

不同投喂率对细鳞鲑(*Brachymystax lenok*) 幼鱼生长及体成分的影响*

徐革锋^{1,2} 刘洋¹ 李永发¹ 牟振波¹

(1. 中国水产科学研究院黑龙江水产研究所 黑龙江省冷水性鱼类种质资源及增养殖重点开放实验室
中国水产科学研究院冷水性鱼类增养殖生物学与鱼类生理学重点开放实验室 哈尔滨 150070;
2. 东北农业大学动物科技学院水产系 哈尔滨 150030)

提要 选取同一种进口鱒鱼标准饲料, 设 1.0%、2.0%、3.0%、4.0% 和 5.0% 共 5 个投喂率水平, 在溶解氧为 8.0—8.5mg/L、水温为(16±0.5)°C 的流水条件下, 对初始体重为 5.32—6.43g 的细鳞鲑幼鱼进行为期 35d 的生长实验。结果表明, 随着投喂率的增加, 相对增重率(WGR)和特定生长率(SGR)先升高后降低, 4.0% 处理组的这两项指标显著高于其它各处理组($P < 0.05$), 分别为 289.82 和 3.89; 饲料转化率(FCE)则呈现逐渐降低趋势, 2.0% 组的 FCE 最低, 5.0% 组最高。随着投喂率的增加, 细鳞鲑幼鱼鱼体水分含量呈下降趋势; 灰分含量无规律性变化; 粗蛋白含量保持在相近水平(除 1.0% 处理组); 粗脂肪含量无规律性变化, 但 3.0% 组显著高于其它各处理组, 4.0% 组鱼体粗脂肪含量最低。综合衡量 WGR、SGR 和 FCE 等指标, 认为细鳞鲑幼鱼(5—25g 体重)在密度为 300 尾/m³、水温为(16±0.5)°C 流水条件下, 最适宜的投喂率为 3.0%—4.0%。

关键词 细鳞鲑; 投喂率; 饲料转化率; 生长
中图分类号 S965

在自然界中, 由于食物分布在空间上的不均匀性、季节更替或环境剧变等原因, 生物经常因面临食物缺乏而受到饥饿胁迫(乔秋实等, 2011), 尤其一些野生珍稀鱼类最容易受到饥饿胁迫的影响。人们在珍稀鱼类进行保护的研究中, 要通过人工繁育才能获得可用于人工养殖或放流的后代。在培育幼鱼的过程中需研究合理的投喂量, 以促进幼鱼的生长和发育。而最适饲料投喂率的设定与水产动物的种类、数量、大小及环境生态因子等有关。随着鱼类的生长, 因饵料不足容易产生饥饿胁迫、个体间争斗、生存压力等负面作用, 进而导致个体生长参差不齐、死亡率升高, 因此必须不断调整饲料的投喂量; 而饵料过饱和则容易产生鱼类厌食、摄食能力下降以及破坏水体环境等不利因素, 不但增加了培育成本, 也不利于鱼

类生长。因此, 对于一些珍稀鱼类的苗种培育而言, 确定最适的饲料投喂率是非常重要的。目前, 国内外学者已对高首鲟(*Acipenser transmontanus*)(Cui *et al.*, 1995)、虹鳟(*Salmo gairdnerii*)(Austreng *et al.*, 1987)、中华鲟(*Acipenser sinensis*)(肖慧等, 1998)、施氏鲟(*Acipenser schrenckii*)(赵吉伟等, 2004)和中国花鲈(*Lateolabrax maculatus*)(朱秋华等, 2004)等鱼类的饵料投喂量进行了相关研究, 但对于名贵的鲑科鱼类的相关研究尚处于空白。

细鳞鲑(*Brachymystax lenok*), 隶属鲑科、鲑亚科(Salmoninae)、细鳞鲑属(*Brachymystax*), 是我国珍稀的土著冷水性鱼类, 国家二级保护动物, 属于易危等级(汪松, 1998)。有关细鳞鲑幼鱼的人工繁育(徐革锋等, 2007)、生物学(马波等, 2005; 王荻等, 2010)、疾

* “十二五”农村领域国家科技计划, 2012BAD26B05 号; 国家科技支撑计划, 2012BAD25B10 号; 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项, HSY201312 号。徐革锋, 助理研究员, 在读博士, E-mail: xgffish@yahoo.com.cn

