内食物全部消化完了时排粪结束,相同体长对虾每次排出粪便长度大体相等。实验中记录的对虾排粪次数与饵料种类、环境条件有关。对虾摄食蛤肉后排粪次数 1.3~4.3 次,约 3.5h 完全排空;而摄食配饵后排粪次数达 9.0~11.2 次之多,约需 5.5h 完全排空。

表 1 不同温度组中国对虾摄食蛤肉后空胃比例(%)变化情况

温度(℃)	摄食蛤肉 2h				摄食蛤肉 2.5h			
	饱胃	半胃	残胃	空胃	饱胃	半胃	残胃	空胃
20	20	/	70	10	/	/	10	90
23	20	/	80	/	/	/	/	100
26	10	/	90	/	/	/	10	90
29	20	/	70	10	/	/	/	100
32	10	/	70	20	/	/	/	100
35	20	/	80	/	/	/	/	100

表 2 不同温度组中国对虾摄食配合饵料后空胃比例(%)变化情况

时间 (时:分)	温度(℃)					
	20	23	26	29	32	35
	空胃比例(%)					
2:45	0	10	10	20	60	70
3:00	0	20	10	20	60	80
3:15	10	20	30	40	70	90
3:30	20	30	30	40	70	90
3:45	30	40	50	40	70	100
4:00	40	50	60	60	80	/
4:20	50	70	80	80	90	/
4:35	70	80	80	90	100	/
4:50	80	90	90	100	/	/
5:05	90	90	100	/	/	/
5:30	95	100	/	/	/	/

2.2 温度对中国对虾消化的影响

2.2.1 对虾摄食蛤肉后的排粪次数

温度对中国对虾摄食蛤肉后排粪次数有明显影响,在 20,23,26,29,32,35℃ 条件下,平均每尾对虾排出粪便次数分别为:1.3,2.0,2.9,4.3,3.4,3.2 次。在投喂

海洋科学,1993 年 9 月,第 5 期

蛤肉后约 2.5h,对虾大多呈空胃状态,表 1 是各温度梯度组在 2.0,2.5h 空胃对虾所占的比例。

2.2.2 中国对虾摄食配饵后排粪次数

20,23,26,29,32,35℃ 各实验组对虾摄食配饵后平均每尾对虾排粪次数分别为:9.0,9.8,9.9,11.2,11.1,9.17 次。

在投喂配合饵料 5h 后,对虾大多呈空胃状态。各不同温度梯度组的对虾在摄食配饵后不同时间空胃对虾比例变化情况见表 2。

2.3 溶解氧含量对中国对虾消化的影响

2.3.1 溶解氧含量对对虾排粪次数的影响也是很明显的。在溶解氧 2.5~3.0mg/L 情况下,平均体长 7.97cm 的对虾排粪 5.3 次,为对照组的 42.4%,平均体长 7.02cm 的对虾排粪 8.8 次,为对照组的 57.1%,见图 1。

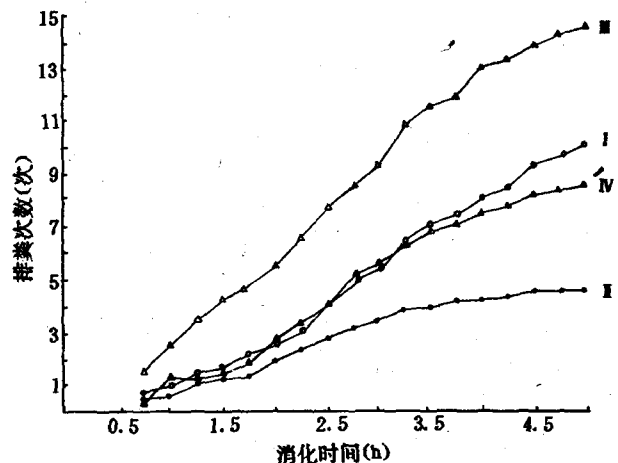


图 1 不同体长组对虾在不同溶解氧含量条件下的排粪次数

I. 连续充气(对虾平均体长 7.97cm); II. 溶解氧 2.5~3mg/L(对虾平均体长 7.97cm); III. 连续充气(对虾平均体长 7.02cm); IV. 溶解氧 2.5~3mg/L(对虾平均体长 7.02cm)

2.3.2 在溶解氧分别为 2.31±0.13, 2.77±

0.13, 7.9mg/L(连续充气)情况下,体长 8.15cm 的对虾平均排粪次数分别为 3.6, 7.2, 7.9 次,如图 2 所示。

3 讨论

实验中记录的对虾排粪次数,可以反应出对虾摄食饵料后的消化情况,具有两个方面含义。首先,排粪次数与对虾摄食量多少是相对应的,排粪次数多,说明对虾

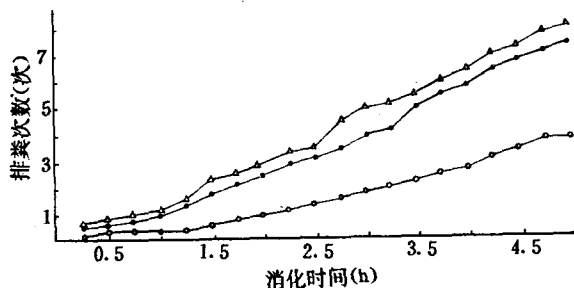


图2 不同溶解氧含量对中国对虾排粪次数的影响

1. 溶解氧 $2.31 \pm 0.13 \text{ mg/L}$; 2. 溶解氧 $2.77 \pm 0.13 \text{ mg/L}$; 3. 溶解氧 7.9 mg/L (连续充气)

