



引言

瓦氏雅罗鱼 (*Leuciscus waleckii*) 又称东北雅罗鱼, 地方俗称滑子鱼、沙包子、浮子鱼, 隶属于鲤形目、鲤科、雅罗鱼属, 在我国北方地区的黑龙江、辽河、黄河及内蒙古的达里诺尔湖等水域中皆有分布, 是东北地区重要土著经济鱼类。瓦氏雅罗鱼是我国东北地区重要的土著经济鱼类, 属“三花五罗”中“五罗”之一, 其肉质细嫩、营养丰富, 市场价格常年在20~30元/kg, 具有很好的市场发展潜力。

本试验主要研究不同蛋白质水平的配合饲料对瓦氏雅罗鱼的生长表现、肌肉品质、消化酶活性以及非特异性免疫酶的影响, 综合分析其生长阶段蛋白质的最适需求, 以期为瓦氏雅罗鱼人工配合饲料的研制提供基础数据支持。

材料与方 法

试验饲料以鱼粉为动物蛋白源, 以豆粕、菜粕、棉粕、面粉、DDGS为主要植物蛋白源, 配置为粗蛋白质含量分别为25.68%、29.84%、34.52%、39.04%、43.12%的等脂饲料(见表1)。

试验选取平均初始体重为(49.42±5.39)g的健康瓦氏雅罗鱼养殖周期为8周。随机分成5组, 每组3个重复, 每个重复40为鱼。养殖结束后, 随机选择6尾鱼, 测量其生长性状, 取其背部肌肉、肠道、肝脏等组织备用。

检测指标: 生长指标、肌肉常规营养成分、消化酶活性、非特异性免疫酶活性。

表1 试验饲料组成及营养成分

项目	饲料蛋白水平				
	25.68%	29.84%	34.52%	39.04%	43.12%
鱼粉/%	3	11	20	29	38
豆粕/%	24	24	24	24	24
菜粕/%	9	9	9	9	9
棉粕/%	5	5	5	5	5
面粉/%	30	22	13	10	10
DDGS/%	8	8	8	8	5
米糠/%	16	16	16	10	4
预混料 ¹ /%	5	5	5	5	5
粗蛋白质/%	25.68	29.84	34.52	39.04	43.12
粗脂肪/%	5.63	5.84	5.28	5.3	5.54
灰分/%	6.77	7.41	7.6	7.86	7.23
水分/%	14.3	14.8	14.6	15.5	14.3

结果

表2 不同蛋白水平对瓦氏雅罗鱼生长和饵料系数的影响

指标	饲料蛋白水平				
	25.68%	29.84%	34.52%	39.04%	43.12%
初始体重/g	49.42±1.39	49.19±1.58	49.04±1.14	49.55±1.34	49.76±1.60
终末体重/g	71.47±3.38 ^b	72.67±6.46 ^b	86.85±4.72 ^a	83.59±8.41 ^a	81.17±7.26 ^a
存活率/%	98.33±1.44 ^{ab}	91.67±3.82 ^c	95.00±1.5 ^{bc}	100±0 ^a	100±0 ^a
增重率/%	44.62±6.84 ^c	47.72±13.13 ^{bc}	77.09±8.63 ^a	68.70±16.97 ^a	63.12±14.60 ^{ab}
特定增长率/%	0.65±0.08 ^c	0.69±0.15 ^{bc}	1.02±0.09 ^a	0.93±0.18 ^a	0.87±0.16 ^{ab}
饵料系数	2.36±0.04 ^a	2.10±0.03 ^b	2.02±0.15 ^{bc}	1.93±0.08 ^c	1.89±0.02 ^c
肥满度/%	1.59±0.16	1.82±0.20	1.78±0.13	1.61±0.48	1.71±0.16

注: 同行数据右上标字母不同表示差异性显著 (P<0.05), 下表同。

由表2可知, 39.04%组和43.12%组试验鱼的存活率最高, 达到100%, 显著高于其余各组 (P<0.05); 增重率和特定增长率呈先上升后下降的趋势, 均在34.52%组达到最大, 34.52%组的增重率和特定增长率显著高于25.68%组和29.84%组 (P<0.05); 43.12%组的饵料系数最低, 显著低于25.68%组和29.84%组 (P<0.05)。

