

额尔齐斯河贝加尔雅罗鱼单殖吸虫群落多样性及感染情况

郝翠兰, 喀迪尔丁·艾尔肯, 容梦婕, 张文润, 穆妮热·喀迪尔, 田胜利, 岳城

(新疆农业大学动物医学学院, 乌鲁木齐 830052)

摘要:研究贝加尔雅罗鱼(*Leuciscus baicalensis*)感染的单殖吸虫的群落多样性及感染情况,为额尔齐斯河鱼类寄生虫病防治提供基础资料。2009年8月到2016年7月,剖检贝加尔雅罗鱼296尾,共感染了6种单殖吸虫,分别为号筒指环虫(*Dactylogyrus tuba* Linstow, 1878)、双髻指环虫(*D. sphyra* Linstow, 1878)、小刺指环虫(*D. micracanthus* Nybelin, 1937)、多小枝指环虫(*D. ramulosus* Malewitskaja, 1941)、普氏三代虫(*Gyrodactylus prostate* Eregns, 1963)和斯氏拟双身虫(*Paradiplozoon skrjabini* Achmerov, 1974);贝加尔雅罗鱼单殖吸虫的总感染率为20.27%,平均感染强度为3.05只/尾(1~18只/尾),平均感染丰度为(0.62±2)只/尾;混合感染率相对较低,仅占2.36%;各单殖吸虫的感染率均小于10%,平均感染强度均小于5只/尾,其中小刺指环虫为优势种;在5个体长段中,14 cm≤L<16 cm体长段感染单殖吸虫的种类、感染率及感染强度均达到最高;体长段之间的多样性指数、优势度指数、均匀度指数及丰富度指数结果相差不大,不同体长段宿主中单殖吸虫种群的分布类型均为聚集分布;体长段14 cm≤L<16 cm与L≥16 cm感染强度差异显著,其余体长段之间的感染强度差异均不显著。

关键词:单殖吸虫;贝加尔雅罗鱼;感染;群落多样性;额尔齐斯河

中图分类号:S941.52 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-3075(2021)04-0111-06

额尔齐斯河是我国唯一一条北冰洋水系的国际河流,由于发育形成、地理特点以及下游水系的繁杂性等,该河孕育着一些特殊的冷水性鱼类资源。雅罗鱼属(*Leuciscus*)隶属鲤形目(Cypriniformes)、鲤亚目(Cyprinoidei)、鲤科(Cyprinidae)、雅罗鱼亚科(Leuciscinae)(任慕莲等,2002;Mann,1973)。雅罗鱼属有20余个种和亚种(陈宜瑜等,1998),中国现知有6个种和亚种,其中新疆分布有3个种:准噶尔雅罗鱼(*Leuciscus merzbacheri*,又名新疆雅罗鱼)、贝加尔雅罗鱼(*Leuciscus baicalensis*)和高体雅罗鱼(*Leuciscus idus*)(任慕莲等,2002)。高体雅罗鱼、贝加尔雅罗鱼分布在新疆额尔齐斯河水系,北欧及西伯利亚,俄罗斯鄂毕河至科累马河水系(陈宜瑜等,1998;郭焱,2012)。贝加尔雅罗鱼地方名为小白鱼、小白条,20世纪60-80年代被移植到博斯腾湖、赛里木湖、伊犁河等水域,已成为当地的主要经济鱼类之一。

单殖吸虫主要寄生于贝加尔雅罗鱼的鳃部并对宿主造成不同程度的伤害(牛建功等,2012)。充分

了解贝加尔雅罗鱼存在的病原及其种群动态,对于防止该病的发生及种类保护具有重要意义。本文通过野外取样调查,对贝加尔雅罗鱼感染的单殖吸虫的群落多样性及感染情况进行研究,为额尔齐斯河鱼类寄生虫病防治提供基础资料。