通讯作者: 牟振波, 研究员, E-mail: mouzhenbo@163.com

收稿日期: 2012-01-23, 收修改稿日期: 2012-03-15

病防治(刘洋等, 2011)和饲料营养(刘洋等, 2010)的报道较多, 但未见细鳞鲑幼鱼适宜投喂率的研究报道。作者通过本实验, 旨在研究不同投喂率对细鳞鲑幼鱼的生长、存活率及体组成的影响, 以确定细鳞鲑在幼鱼阶段的适宜投喂率。

1 材料与方法

1.1 实验鱼

细鳞鲑(*Brachymystax lenok*)亲本采捕于黑龙江流域虎头江段, 野生亲本经过人工培育达到性成熟, 于 2011 年通过外源性激素药物诱导催熟、催产获得繁殖后代, 实验幼鱼的初始体重为 5.67—6.43g, 体长为 7.95—9.02cm。

1.2 实验环境与饲料参数

实验在中国水产科学研究院黑龙江水产研究所实验区的精确控温水族箱内进行, 水温为(16±0.5)℃, 底层过滤循环水, 24h 不间断充氧, 溶解氧 8.0—8.5mg/L, pH 7.0—7.3。水族箱为长方形(50cm×50cm×50cm), 水深为 40cm, 水流量为 2.5—3.0L/min。

选用进口智利的鲑鱼专用幼鱼饲料, 粒径 1.2mm, 饲料总能量 20.76MJ/kg, 可消化能量 18.34MJ/kg。

1.3 实验设计与分组

实验共设 5 个处理组, 每组设 3 个平行, 按每个测量周期的幼鱼平均体重的 1.0%、2.0%、3.0%、4.0%、5.0%作为各处理组的投喂率。每 3 个独立分隔的小缸子为一个处理组, 每一平行组 30 尾鱼。试验期为 35d(5 周), 每 7d(1 周)为一个测量周期, 测定鱼体长、体重, 并调整投喂量。每日投喂 2 次, 分别在 8:00 和 14:00, 每次投喂 40min, 并记录残饵情况。

1.4 样品测定方法

实验结束时分别测定各处理组鱼的体长和体重, 并从各组中分别随机取 10 尾, 用作鱼体营养成分分析。参照 Badiani 等(1996)的分析方法, 用苯氧乙醇将实验鱼深度麻醉致死, 然后置于冰上, 去其头部和内脏, 取去皮、去骨以及皮下的脂肪层后的白肌待测。将所取肌肉样品在 70℃下烘干至恒重, 测得水分含量; 采用凯氏定氮法测定样品的总氮含量, 然后将测定结果乘以 6.25 得粗蛋白含量; 采用索氏抽提法测定脂肪含量; 将样本在马福炉中焚烧(550℃)测定灰分含量。

1.5 数据统计处理方法及其公式

参照李文龙等(2011)的方法, 将细鳞鲑幼鱼的相对增重率(WGR)、特定生长率(SGR)和饲料转化率

(FCE)分别采用以下公式计算:

$$WGR(\%) = 100 \times (W_1 - W_0) / W_0$$

$$SGR(\%) = 100 \times (\ln W_1 - \ln W_0) / t$$

$$FCE(\%) = 100 \times (W_1 - W_0) / TF$$

式中, W_0 、 W_1 分别为试验初始体重和终末体重(g), TF 为总投饲量(g), t 为试验时间(d)。数据采用 SPSS11.0 软件进行统计分析, 结果以算术平均值±标准差($\bar{X} \pm S.D.$)表示, 各处理组相应的数据经方差分析(ANOVA), 若差异显著再作 Duncan 氏多重比较检验组间的差异。

2 结果与分析

2.1 不同饲料投喂率对于细鳞鲑幼鱼生长的影响

经过 5 周的实验, 细鳞鲑幼鱼的体重和体长的相关数据见表 1, 其 WGR、SGR 和 FCE 见表 2。在实验周期内, 各个处理组幼鱼的生长速率均不断加快, 但存在不同程度的差异(表 1)。

2.2 不同饲料投喂率对细鳞鲑幼鱼各项生长评价指标的影响

不同饲料投喂率(feeding rate, FR)对于细鳞鲑幼鱼生长的影响较为明显(表 2), 在 1.0%—4.0%组, 投喂水平与 WGR 和 SGR 均呈正相关性, 与 FCE 呈负相关性, 各组无剩余残饵; 5.0%组属于过饱和投喂水平, 残饵率达到 30%—50%, 投喂率与 WGR 和 SGR 呈负相关性, 与 FCE 呈正相关性。但不同饲料投喂率对 5—25g 的幼鱼死亡率无显著影响。