对瓦氏雅罗鱼增重率和饲料蛋白水平进行多项式回归分析, 得到回归方程为 $y = -229.7384 + 0.1214x - 0.0016x^2$ (R²=0.724), 得出瓦氏雅罗鱼在最大增重率时的饲料蛋白水平为37.51%。

由表3可知, 34.52%组试验鱼肌肉中粗蛋白质含量显著高于25.68%组、29.84%组和43.12%组 (P<0.05); 43.12%组试验鱼肌肉中粗脂肪含量显著高于29.84%组和34.52%组 (P<0.05)。

表3 不同蛋白水平对瓦氏雅罗鱼肌肉营养成分的影响 (鲜重基础)

指标	饲料蛋白水平				
	25.68%	29.84%	34.52%	39.04%	43.12%
水分/%	75.38±1.12	75.71±0.87	75.51±0.53	75.36±1.10	76.40±1.03
粗蛋白质/%	18.67±0.75 ^{bc}	20.06±0.19 ^b	22.27±0.98 ^a	21.02±0.74 ^{ab}	20.44±0.94 ^b
粗脂肪/%	0.43±0.06 ^{abc}	0.36±0.06 ^{bc}	0.34±0.03 ^c	0.44±0.05 ^{ab}	0.46±0.05 ^a
灰分/%	1.27±0.11	1.22±0.15	1.25±0.10	1.23±0.10	1.22±0.12

由表4可知, 34.52%组试验鱼肠道中淀粉酶活性显著高于25.68%组、29.84%组和43.12%组 (P<0.05); 34.52%组试验鱼肠道中脂肪酶活性显著高于其余各组 (P<0.05); 43.12%组试验鱼肠道中蛋白酶活性显著高于25.68%组、29.84%组和34.52%组 (P<0.05)。

表4 不同蛋白水平对瓦氏雅罗鱼消化酶活性的影响

指标	饲料蛋白水平				
	25.68%	29.84%	34.52%	39.04%	43.12%
淀粉酶/(U/g)	9.87±0.57 ^c	10.52±1.04 ^{bc}	13.20±1.12 ^a	12.87±0.57 ^a	11.07±0.77 ^b
脂肪酶/(U/g)	2.23±0.36 ^{bc}	2.11±0.10 ^c	2.92±0.12 ^a	2.38±0.09 ^b	2.11±0.09 ^c
蛋白酶/(IU/g)	71.99±2.55 ^c	74.99±4.45 ^c	88.55±3.93 ^b	95.26±2.33 ^a	101.73±6.78 ^a

由表5可知, 34.52%组试验鱼的酸性磷酸酶、碱性磷酸酶、溶菌酶和超氧化物歧化酶活性均最高, 其中酸性磷酸酶活性显著高于25.68%组 (P<0.05)。

表5 不同蛋白水平对瓦氏雅罗鱼免疫酶活性的影响

指标	饲料蛋白水平				
	25.68%	29.84%	34.52%	39.04%	43.12%
酸性磷酸酶/(IU/g)	7.40±0.69 ^b	8.18±0.87 ^{ab}	9.22±0.58 ^a	8.45±0.85 ^{ab}	8.01±1.16 ^{ab}
碱性磷酸酶/(IU/g)	19.87±1.88	22.14±1.57	23.20±1.72	23.10±2.13	20.56±1.74
溶菌酶/(U/g)	47.58±3.25	50.63±4.00	55.98±2.94	55.51±5.49	55.97±4.93
超氧化物歧化酶/(IU/g)	359.18±55.96	382.87±69.03	415.30±63.05	372.88±39.74	338.17±29.37

结论

通过此次试验, 饲料蛋白水平显著影响了瓦氏雅罗鱼在生长阶段的增重率、特定增长率、饵料系数、肌肉营养成分、消化酶和非特异性免疫酶活性。根据以上试验数据, 并参考瓦氏雅罗鱼增重率与饲料蛋白水平的线性回归方程, 得出瓦氏雅罗鱼最适蛋白水平为37.51%左右。