

文章编号: 1000-0615(2003)02-0119-05

杂色鲍与九孔鲍消化酶活力的比较

黄 勃¹, 王林桂¹, 李二超²

(1. 海南大学农学院, 海南 海口 570228;

2. 华东师范大学生命科学学院, 上海 200062)

摘要: 对人工养殖的、不同体长的杂色鲍与九孔鲍消化酶活力大小进行了研究。酶学分析表明, 无论是杂色鲍还是九孔鲍, 其纤维素酶随着鲍的体长的增大活性逐渐增强; 淀粉酶随着其体长的增大活性逐渐减弱; 脂肪酶活性均很小; 九孔鲍的纤维素酶活力和淀粉酶活力均大于相同体长的杂色鲍。

关键词: 杂色鲍; 九孔鲍; 消化酶; 活力

中图分类号: S917; Q55 文献标识码: A

Comparison on activity of digestive enzymes between *Haliotis diversicolor diversicolor* and *H. diversicolor aquatilis*

HUANG Bo¹, WANG Lin-gui¹, LI Er-chao²

(1. College of Agriculture, Hainan University, Haikou 570228, China;

2. College of Life Science, East China Normal University, Shanghai 20062, China)

Abstract: This paper deals with the digestive enzymes activities change of *Haliotis diversicolor diversicolor* and *H. diversicolor aquatilis* in different stages. The results suggest that the activities of cellulase increase with the growth of *H. diversicolor diversicolor* and *H. diversicolor aquatilis*, while the activities of amylase decrease with the growth of the *H. diversicolor diversicolor* and *H. diversicolors aquatilis*. Also, the activity of digestive enzymes in *H. diversicolors aquatilis* is higher than that in *H. diversicolor diversicolor*. And the activity of lipase is very low in both *H. diversicolor diversicolor* and *H. diversicolor aquatilis*.

Key word: *Haliotis diversicolor diversicolor*; *Haliotis diversicolor aquatilis*; digestive enzymes; activities

近几年, 由于养殖业的迅速发展, 养殖的品种逐渐增多。其中鲍的陆地水泥池养殖就是一种重大突破。这种养殖方式大大缩短了养成时间, 提高了产量, 也增加了经济效益^[1], 但存在的问题也很多, 其中饵料问题尤为突出。除此之外, 本文研究的杂色鲍(*Haliotis diversicolor diversicolor*)和九孔鲍(*Haliotis diversicolor aquatilis*) 在分类上还存在着很大的争议, 有的学者把九孔鲍作为一个亚种, 而有的学者则把九孔鲍当作杂色鲍, 但均未得到分类学家的公认, 不过它与杂色鲍之间在形态、生长等方面确有明显的差异, 尤其是个体的增长速率的 K 值, 杂色色鲍为 0.18, 九孔鲍为 0.21, 生产实践中也证实

收稿日期: 2002-07-08

资助项目: 海南省优秀中青年科研与教学奖励基金项目(HQK02); 教育部优秀青年基金项目资助(HN0301)

作者简介: 黄勃(1965-), 男, 湖南武冈人, 教授, 博士, 主要从事水产养殖等方面的研究。Tel: 0898-66281441, E-mail: huangboh1@

163.com

了九孔鲍的生长速度快于杂色鲍,在人工养殖的条件下,把壳长 10mm 的鲍苗养成 60mm 的商品鲍,九孔鲍和杂色鲍分别约需 13 个月和 17 个月^[1]。生物类群不同,消化酶活力也有差异^[2],本文对不同类群间的消化酶活力进行了研究,以期对杂色鲍与九孔鲍的类群归并及人工饵料的配制提供依据。

1 材料和方法

实验用材料于 2002 年 3 月取自海南省三亚市渔业贸易公司龙坡鲍基地,共分成平均体长为 0.7、1.0、1.4、5.4、6.0 和 7.1 cm 等 6 种。将 6 种样品去壳放入置于冰水混合物的研钵中进行充分研磨(1.4cm 以下整体研磨,其它的消化腺、胃和肠分开研磨制样)^[3]。研磨液在 0~4℃下,4000 r·min⁻¹离心 3 次,每次 5min,弃沉淀,取上清液测定各种消化酶活力。