摄食量较大。其次,排粪次数与对虾总消化时间(从摄食到消化、吸收完了的全过程)相一致^[6],可以做为消化过程的直观表示。因此,排粪次数作为研究对虾的摄食量、消化时间的指标,对于养殖生产的合理,科学投饵有一定意义。

中国对虾摄食蛤肉、配饵两种饵料后在不同温度条件下排粪次数规律相似。基本趋势是 29°C 组 $> 32^\circ\text{C}$ 组 $> 35^\circ\text{C}$ 组 $> 26^\circ\text{C}$ 组 $> 23^\circ\text{C}$ 组 $> 20^\circ\text{C}$ 组。可知 30°C 左右可能是对虾摄食消化的最适温度,这与报道的对虾生长最适温度基本一致^[1,7]。

对虾摄食蛤肉时,不同温度组对虾排粪次数相差悬殊, 20°C 组只有 29°C 组的 31.0% ;但全部对虾胃排空时间相差不明显。当对虾摄食配饵时,各温度组对虾排粪次数相差不大, 20°C 组是 29°C 组的 80.4% ,但对虾胃排空时间相差比较明显,如 32°C 组比 23°C 组要快 1h 。说明由于饵料性状不同,温度对中国对虾消化过程、速度影响效果也有差异。在鱼类的研究中也证实了这一点,用鱼粉喂杜父鱼、波罗的海鲑等鱼类时,在胃内消化 $5 \sim 6\text{d}$,而投喂钩虾只需 $3 \sim 3.5\text{d}$ ^[6]。所以,对于中国对虾摄食不同种类饵料的消化特性还应进一步研究,以提高饵料利用率,降低生产成本。

对虾摄食蛤肉、配饵两种饵料后排粪次数相差显著,在 $20 \sim 35^\circ\text{C}$ 的水温环境中,对虾摄食蛤肉的排粪次数只有 $1.3 \sim 4.2$ 次;而摄食配饵的则可达 $9 \sim 11$ 次之多。反应在消化时间上(从摄食到胃排空时间),投喂蛤肉的只需 3h ;投喂配饵的则需要 5h ,如果以总消化时间计算(到完全不排粪时间)还都要增加 0.5h 。这与包仲谦报道^[3]的中国对虾从摄食配饵到空胃约需 6h 基本相同。因此可以认为,对虾摄食配饵的消化时间比蛤肉要慢 2h 。天津农学院也报道对虾对不同饵料消化速度也不相同^①。造成这一差别的原因可能有以下几方面:首先,与对虾的摄食习性有关,在自然海区,对虾主要摄食鲜活饵料生物;其次,与对虾消化道内消化酶的种类、

数量有关^[5],除了对虾消化系统本身产生的消化酶外,鲜活饵料生物自身的一些消化酶也能帮助对虾消化;再次,饵料中干物质重量不同,配合饵料干物质要多于鲜活饵料。这就揭示我们在养殖生产中不同饵料、不同温度环境条件下,投饵次数及每次投饵数量分配也应有差别。以满足对虾生理需要,保证对虾正常生长。

溶解氧含量多少是目前制约对虾养殖生产的重要因素之一。在8月份高温季节,养殖池水体中溶解氧含量常常降到 $2.0 \sim 3.0 \text{ mg/L}$ 。陈一鸣^[4]曾报告 *Palaemon orientis* 的摄食率、生长率在水体中溶解氧含量达到饱和度和 40% 以上时,没有太大差异,但如降到 40% 以下时,摄食率、生长率均低下。本实验中溶解氧达 40% 饱和度的含量为 2.5 mg/L ,结合实验观察,我们认为中国对虾养殖水体中溶解氧含量在 3 mg/L 以上,对对虾摄食、消化影响不大;当降低到 2 mg/L 左右时将影响对虾的摄食、消化;溶解氧降低到 1.5 mg/L 时对虾几乎很少摄食。因此,在养殖生产中,当水体溶解氧含量过低时应适当减少投饵量,特别是高温季节,早晨投饵时间应适当推迟,最好太阳出来后开始投饵以减少残饵对养殖池的污染。

参考文献

- [1] 王克行等,1984. 海洋湖沼通报 4:42~46。
- [2] 郝斌,1985. 海洋湖沼通报 3:51~60。
- [3] 包仲谦等,1983. 水产科学 4:21~26。
- [4] 陈一鸣,1989. 养鱼世界(台湾) (1~3)。
- [5] 于书坤,1987. 海洋科学集刊 28:85~96。
- [6] 尾崎久雄著,李爱杰等译,1985. 鱼类消化生理(下册)。上海科学技术出版社,443~448。
- [7] Yang Conghai, 1990. Proceedings of an Asian-U. S. workshop on shrimp culture. 92-96。



① 天津农学院水产系对虾饵料组,1982. 关于对虾饵料消化速度的初步试验。