将投喂率(FR)与 SGR 进行多项式拟合表明:

$$SGR = -0.378FR^2 + 2.61FR - 0.929 \quad (R^2 = 0.923)$$

该拟合曲线呈倒“U”型(图 1), 根据趋势线显示, 最佳的投喂率应为 3.0%—4.0%。由表 1 数据推算, 除 2.0%组和 5.0%组的最快生长速率分别出现在第 5 周和第 4 周外, 其它各组的最快生长速度均出现在第 2 周。

2.3 不同饲料投喂率对于细鳞鲑幼鱼体成分的影响

实验结束时细鳞鲑幼鱼肌肉营养组成变化见表 3。随着饲料投喂率的增加, 鱼体水分含量呈降低趋势; 灰分含量变化无规律性, 但 5.0%组的显著高于其它各组($P < 0.05$); 1.0%组处理组的粗蛋白含量显著低于其它各组($P < 0.05$); 3.0%组粗脂肪含量显著高于其它处理组($P < 0.05$)。

3 讨论

鱼类的生长发育主要受水温高低、饵料丰度、养殖密度等的环境因子的影响, 尤其在幼鱼阶段, 如果缺乏适宜的环境条件, 其生长就会受到严重的限制。

表 1 各周细鳞鲑幼鱼体重和体长的增长变化(%)
Tab.1 The changes (%) of body weight (BW) and body length (BL) of juvenile *B. lenok* in each week

时间	项目	处理组(%)				
		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
第 0 周	BL	8.37±0.49 ^a	7.95±0.61 ^b	8.57±0.28 ^a	8.99±0.43 ^a	9.02±0.27 ^c
	BW	5.67±0.71 ^a	5.32±0.57 ^a	5.85±0.48 ^a	6.27±0.96 ^a	6.43±0.70 ^a
第 1 周	BL	8.69±0.17 ^a	8.77±0.44 ^a	9.24±0.51 ^a	9.36±0.67 ^b	9.69±0.43 ^b
	BW	5.49±0.54 ^a	5.76±0.90 ^a	6.81±0.78 ^b	8.23±1.52 ^b	8.29±1.21 ^b
第 2 周	BL	8.97±0.24 ^a	9.26±0.51 ^a	10.04±0.37 ^b	10.74±0.58 ^b	10.02±0.37 ^b
	BW	6.50±0.67 ^a	7.36±0.93 ^b	8.97±0.82 ^c	11.51±2.06 ^d	9.23±1.26 ^c
第 3 周	BL	9.21±0.31 ^a	9.88±0.46 ^a	10.69±0.60 ^a	11.49±0.60 ^b	10.45±0.56 ^a
	BW	6.85±0.90 ^a	8.42±1.20 ^b	11.64±1.38 ^c	14.70±2.13 ^d	10.95±1.66 ^c
第 4 周	BL	9.74±0.39 ^a	10.56±0.56 ^a	11.6±0.69 ^b	12.29±0.60 ^c	11.18±0.53 ^b
	BW	7.91±0.90 ^a	10.96±1.05 ^b	14.70±1.92 ^c	18.38±3.05 ^d	13.05±2.44 ^c
第 5 周	BL	10.41±0.30 ^a	11.51±0.61 ^b	12.64±0.71 ^c	13.71±0.61 ^d	11.82±0.91 ^b
	BW	9.24±0.77 ^a	12.88±1.05 ^b	17.09±3.02 ^c	24.65±3.40 ^d	15.58±3.98 ^c

注: 同一行数值中右上角不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)

表 2 不同投喂率对细鳞鲑幼鱼 WGR、SGR、FCE 的影响
Tab.2 The effects of feeding rates on WGR, SGR, FCE of juvenile *B. lenok*

生长指标	处理组(%)				
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
WGR(%)	63.35 ^a	154.70 ^b	215.68 ^c	289.82 ^d	142.29 ^b
SGR(%)	1.40 ^a	2.67 ^b	3.28 ^c	3.89 ^d	2.53 ^b
FCE(%)	146.88 ^a	64.47 ^b	33.12 ^c	20.15 ^d	20.20 ^d