1.1 纤维素酶活力的测定

纤维素酶活力的测定参考文献[3],其反应原理为纤维素酶从纤维素中分解出还原糖。还原糖又同 3,5-二硝基水杨酸发生反应,产生一种黄橙混合色,可通过用分光光度法测定其色深,来算出纤维素酶的活力。具体操作为将 1.0 mL 酶溶液滴入一支具有刻度的 25 mL 试管,置于水浴中加热至 40℃。加 4.0 mL 已预热的底物溶液,混合,精确 5min 之后加 1.0 mL 2 mol·L⁻¹氢氧化钠溶液和 2.0 mL 指示剂溶液,使反应终止。将试管置于沸水浴中,5min 后流水冷却。用蒸馏水定容到 20mL 后用分光光度计在 490nm 处以空白值参比测定吸光度。并以 1mL 灭活酶液代替作为空白对照。10 个纤维素酶单位相当于每分钟内释放出相当于 1 μ mol 葡萄糖的还原糖量时所需要的酶量。

1.2 淀粉酶活力的测定

淀粉酶活力测定参考文献[3],其原理为淀粉酶从淀粉中分解出还原物质。可以从它们与 3,5-二硝基水杨酸的还原反应能力来测定这些还原物质,以一水麦芽糖计算。其具体操作步骤为:用移液管将 1.0mL 底物溶液移入一试管,并加热至 25℃。加 1.0mL 酶溶液摇匀,保温 3min 后加 2mL 指示剂溶液,终止反应。将此溶液置于水浴中 5min 后,取出来置于冰水中或进行流水冷却,随后用蒸馏水定容至 20mL。用分光光度计在 490nm 处,以空值为参比测定其颜色深度。并以 1mL 灭活酶液代替作为空白对照。1 个淀粉酶单位相当于在规定条件下释放 1mg 还原碳水化合物(以一水麦芽糖计算)时所需的酶量。

1.3 脂肪酶活力的测定

脂肪酶活力测定参考文献[4]。脂肪酶为一种水解酶,在一定条件下,可以把甘油三酯脂肪逐步水解,最后生成甘油及相应的脂肪酸。用已知浓度的标准溶液对水解液进行滴定,即可定量求出脂肪酸的量,从而求出脂肪酶活力。具体操作步骤为:加 5mL pH 7.5、0.025 mol·L⁻¹磷酸缓冲液和 4mL 聚乙烯醇橄榄油乳化液于三角烧瓶中,置 40℃水浴中预热 10 min。加入酶液 1mL,40℃保温 15min,立即加入 15mL 95%的乙醇中止酶的反应。加酚酞指示剂 2~3 滴后以 0.05 mol·L⁻¹氢氧化钠标准溶液滴定到微红色,记下氢氧化钠溶液的消耗体积。并以 1 mL 灭活酶液代替作为空白对照。1 个脂肪酶单位相当于在试验条件下释放出 1 μ mol 醋酸所需的量。

2 结果与分析

从鲍苗到成体鲍,由食硅藻转为食人工配合饵料,从食鲜活的低蛋白植物性饵料转为食干燥的高蛋白植物性饵料,然后再以大型褐藻类为食,其食性发生了极大的转变,不同体长的鲍,对饵料的需求不同,其体内酶的活力必然也会相应的变化。

2.1 消化酶在杂色鲍和九孔鲍体内活性的变化

从表 1 和表 2 中可以看出,无论是杂色鲍还是九孔鲍,纤维素酶的活力都随着其体长的增大而增

强,而淀粉酶的活力都随着其体长的增大而减弱。这两种酶活性的变化,是与鲍长期以来的摄食习性相一致的。幼苗阶段,鲍苗以底栖硅藻(月形藻、舟形藻和卵形藻)、绿藻等为食,这些单胞藻类所含的淀粉相对较多,故幼苗阶段需要较高的淀粉酶活性。随着体长的增大,鲍的食物逐渐由大型藻类取代,这些藻类纤维素含量高,故需较高的纤维素酶活性。所以淀粉酶和纤维素酶活性的变化在一定程度上反应了鲍食性的转化^[5]。

2.2 杂色鲍和九孔鲍消化酶活性的比较

动物消化酶活力的高低直接影响着动物对营养物质的吸收利用程度^[9]。如表 3 所示,九孔鲍消化酶活性基本上都大于其相同体长的杂色鲍的消化酶活力。这说明九孔鲍在对食物的消化吸收方面相对于杂色鲍要强,因而增长的快。这与在对同一批的 203 个杂色鲍和 216 个九孔鲍的体长和体重的调查中,得出在相同的条件下九孔鲍要比杂色鲍长的快的结论相一致(表 4)。