1 材料与方 法

1.1 材料鱼及处理

2009年8月至2016年7月,随机从额尔齐斯河流域的北屯、哈巴河县、福海、185团河段采集贝加尔雅罗鱼。取下鳃片滴加生理盐水置于玻片上,在解剖镜下挑取虫体用75%酒精固定,虫体经4%聚乙烯醇乳酸酚固定封片后鉴定,鉴定过程及依据按文献(吴宝华等,2000;Gusev,1985;中国科学院水生生物研究所鱼病学研究室,1981)进行。

1.2 分析方法

1.2.1 单殖吸虫感染情况 统计单殖吸虫总体及在不同体长宿主的感染率、平均感染强度和感染丰度。

1.2.2 单殖吸虫寄生多样性 采用多样性指数(Shannon-wiener diversity index) H' 、优势度指数(Simpson' diversity index) D 、均匀度指数(Pielou evenness index) E 和丰富度指数(Margalef richness index) F 计算单殖吸虫寄生多样性,计算公式如下。

$$H' = -\sum N_i / N \ln(N_i / N) \quad (1)$$

收稿日期:2020-05-31 修回日期:2021-07-02

基金项目:国家自然科学基金(31860738,31960737,31160535)。

作者简介:郝翠兰,1987年生,女,博士研究生,主要从事水生动物病害防治。E-mail: haocuilan@126.com

通信作者:岳城,1958年生,男,教授,主要从事水生动物病害防治。E-mail: yuechengxnd@aliyun.com

$$D = 1 / \sum (N_i / N)^2 \quad (2)$$

$$E = H' / \ln S \quad (3)$$

$$F = (S - 1) / \ln N \quad (4)$$

式中, N_i 为调查样方内物种 i 的数量, N 为调查样方内所有物种的数量, S 为调查样方内所有物种种类的数量。

1.2.3 单殖吸虫聚集强度 在计算方差 S^2 和均值 X 的基础上, 采用扩散系数、负二项系数判断分布类型(Margolis et al, 1982)。扩散系数:

$$C = S^2 / X \quad (5)$$

$C < 1$ 为均匀分布, $C = 1$ 为随机分布, $C > 1$ 为聚集分布。

负二项系数:

$$K = X^2 / (S^2 - X) \quad (6)$$

$K < 0$ 为均匀分布, $0 < K < 8$ 为聚集分布, K 趋近于无穷为随机分布。

2 结果与分析

剖检贝加尔雅罗鱼 296 尾, 体长分为 5 段: $L < 10$ cm、 $10 \text{ cm} \leq L < 12$ cm、 $12 \text{ cm} \leq L < 14$ cm、 $14 \text{ cm} \leq L < 16$ cm 和 $L \geq 16$ cm。寄生的单殖吸虫经鉴定共 6 种, 隶属于 3 科 3 属, 分别为号筒指环虫(*Dactylogyrus tuba*)、双髻指环虫(*D. sphyra*)、小刺指环虫(*D. micracanthus*)、多小枝指环虫(*D. ramulosus*)、普氏三代虫(*Gyrodactylus prostate*) 和斯氏拟双身虫(*Paradiplozoon skrjabini*)。

2.1 单殖吸虫感染情况

贝加尔雅罗鱼单殖吸虫的总感染率为 20.27%, 平均感染强度为 3.05 只/尾(1~18 只/尾), 平均感染丰度为(0.62±2)只/尾, 见表 1。所有单殖吸虫的感染率均小于 10%, 平均感染强度均小于 5 只/尾, 其中小刺指环虫的感染率和感染强度均最高, 普氏三代虫的感染率和感染强度均最低。单殖吸虫的混合感染率相对较低, 为 2.36%, 其混合种类主要为斯氏拟双身虫分别与号筒指环虫(1.01%)、小刺指环虫(1.01%)和双髻指环虫(0.34%)的混合感染, 暂未发现其他虫种之间的混合感染。