注: 同一行数值中右上角不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)

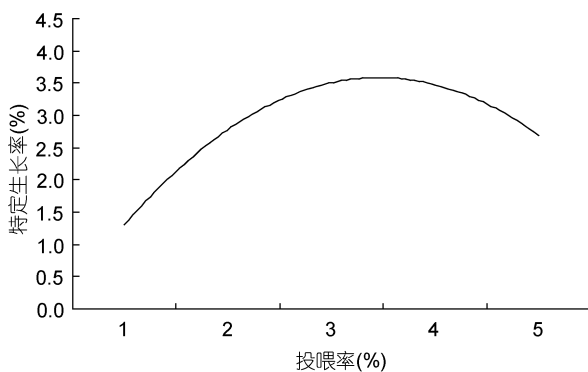


图 1 特定生长率与投喂率的关系

Fig.1 The relationship between SGR and FR of juvenile *B. lenok*

本研究将最适温度 16℃ 和中低养殖密度作为恒定因子, 利用不同饲料投喂率作为影响细鳞鲑幼鱼生长的外因变量, 摸索该鱼的最适生长的投喂条件, 从而优化饵料的利用率与幼鱼培育的性价比。

3.1 不同饲料投喂率对细鳞鲑幼鱼生长及饲料利用率的影响

研究结果表明, 在水温、密度、溶氧以及光照等环境因子达到均一而稳定的条件下, 不同饲料投喂率对细鳞鲑幼鱼的生长性能和饲料利用率产生了不同程度的影响。高的 FCE 和生长效率都是评价鱼类生长好坏的指标, 尽管较低的投喂率能使实验鱼获得较高的 FCE, 但实验鱼的生长性能并不能达到最好; 相反, 较高的投喂率和较低 FCE 却使实验鱼获得了最快的生长速率。一般情况下, 较低的投喂率会导致实验鱼摄食量不足, 从而产生一定程度的饥饿胁迫, 长此以往必然会造成鱼类营养的缺乏和应激反应。在这种情况下, 较高的 FCE 并不能完全补偿营养的不足。这与赵吉伟等(2004)和李文龙等(2011)获得的结论相一致。而对白鲟(1995)、鲈(Fiogbe *et al*, 2003)以及黑鲟(楼宝等, 2007)的研究也表明, 鱼类的摄食量及消化吸收有一定限度, 即存在一个最适和最经济的投喂率, 过高不但不会获得最佳的生长速度, 而且会造成饲料的浪费, 并伴有水环境的污染, 增加养殖成本。各处理组细鳞鲑幼鱼的 WGR、SGR 和 FCE 分别为 63.35—289.82、1.40—3.89、20.15—146.88, 与施氏鲟(赵吉伟等, 2004)、达氏鳊幼鱼(李文龙等, 2011)和黑鲟(楼宝等, 2007)的研究结果存在差异, 这主要与实验鱼的生长阶段、食性以及生长特点有关。尽管有差异, 但结果的规律性是相一致的。

鱼类的食物竞争与环境的饵料丰度存在密切关系(Swain, 1999), 因此投喂率的高低将影响鱼类对食

表 3 不同饲料投喂率对细鳞鲑幼鱼体成分的影响
Tab.3 The effects of feeding rates on body composition of juvenile *B. lenok*

处理组(%)	水分(%)	灰分(%)	粗蛋白(%)	粗脂肪(%)
1.0	77.80±0.15 ^a	2.85±0.015 ^b	14.92±0.018 ^c	1.11±0.011 ^c
2.0	76.12±0.21 ^a	2.28±0.051 ^c	18.24±0.025 ^a	1.32±0.013 ^b
3.0	76.23±0.19 ^a	1.92±0.023 ^d	17.83±0.031 ^b	4.45±0.230 ^a
4.0	77.05±0.25 ^a	2.86±0.025 ^b	18.27±0.015 ^a	0.82±0.013 ^d
5.0	75.27±0.28 ^a	3.59±0.042 ^a	17.79±0.034 ^b	1.37±0.018 ^b

注: 同一行数值中右上角不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

物的竞争程度。本研究表明, 高投喂率(5.0%投喂组)导致了细鳞鲑幼鱼对食物的竞争程度降低, 生长速度减慢, 厌食行为明显, 且残饵率较高, 污染水体; 而低投喂率组(1.0%—4.0%处理组)由于饵料丰度适宜或缺乏, 各组幼鱼对食物的竞争程度激烈, 表明选择适宜的投喂率将对幼鱼的生长产生极大的促进作用, 同时也提高了饲料利用率。