表 1 不同体长的杂色鲍纤维素酶和淀粉酶活力

Tab. 1 Activity of cellulase and amylase of *H. diversicolor diversicolor*

活力/ mg 蛋白

生长阶段 stage	平均体长(cm) average length	采样部位 sampling area	纤维素酶活力 cellulase activity	淀粉酶活力 amylase activity
下板的杂色鲍苗 adultoid on pond bottom	0.7	整体 body	7.02±0.2	9.01±0.01
	1.0	整体 body	5.94±0.5	7.86±0.02
	1.4	整体 body	7.42±0.1	5.21±0.01
成鲍 adult abalone	5.0	肠 intestine	5.76±0.02	6.61±0.5
		胃 stomach	10.03±0.03	7.78±0.2
		消化腺 digestive gland	5.59±0.05	5.37±0.1
	6.0	肠 intestine	7.27±0.02	4.97±0.4
		胃 stomach	14.99±0.05	10.36±0.3
		消化腺 digestive gland	5.78±0.02	5.91±0.5
	7.1	肠 intestine	10.21±0.03	4.25±0.2
		胃 stomach	16.03±0.01	8.54±0.4
		消化腺 digestive gland	11.13±0.02	5.86±0.1

表 2 不同体长的九孔鲍消化酶活力的比较

Tab. 2 Activity of cellulase and amylase of *H. diversicolor aquatilis*

活力/ mg 蛋白

生长阶段 stage	平均体长(cm) average length	采样部位 sampling area	纤维素酶活力 cellulase activity	淀粉酶活力 amylase activity
下板的九孔鲍苗 adultoid on pond bottom	0.7	整体 body	7.08±0.2	9.45±0.01
	1.0	整体 body	6.57±0.5	8.32±0.02
	1.4	整体 body	7.96±0.1	6.00±0.01
成鲍 adult abalone	5.0	肠 intestine	6.00±0.02	6.62±0.5
		胃 stomach	10.24±0.03	6.91±0.2
		消化腺 digestive gland	8.21±0.05	6.51±0.1
	6.0	肠 intestine	9.26±0.02	5.66±0.4
		胃 stomach	15.04±0.05	7.79±0.3
		消化腺 digestive gland	10.07±0.02	5.49±0.5
	7.1	肠 intestine	9.46±0.04	4.12±0.2
		胃 stomach	15.78±0.02	7.68±0.4
		消化腺 digestive gland	10.66±0.02	5.24±0.1

表3 杂色鲍和九孔鲍消化酶活性的比较

Tab. 3 Comparison on activity of cellulase and amylase between

H. diversicolor diversicolor and *H. diversicolor aquatilis*

活力/ mg 蛋白

平均体长 (cm) average length	采样部位 sampling area	纤维素酶活力 cellulase activity		淀粉酶活力 amylase activity	
		杂色鲍	九孔鲍	杂色鲍	九孔鲍
		<i>H. diversicolor diversicolor</i>	<i>H. diversicolor aquatilis</i>	<i>H. diversicolor diversicolor</i>	<i>H. diversicolor aquatilis</i>
0.7	整体 body	7.02±0.2	7.08±0.2	9.01±0.01	9.45±0.01
1.0	整体 body	5.94±0.5	6.57±0.5	7.86±0.02	8.32±0.02
1.4	整体 body	7.42±0.1	7.96±0.1	5.21±0.01	6.00±0.01
5.0	肠 intestine	5.76±0.02	6.00±0.02	6.61±0.5	6.62±0.5
	胃 stomach	10.03±0.03	10.24±0.03	7.73±0.2	6.91±0.2
	消化腺 degestine gland	5.59±0.05	8.21±0.05	5.37±0.1	6.51±0.1
6.0	肠 intestine	7.27±0.02	9.26±0.02	4.97±0.4	5.66±0.4
	胃 stomach	14.99±0.05	15.04±0.05	10.36±0.3	7.79±0.3
	消化腺 degestine gland	5.78±0.02	10.07±0.02	5.91±0.5	5.49±0.5
7.1	肠 intestine	10.21±0.03	9.46±0.04	04.25±0.2	4.12±0.2
	胃 stomach	16.03±0.01	15.78±0.02	8.54±0.4	7.68±0.4
	消化腺 degestine gland	11.13±0.02	10.66±0.02	5.86±0.1	5.24±0.1

表4 杂色鲍和九孔鲍的雌雄比率与生长参数

Tab. 4 Sex ratio and growth parameters of

H. diversicolor diversicolor and *H. diversicolor aquatilis*

种类 species	平均体长 (cm) average length	平均体重 (g) average weight	雌雄比率 sex ratio
杂色鲍 <i>H. diversicolor diversicolor</i>	4.66	10.79	1.05
九孔鲍 <i>H. diversicolor aquatilis</i>	5.27	17.20	1.06

3 讨论

实验所用的九孔鲍与杂色鲍都是在同一养殖条件与养殖环境下进行,育苗时间为2000年10月,鲍苗阶段(1.4cm以前)主要摄食底栖硅藻,成鲍阶段主要投喂江蓠、麒麟,投喂量根据鲍的大小、水温度等情况而变化;在水温18~28℃,一般每日投饵量约为鲍体重的10%~13%。表4的