贝加尔雅罗鱼不同体长段寄生单殖吸虫的种类及感染情况见表 2。贝加尔雅罗鱼是单殖吸虫较为易感的鱼, 每个体长段均可感染 3 种及以上的单殖吸虫, 其中 $12 \text{ cm} \leq L < 14$ cm、 $14 \text{ cm} \leq L < 16$ cm 体长段感染的种类最多, 达到 4 种。总感染率、感染强度在不同体长段的宿主中表现出不同的变化趋

势: 单殖吸虫的感染率先随着宿主体长的增加而逐渐降低, 然后升高再降低; 而平均感染强度先随着宿主体长的增加而升高, 在 $14 \text{ cm} \leq L < 16$ cm 体长段感染率及感染强度均达到最高, 然后又降低。

表 1 贝加尔雅罗鱼单殖吸虫感染情况

Tab.1 Infection status of each Monogenea species in *Leuciscus baicalensis*

单殖吸虫	感染率/	平均感染强度/	平均感染丰度/
	%	只·尾 ⁻¹	只·尾 ⁻¹
号筒指环虫	5.41	2.19±1.68	0.12±0.62
双髻指环虫	4.05	3±2.92	0.12±0.82
小刺指环虫	7.09	3.38±4.61	0.24±1.48
多小枝指环虫	0.68	3	0.02±0.25
普氏三代虫	0.34	1	0.0034±0.0581
斯氏拟双身虫	5.07	2.27±2.81	0.11±0.79

在贝加尔雅罗鱼感染的 6 种单殖吸虫中小刺指环虫为优势种, 占总数的 38.8%, 在所有体长段宿主中均有发现; 而多小枝指环虫和普氏三代虫为稀有种, 多小枝指环虫仅在 $L < 10$ cm 的体长段宿主中发现, 普氏三代虫仅在 $14 \text{ cm} \leq L < 16$ cm 体长段发现。

2.2 单殖吸虫寄生多样性

不同体长段贝加尔雅罗鱼单殖吸虫寄生多样性见表 3。5 个体长段的多样性指数、优势度指数、均匀度指数及丰富度指数结果相差不大。

2.3 单殖吸虫感染强度比较

各体长段贝加尔雅罗鱼单殖吸虫感染强度差异显著性检验结果见表 4。 $L \geq 16$ cm 与 $14 \text{ cm} \leq L < 16$ cm 体长段差异显著, 其余各体长段之间差异均不显著。

2.4 单殖吸虫的聚集强度

不同体长贝加尔雅罗鱼寄生单殖吸虫分布格局见表 5。在各体长组中, 扩散系数均大于 1, 负二项参数均在 0~8, 贝加尔雅罗鱼感染的单殖吸虫均为聚集分布。

2.5 单殖吸虫的分布频率

各体长段贝加尔雅罗鱼感染单殖吸虫情况见表 6。未感染单殖吸虫的宿主比例均最高, 比例在 87.50%~98.81%; 感染 1~3 只单殖吸虫比例在 1.19%~10.71%, 感染 4 只及以上单殖吸虫的比例均很低。

3 讨论

3.1 贝加尔雅罗鱼单殖吸虫的感染情况及其物种多样性

本研究结果显示贝加尔雅罗鱼共感染了 6 种单

表2 不同体长贝加尔雅罗鱼感染单殖吸虫情况

Tab.2 Infection status of each Monogenea species for each body length group of *L. baicalensis*