3.2 不同饲料投喂率对细鳞鲑幼鱼体组成成分含量的影响

研究结果表明, 随着投喂率的增加鱼体水分含量呈下降趋势, 而粗蛋白含量存在显著性差异, 但变化不大(除 1.0%处理组)。这与在李文龙等(2011)对达氏鳢幼鱼的研究结果一致, 但与赵吉伟等(2004)对施氏鲟的研究不同。不同处理组(除 1.0%处理组)幼鱼体成分粗蛋白含量保持在一定水平, 说明饲料中的总能量完全能保证幼鱼生长, 且饲料中的碳水化合物被优先利用, 因此保证了其它个处理的鱼体组成粗蛋白含量的相对恒定, 而 1.0%组是由于饲料投喂量不足, 导致饲料总能量低于鱼体生长所需能量, 导致摄入的蛋白也被转化为动能, 进而被消耗掉, 因此 1.0%处理组的鱼体成分粗蛋白含量显著低于其它各组。5.0%处理组的鱼体灰分含量显著高于其它各组, 3.0%处理组最低。各个处理组的鱼体粗脂含量存在显著性差异, 但 3.0%处理组的含量最高, 4.0%处理组最低, 根据生长数据可以看出, 3.0%—4.0%投喂率最有利于细鳞鲑幼鱼的生长, 但其鱼体粗脂肪含量差别迥异, 这可能与鲑科鱼的特殊消化能力有关, 4.0%处理组鱼类可能利用了摄入的脂类已达到最好的生长势能, 而 3.0%处理组可能利用了部分摄入的蛋白, 而以脂肪的形式储存了能量。

3.3 细鳞鲑幼鱼的适宜投喂率

在鱼类苗种培育过程中, 对最适投喂率的研究一直是最为重要的内容。投喂率过低或过高都会对鱼类生长和养殖成本产生不利影响。一般而言, 投喂率

随着鱼体重的增加、水温的降低和饲料蛋白的升高而降低(谢小军等, 1992; 刘勇等, 2005)。而鱼类的摄食率与水温、养殖密度和饲料蛋白质含量等都有着密切的关系, 因此本研究将水温、溶氧和密度等环境因子固定, 从而探讨单一因子(投喂量)对细鳞鲑幼鱼生长的影响, 以确定最适投喂率。由于最适投喂率与 WGR 和 FCR 两个主要指标密切相关, 再结合 SGR 与 FR 的相关性模拟分析, 可以推断出细鳞鲑幼鱼的最适投喂率应为 3.0%—4.0%, 这与 Austreng 等(1987)对虹鳟的研究结果相近, 他认为 15℃条件虹鳟的最适投喂率为 3.5%。通过 FR 与 SGR、FCE 的相关性分析发现, 过高或过低的投喂率会导致幼鱼的饲料效率下降, 且严重阻碍其生长发育。因此, 最适投喂率应满足在最短实验时间内达到 WGR 和 SGR 的峰值, 且饲料转化率低。

参 考 文 献

- 马 波, 尹家胜, 李景鹏, 2005. 黑龙江流域两种细鳞鲑的形态学比较及其分类地位初探. 动物分类学报, 30(2): 257—260
- 王 荻, 徐革锋, 刘 洋等, 2010. 乌苏里江流域尖吻细鳞鲑及钝吻细鳞鲑群体遗传多样性分析. 上海水产大学学报, 19(1): 19—23
- 朱秋华, 钱国英, 许梓荣, 2004. 投饲率对鲈鱼生长和体成分的影响. 浙江农业学报, 16(6): 384—388
- 乔秋实, 蒋广震, 刘文斌等, 2011. 周期性饥饿再投喂对建鲤 (*Cyprinus carpio* var. Jian) 生长、体组成、消化酶的影响. 海洋与湖沼, 42(3): 367—373
- 刘 洋, 徐革锋, 牟振波等, 2010. 黑龙江水系细鳞鱼肌肉营养成分分析与品质评价. 营养学报, 32(1): 99—100
- 刘 洋, 徐革锋, 谷 伟等, 2011. 细鳞鱼气单胞菌的分离、鉴定及药敏试验. 大连海洋大学学报, 26(3): 277—280
- 刘 勇, 孙 耀, 2005. 不同大小玉筋鱼摄食、生长和生态转换效率的比较. 海洋湖沼通报, (1): 73—78
- 李文龙, 韩 英, 鲁宏申等, 2011. 不同投饲率对达氏鳢幼鱼生长及体成分的影响. 东北农业大学学报, 42(12): 114—117
- 肖 慧, 文志豪, 胡亚平, 1998. 中华鲟幼鲟的适宜投喂率研