数据是在2002年1月测得。在个体生长过程中,不同体长的杂色鲍纤维素酶活力和淀粉酶活力有所差异,基本上表现出两种变化模式。其中纤维素酶活力随着个体的生长而增强,淀粉酶活力随着个体生长而减弱。纤维素酶活力和淀粉酶活力的变化与李太武等^[5]于1995年在皱纹盘鲍消化酶研究中的测定结果类似,由此说明不同消化酶有各自的调节机制。

鲍体内消化酶活力变化与其个体生长发育不同阶段的新陈代谢水平有关。个体的生长发育是伴随摄食量的增多、营养物质消化吸收率增高和营养物质积累的增多而实现的。完成这些复杂的过程需要有一个与之相适应的生理消化功能^[4]。因此,在鲍个体发育过程中,消化酶变化反映了其个体的食性和营养需求。

纤维素酶随着个体的生长而增大的模式表明,随着体长的增大,杂色鲍和九孔鲍对纤维素的消化能力大大增大,从而对含纤维素食物的需求量大大增加。所以在人工配制系列饵料时,应注意纤维素的含量一定要随着个体的生长有所增加。

结果表明,淀粉酶活力随着个体生长而减弱,但幅度不大。这说明幼苗阶段,鲍苗以底栖硅藻(月形藻、舟形藻和卵形藻)、绿藻等为食,这些单胞藻类所含的淀粉相对较多,故幼苗阶段需要较高的淀粉酶活性。随着体长的增大,鲍的食物逐渐由大型藻类取代,其淀粉酶的含量有所下降,其对淀粉酶活性的要求也随之降低。

实验还表明,九孔鲍的消化酶比其相同体长的杂色鲍的消化酶活性要高。这一结论,不但在一定程度上可以解释九孔鲍和杂色鲍为什么会有生长差异,也可以为九孔鲍和杂色鲍进一步分类和其饲

料的配制提供一定的参考价值。

结果还表明,无论是九孔鲍还是杂色鲍,其脂肪酶活力都很低,这与其日常对饵料的要求相一致,即杂色鲍和九孔鲍主要以植物性为饵料主,对动物性的食物没有特定的要求。至于胃蛋白酶,李太武等^[1]认为随着胃蛋白酶活性随着鲍的生长发育逐渐增大,到2龄鲍时期达到最高,本文没有对其作详细研究。

参考文献:

- [1] Chen C, Yan L X, Yan H B. Abalone aquaculture[M]. Guangzhou: Guangdong Science and Technology press, 1998. 6—7. [陈 锤, 严立新, 颜海波. 鲍类养殖[M]. 广州: 广东科技出版社, 1998. 6—7.]
- [2] Cen L Q, Gu X Y, You Z J, et al. Studies on the amylase activity of edible mollusks[J]. Studia Marina Sinica, 1997, 39(10): 71—80. [岑利权, 顾小英, 尤仲杰, 等. 几种食用贝类淀粉酶活性的初步研究[J]. 海洋科学集刊, 1997, 39(10): 71—80.]
- [3] Willtemac B. The determining method of the enzyme[M]. Beijing: China Light Industry Press, 1992. 31—107. [施特尔马赫. 酶的测定方法[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1992. 31—107.]
- [4] Zhu J, Cao K M, Zhou R Q, et al. The biochemical experiment[M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1981. 192—193. [朱 俭, 曹凯鸣, 周润琦, 等. 生物化学实验[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1981. 192—193.]
- [5] Li T W, Nie L P, Liu J P. Studies on the digestive enzymes activities of *Haliotis discus hannai* Ino[J]. Fish Sci, 1995, 14(5): 3—6. [李太武, 聂丽萍, 刘金屏. 皱纹盘鲍消化酶研究[J]. 水产科学, 1995, 14(5): 3—6.]
- [6] Tang H, Li S Q, Wang G Z, et al. The experimental studies on the digestive enzymes activities in the larvae of the mud crab *Scylla serrata* (Forsskål)[J]. J Xiamen Univ (Nat Sci), 1995, 34(1): 88—91. [汤 鸿, 李少菁, 王桂忠, 等. 锯缘青蟹幼体消化酶活力[J]. 厦门大学学报, 1995, 34(1): 88—91.]
- [7] Pan L Q, Wang G Q. Studies on digestive enzymes and amino acid of larval stage of *Portunus trituberculatus*[J]. J Fish China, 1997, 21(3): 246—250. [潘鲁青, 王奎琪. 三疣梭子蟹幼体消化酶活力及氨基酸组成的研究[J]. 水产学报, 1997, 21(3): 246—250.]