单殖吸虫	指标	贝加尔雅罗鱼体长段/cm				
		$L < 10$	$10 \leq L < 12$	$12 \leq L < 14$	$14 \leq L < 16$	$L \geq 16$
号筒指环虫 <i>D. tuba</i>	感染率/%	12.00	3.39	5.95	5.36	0
	感染强度/只·尾 ⁻¹	1~4	1~5	1~6	1~4	0
	平均感染强度/只·尾 ⁻¹	3.50±1.87	3±2.83	2.60±2.07	2±1.73	0
双髻指环虫 <i>D. sphyra</i>	感染率/%	0	8.47	2.38	0	10.64
	感染强度/只·尾 ⁻¹	0	1~7	1~9	0	1~2
	平均感染强度/只·尾 ⁻¹	-	3.80±3.03	5±5.66	-	1.4±0.55
小刺指环虫 <i>D. micracanthus</i>	感染率/%	6.00	8.47	1.19	16.07	6.38
	感染强度/只·尾 ⁻¹	1~3	1~2	1	1~17	1~3
	平均感染强度/只·尾 ⁻¹	1.67±1.15	1.20±0.45	1	6±6.22	1.67±1.15
多小枝指环虫 <i>D. ramulosus</i>	感染率/%	4.00	0	0	0	0
	感染强度/只·尾 ⁻¹	3	0	0	0	0
	平均感染强度/只·尾 ⁻¹	3±0	-	-	-	-
普氏三代虫 <i>G. prostate</i>	感染率/%	0	0	0	1.79	0
	感染强度/只·尾 ⁻¹	0	0	0	1	0
	平均感染强度/只·尾 ⁻¹	-	-	-	1	-
斯氏拟双身虫 <i>P. skrjabini</i>	感染率/%	0	0	8.33	12.50	2.13
	感染强度/只·尾 ⁻¹	0	0	1~4	1~12	1
	平均感染强度/只·尾 ⁻¹	-	-	1.86±1.07	2.86±4.06	1
总感染率/%		22.00	20.34	14.29	28.57	19.15
总感染强度/只·尾 ⁻¹		1.91±1.14	2.58±2.39	3.08±2.50	5.06±5.67	1.44±0.73

表3 贝加尔雅罗鱼单殖吸虫寄生多样性指数

Tab.3 Diversity indices of Monogenea community

in *L. baicalensis*

宿主体长/cm	多样性 指数 H'	优势度 指数 D	均匀度 指数 E	丰富度 指数 F
$L < 10$	1.053	0.365	0.958	0.657
$10 \leq L < 12$	0.936	0.451	0.852	0.582
$12 \leq L < 14$	1.186	0.321	0.856	0.831
$14 \leq L < 16$	0.863	0.511	0.622	0.683
$L \geq 16$	0.898	0.444	0.818	0.780

表4 单殖吸虫感染强度比较

Tab.4 Significance testing of infection intensity

宿主体长/cm	$L < 10$	$10 \leq L < 12$	$12 \leq L < 14$	$14 \leq L < 16$
$10 \leq L < 12$	$t = -0.434$ $df = 107$	-		
$12 \leq L < 14$	$t = -0.091$ $df = 132$	$t = 0.347$ $df = 141$	-	
$14 \leq L < 16$	$t = -1.976$ $df = 62.795$	$t = -1.712$ $df = 70.906$	$t = -1.915$ $df = 65.656$	-
$L \geq 16$	$t = 0.863$ $df = 95$	$t = 1.160$ $df = 83.350$	$t = 0.749$ $df = 129$	$t = 2.290$ $df = 58.9^*$

注: * 差异显著。

Note: * denotes significant difference.

殖吸虫, 分别是号筒指环虫、双髻指环虫、小刺指环虫、多小枝指环虫、普氏三代虫和斯氏拟双身虫, 其中号筒指环虫、小刺指环虫为中国新纪录种(赵江山等, 2011), 双髻指环虫、小刺指环虫、多小枝指环虫、普氏三代虫和斯氏拟双身虫为贝加尔雅罗鱼寄生单殖吸虫的新纪录种。统计发现, 贝加尔雅罗鱼感染

表5 单殖吸虫聚集强度

Tab.5 Aggregation intensity of Monogenea species for each *L. baicalensis* length group