- 究. 水产科技情报, 25(6): 248—249
- 汪 松主编, 1998. 中国濒危动物红皮书(第1版). 北京: 科学出版社, 29—37
- 赵吉伟, 邱岭泉, 杨雨辉等, 2004. 不同投饲率对施氏鲟幼鱼生长及体成分的影响. 中国水产科学, 11(4): 375—377
- 徐革锋, 夏大明, 姚德鑫等, 2007. 不同饵料对细鳞鱼仔鱼开口驯化的比较. 水产学杂志, 20(2): 7—11
- 谢小军, 孙儒泳, 1992. 南方鲇的最大摄食率及其与体重和温度的关系. 生态学报, 12(3): 225—231
- 楼 宝, 毛国民, 骆季安等, 2007. 不同投饲率对黑鲟生长及体成分的影响. 上海水产大学学报, 16(3): 230—235
- Austrang E, Storebakken T, Asgard T, 1987. Growth rate estimates for cultured Atlantic salmon and rainbow trout. Aquaculture, 60: 157—160
- Badiani A, Anfossi P, Fiorentini L *et al*, 1996. Nutritional composition of cultured sturgeon (*Acipenser* spp.). Journal of Food Composition and Analysis, 9: 171—190
- Cui Y, Hung S S O, 1995. A prototype feeding-growth table for white sturgeon. Journal of Applied Aquaculture, 5(4): 25—34
- Fiogbe E D, Kestemont P, 2003. Optimum daily ration for Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.) reared at its optimum growing temperature. Aquaculture, 216: 243—252
- Swain D P, 1999. Changes in the distribution of Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the southern Gulf of St. Lawrence—effects of environmental change or change in environmental preferences? Fish Oceanogr, 8: 1—17

EFFECT OF FEEDING RATE ON GROWTH AND BODY COMPOSITION OF JUVENILE *BRACHYMYSTAX LENOK*

XU Ge-Feng^{1,2}, LIU Yang¹, LI Yong-Fa¹, MOU Zhen-Bo¹

(1. Heilongjiang River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences; Key Opening Laboratory of Cold-Water Fish Germplasm Resource and Aquaculture & Enhancement, Heilongjiang Province; Key Opening Laboratory of Cold-Water Fish Enhancement Biology & Physiology, Harbin, 150070; 2. College of Animal Science and Technology, Northeast Agricultural University, Harbin, 150030)

Abstract A 35-days feeding experiment was conducted to investigate the effect of feeding rate on growth and body composition of *Brachymystax lenok* (Pallas) juvenile which fed a commercial salmon diet. The body weight of fish was from 5.32g to 6.43g which were fed at 5 different rates of 1.0%, 2.0%, 3.0%, 4.0% and 5.0% body weight/day. The water dissolved oxygen was 8.0—8.5mg/L and the water temperature was (16±0.5)°C. The results indicated that weight gain rate (WGR) and specific growth rate (SGR) firstly increased and then decreased with the increase of feeding rate (FR). The WGR and SGR of 4.0% group were 289.82 and 3.89, respectively, both of them were significantly higher than the other groups ($P<0.05$). Feed conversion efficiency (FCE) was in a gradually decreasing trend, the lowest one was the 2.0% group and the highest one was the 5.0% group. With the increase of FR, the moisture of fish was decreased, the ash of fish was irregularly changed, and the protein of fish keep in similar level except 1.0% group. The fat of fish was also irregularly changed, however the 3.0% group was significantly higher than other groups and the lowest one was the 4.0% group. Based upon the WGR, SGR and FCE data, the optimal FR was 3.0%—4.0% for juvenile *B. lenok* (5—25g body weight) at the water temperature of (16±0.5)°C in 300/m³ density.

Key words *Brachymystax lenok*; feeding rate; feed coefficient ratio; growth