宿主体长/ cm	平均值 X	方差 S^2	扩散系数 C	负二项 参数 K
$L < 10$	0.42	0.90	2.15	0.37
$10 \leq L < 12$	0.54	2.25	4.14	3.69
$12 \leq L < 14$	0.44	2.01	4.56	0.12
$14 \leq L < 16$	1.62	15.55	9.60	0.19
$16 \leq L$	0.28	0.43	1.52	0.54

的6种单殖吸虫中, 小刺指环虫为优势种, 占总数的38.8%; 指环虫属为优势类群, 占种类总数的80.87%。从种类组成上看, 该流域的贝加尔雅罗鱼感染的单殖吸虫种类较其他鱼(焦丽等, 2010; 汪博良等, 2011; 王新等, 2012; 苗晶晶等, 2012; 贾舒安等, 2012)丰富。另外, 之前报道的贝加尔雅罗鱼感染的单殖吸虫种类为4种, 包括大翼指环虫(*Dactylogyrus alatus f. major*)、号筒指环虫、*Dactylogyrus cordus*、*Pellucidhaptor rogers* (Gusev, 1985), 而本次共计发现了6种单殖吸虫, 且有部分种类不同, 这可能与研究的流域以及时间跨度的不同有关。综上, 目前有9种单殖吸虫可感染贝加尔雅罗鱼, 这可为该流域贝加尔雅罗鱼的增殖放流提供一定的理论依据。

本研究, 贝加尔雅罗鱼感染单殖吸虫的总感染率为20.27%, 平均感染强度为3.05(1~18)只/尾, 与部分额尔齐斯河已报道的其他单殖吸虫感染情况

表6 单殖吸虫在不同体长段宿主中的分布频率

%

Tab.6 Distribution frequency of Monogenea species for each *L. baicalensis* length group

宿主体长段/ cm	种类	感染指环虫				
		0只	1~3只	4~6只	7~9只	≥10只
$L < 10$	号筒指环虫	88	10	2	0	0
	小刺指环虫	94	6	0	0	0
	多小枝指环虫	96	4	0	0	0
$10 \leq L < 12$	号筒指环虫	96.61	1.69	1.69	0	0
	双髻指环虫	93.22	3.39	0	3.39	0
	小刺指环虫	91.53	8.47	0	0	0
$12 \leq L < 14$	号筒指环虫	94.05	4.76	1.19	0.00	0
	双髻指环虫	97.62	1.19	0	1.19	0
	小刺指环虫	98.81	1.19	0	0	0
	斯氏拟双身虫	97.62	1.19	1.19	0	0
$14 \leq L < 16$	号筒指环虫	94.64	3.57	1.79	0	0
	小刺指环虫	83.93	8.93	1.79	1.79	3.57
	普氏三代虫	98.21	1.79	0	0	0
	斯氏拟双身虫	87.50	10.71	0	0	1.79
$L \geq 16$	双髻指环虫	89.36	10.64	0	0	0
	小刺指环虫	93.62	6.38	0	0	0
	斯氏拟双身虫	97.87	2.13	0	0	0

(郝翠兰等, 2012; 汪博良等, 2011; 王新等, 2014)相比感染率及感染强度均相对较小, 但这一结果与我国内陆水体鱼类感染指环虫的报道略有不同: 部分研究表明中国内陆水体单殖吸虫的感染率及感染强度均相对较高, 感染率基本在 50% 左右, 甚至更高(陈建华等, 2010; 姚卫建等, 2004), 而额尔齐斯河流域感染的指环虫仅在 30% 左右。这可能与指环虫所在的环境有关。我国内陆水体的温度比额尔齐斯河流域相对较高, 有时甚至高达 25℃ 以上, 但在额尔齐斯河流域夏季温度可达 20℃ 以上, 而春、秋两季温度较低, 冬季甚至可达负值(任慕莲等, 2002)。有研究表明, 影响单殖吸虫种群动态变化的因素很多, 不但包括水温、宿主行为、迁移等非生物因子, 还包括一些生物因子以及这些因子之间的相互作用, 但在这些因子中, 水温起主要作用(夏晓勤等, 1997; Appleby, 1996)。由于单殖吸虫主要寄生于鱼类的鳃部, 为体外寄生虫, 所以低温的环境条件不利于其繁殖、发育及生长(吴宝华等, 2000), 因此额尔齐斯河流域大陆性寒温带气候的条件不利于指环虫的生长及发育; 另外, 因额尔齐斯河流域水体与我国内陆水体差别较大, 贝加尔雅罗鱼寄生指环虫的总感染率及感染强度相对较低的原因还可能与额尔齐斯河流域的 pH 值(中位值均在 8.0 左右)、水化学类型(重碳酸盐、钙组、II 型)及汛期流量大(任慕莲等, 2002)等因素有关。

在贝加尔雅罗鱼 5 个体长组中, $12 \text{ cm} \leq L < 14 \text{ cm}$ 、 $14 \text{ cm} \leq L < 16 \text{ cm}$ 的感染单殖吸虫种类均是 4

种, 其余体长段均为 3 种, 其中小刺指环虫在所有体长段中均有发现, 号筒指环虫在 4 个体长段中均有发现, 多小枝指环虫和普氏三代虫均只在 1 个体长段中发现且感染强度较低, 故 $12 \text{ cm} \leq L < 14 \text{ cm}$ 、 $14 \text{ cm} \leq L < 16 \text{ cm}$ 体长段贝加尔雅罗鱼较为易感。小刺指环虫和号筒指环虫为易感单殖吸虫, 小刺指环虫为贝加尔雅罗鱼的优势种, 占总数的 38.8%, 指环虫属为优势类群, 占种类总数的 80.87%。在额尔齐斯河流域中, 与贝加尔雅罗鱼属于同一属的为高体雅罗鱼, 而高体雅罗鱼的易感虫种也为小刺指环虫和号筒指环虫, 总感染率可达到 28%, 平均感染强度为 7.39 只/尾(郝翠兰等, 2014), 该结果均高于贝加尔雅罗鱼, 其主要原因可能是贝加尔雅罗鱼与高体雅罗鱼体长差距较大有关, 高体雅罗鱼属于中型鱼类, 而贝加尔雅罗鱼属于小型鱼类。

3.2 单殖吸虫在贝加尔雅罗鱼种群中的分布类型及频率分布

统计结果表明, 贝加尔雅罗鱼 $14 \text{ cm} \leq L < 16 \text{ cm}$ 体长段与 $L \geq 16 \text{ cm}$ 体长段的单殖吸虫感染强度存在显著差异, 其余各体长段之间均差异不显著; 另外, 随着贝加尔雅罗鱼体长的增加, 单殖吸虫的感染率呈先降低后升高再降低的趋势, 而感染强度却随着宿主体长的增加呈先升高后降低的趋势, 在 $14 \text{ cm} \leq L < 16 \text{ cm}$ 体长段感染率及感染强度同时达到最高。贝加尔雅罗鱼是额尔齐斯河流域的小型中上层鱼类, 常见的个体长为 12.2~22.5 cm, 主要栖息于江河, 但在肥育期间进入湖泊中, 喜在水质

澄清的水域内生活,其主要饵料为摇蚊幼虫和其他水生昆虫幼体以及软体动物。本次在额尔齐斯河采集贝加尔雅罗鱼的体长范围在5~23 cm,年龄组成在0~5⁺龄,单殖吸虫的感染率虽随着体长的增加呈现不规则趋势,但感染强度在0~3⁺龄一直呈现上升趋势,这是因为在自然环境中,较大的宿主因具有较多的物理和化学刺激物,可以增加对寄生虫的吸引(聂品等,1990)。另外发现,贝加尔雅罗鱼在4(年)龄($L \geq 16$ cm)后单殖吸虫的感染率及感染强度同时有下降趋势,该结果与额尔齐斯河流域湖拟鲤感染指环虫的变化趋势(郝翠兰等,2013)相似,这可能与该流域中贝加尔雅罗鱼逐渐呈现出个体小型化和低龄化趋势有关,此次采样4(年)龄以上($L > 15$ cm)的贝加尔雅罗鱼样本数量相对较少,与部分学者调查结果(任慕莲等,2002)较为相似,这可能与该流域贝加尔雅罗鱼的经济捕捞有关。

通过对贝加尔雅罗鱼寄生的指环虫进行频率分布研究,结果指出因宿主体长的不同,其寄生单殖吸虫的种类和种群密度呈现出不规则的波动;个体长段中,所有单殖吸虫感染1~3只的比例均最高,而其他感染数量的比例均相对较小且差异不大,这种趋势是随着空间和时间的变化而变化的,其中宿主种群、寄生虫种群、两种群间的相互作用以及环境条件都会对其产生影响(聂品,1990)。贝加尔雅罗鱼单殖吸虫混合感染率相对较低,可能单殖吸虫在寄生过程中存在竞争关系,也许会出现由于一种寄生虫的寄生使宿主体质变弱,因而更易感染另一种寄生虫的情况,但具体关系仍需进一步研究。

参考文献

陈建华,李盈蕾,阎斌伦,等,2010. 孤岛指环虫寄生于斑尾刺鲃虎鱼鳃空间分布的研究[J]. 水产科学,29(8):447-450.

陈宜瑜,1998. 中国动物志硬骨鱼纲鲤形目(中卷)[M]. 北京:科学出版社.

郭焱,2012. 新疆鱼类志[M]. 乌鲁木齐:新疆科学技术出版社.

郝翠兰,焦丽,汪博良,等,2012. 额尔齐斯河温氏指环虫种群生态学研究[J]. 水生态学杂志,33(3):107-111.

郝翠兰,岳城,殷建国,等,2013. 额尔齐斯河湖拟鲤寄生指环虫的种群动态研究[J]. 动物医学进展,34(11):69-72.

郝翠兰,岳城,姚卫建,等,2014. 额尔齐斯河高体雅罗鱼指环虫种群动态及中国一新记录种(英文)[J]. 水生生物学报,38(2):227-232.

贾舒安,王娜,秦莉,等,2012. 额尔齐斯河河鲈寄生虫种类及区系研究[J]. 新疆农业科学,49(9):1723-1726.

焦丽,樊江,赵江山,等,2010. 额尔齐斯河东方欧鳊(*Abramis brama orientalis* Berg)寄生虫调查研究[J]. 新疆农业大学学报,33(6):489-491.

苗晶晶,呼晨,卢英磊,等,2012. 额尔齐斯河高体雅罗鱼寄生虫种类季节动态研究[J]. 新疆农业科学,49(3):571-575.

牛建功,蔡林钢,刘建,等,2012. 哈巴河土著特有鱼类优先保护等级的定量研究[J]. 干旱区资源与环境,26(3):172-176.

聂品,1990. 寄生虫种群动态研究的综述[J]. 水生生物学报,14(4):359-367.

任慕莲,郭焱,张人铭,等,2002. 中国新疆额尔齐斯河鱼类资源及渔业[M]. 乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社.

王新,焦丽,汪博良,等,2012. 额尔齐斯河湖拟鲤寄生虫季节动态及其优势虫种的寄生情况调查研究[J]. 新疆农业大学学报,35(1):38-41.

王新,朱梦莹,周颖,等,2014. 额尔齐斯河东方欧鳊寄生奇异双身虫的种群生态学研究[J]. 水生态学杂志,35(4):87-91.

汪博良,赵江山,焦丽,等,2011. 额尔齐斯河银鲫寄生虫区系调查研究[J]. 新疆农业科学,48(8):1505-1508.

吴宝华,郎所,王伟俊,2000. 中国动物志扁形动物门单殖吸虫纲[M]. 北京:科学出版社.

夏晓勤,王伟俊,1997. 单殖吸虫生物学及生态学[J]. 水生生物学报,21(1):75-84.

姚卫建,聂品,2004. 鲢和草鱼鳃部寄生单殖吸虫的种群分布和季节动态[J]. 水生生物学报,28(6):664-667.

赵江山,姚卫建,焦丽,等,2011. 额尔齐斯河高体雅罗鱼单殖吸虫中国二新记录种[J]. 水生生物学报,35(4):713-716.

中国科学院水生生物研究所鱼病学研究室,1981. 鱼病调查手册[M]. 2版. 上海:上海科学技术出版社.

Appleby C,1996. Population dynamics of *Gyrodactylus* sp. (Monogenea) infecting the sand goby in the Oslofjord, Norway[J]. Journal of Fish Biology,49(3):402-410.

Gusev A V,1985. Key to the parasites of freshwater fish fauna of the USSR (Volume 2)[M]. Leningrad Science Publishing Company.

Mann R H K,1973. Observations on the age, growth, reproduction and food of the roach *Rutilus rutilus* (L) in two rivers in southern England[J]. Journal of fish Biology,5(6):707-736.

Margolis L, Esch G W, Holmes J C, et al,1982. The use of ecological terms in parasitology[J]. The Journal of Parasitology,68(1):131-133.

Biodiversity and Infection Status of Monogenea Parasitizing *Leuciscus baicalensis* in Irtysh River of China

HAO Cui-lan, Kadiriden Arken, RONG Meng-jie, ZHANG Wen-run,
Munira Kadir, TIAN Sheng-li, YUE Cheng

(College of Veterinary Medicine, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, P.R.China)

Abstract: In the Irtysh River, Monogenea primarily parasitize the gills of *Leuciscus baicalensis*. In this study, we characterized the community structure and infection status of Monogenea parasitizing *L. baicalensis* in the Chinese section of Irtysh River. The objective was to provide basic data for preventing parasitic diseases in Irtysh River fish. From August 2009 to July 2016, 296 *L. baicalensis* specimens were collected from the Irtysh River at Beitun, Habahe, Fuhai and 185 Tuan sections. Total length was measured and the fish were placed into five length classes: $L < 10$ cm, $10 \leq L < 12$ cm, $12 \leq L < 14$ cm, $14 \text{ cm} \leq L < 16$ cm, $L \geq 16$ cm. Monogenea infection in each *L. baicalensis* sample was recorded after autopsy and *L. baicalensis* was found to be infected by six Monogenea species: *Dactylogyrus micracanthus* (Nybelin, 1937), *D. tuba* (Linstow, 1878), *D. sphyra* (Linstow, 1878), *D. ramulosus* (Malewitskaja, 1941), *Gyrodactylus prostate* (Erengns, 1963) and *Paradiplozoon skrjabini* (Achmerov, 1974). The total infection rate of Monogenea in *L. baicalensis* was 20.27%, average infection intensity was 3.05 (range, 1–18), and the mean infection abundance was (0.62 ± 2) . The mixed infection rate was relatively low (2.36%) and the infection rate by each Monogenea species was $< 10\%$, with average infection intensity < 5 . Among the species, *D. micracanthus* was the dominant parasite. Maximum species richness, infection rate and infection intensity by Monogenea all occurred in the $14 \text{ cm} \leq L < 16$ cm length group of *L. baicalensis*. The infection intensity varied significantly between the $14 \text{ cm} \leq L < 16$ cm and $L \geq 16$ cm groups, but differences among other groups did not vary significantly. No significant differences among the five body length groups were found for the diversity, dominance, evenness or abundance indices of Monogenea species, and the population of Monogenea exhibited an aggregated distribution in all five *L. baicalensis* length groups.

Key words: Monogenea; *Leuciscus baicalensis*; infection status; parasite biodiversity; Irtysh River