

# 河南省高原鳅属新纪录种—达里湖高原鳅

周传江<sup>1</sup>,胡博<sup>1</sup>,马文文<sup>1</sup>,杨长幸<sup>1</sup>,  
赵文武<sup>2</sup>,李斌顺<sup>3</sup>,孟晓林<sup>1</sup>,汤永涛<sup>1</sup>,聂国兴<sup>1</sup>

(1.河南师范大学 水产学院,河南 新乡 453007;  
2.安阳市水产技术推广服务中心,河南 安阳 455000;3.林州市水产站,河南 林州 456550)

**摘要:**2015 年 10 月至 2019 年 10 月,河南省鱼类资源调查队在对全省鱼类资源调查过程中,于河南省林州市采集到多种高原鳅属鱼类,经初步鉴定,其中一种为达里湖高原鳅。为进一步确认,2019 年 5 月在模式产地赤峰市达里诺尔湖采集到一批达里湖高原鳅,通过形态学与分子系统学相结合的方法进行比较鉴定,确认待测物种为河南省鱼类新纪录种—达里湖高原鳅(*Triplophysa dalaica*)。目前,标本存放于河南师范大学水产学院鱼类标本室,对达里湖高原鳅的主要鉴定特征、分布区域、资源现状、生存环境等做了初步分析。

**关键词:**高原鳅属;新纪录种;达里湖高原鳅;河南省

**中图分类号:**Q959

**文献标志码:**A

达里湖高原鳅(*Triplophysa dalaica*)隶属于鲤形目(Cypriniformes)、鳅科(Cobitidae)、高原鳅属(*Triplophysa*)。高原鳅属是适应于青藏高原高寒环境的一个特殊类群,它和鲤科裂腹鱼亚科鱼类一起构成了青藏高原鱼类区系的主体。现知的高原鳅属约有 100 多个种和亚种,为鳅科各属鱼类种类数量之最,主要分布于青藏高原及其邻近的地区<sup>[1-3]</sup>。高原鳅属是鳅科中种类分化最明显的一个类群,体延长,前躯近圆筒形,后躯渐侧扁或窄扁、细圆,吻长约与眼后头长相等,眼小,或退化,位于头的中部侧上方,无眼下刺。口下位,须 3 对,其中吻须 2 对,颌须 1 对。鳔的后室退化,或较发达膨大呈游离膜质鳔。胃膨大,呈“U”字形,肠的长短和绕折方式因种类食性不同而有差别<sup>[4]</sup>。迄今为止,除零星的生物学和生态学研究报道外,对高原鳅属鱼类的研究仍主要集中在分类学上。受诸多因素的制约和影响,高原鳅属鱼类分类研究存在一些混乱,进而影响其区系及分布等方面的研究<sup>[5]</sup>。达里湖高原鳅(*Triplophysa dalaica*)是一种体型较小的鳅科鱼类,在我国北方广泛分布,主要分布于黄河自兰州以下的干支流和内蒙古的一些自流水体,栖息于河流的缓流河段和静水湖泊中。

2015 年 10 月,河南省鱼类资源调查队在河南省林州市进行鱼类资源调查时,采集到 39 尾高原鳅属鱼类,经初步确定为达里湖高原鳅。为进一步确认,2019 年 5 月,在其模式产地内蒙古达里诺尔湖采集到 52 尾达里湖高原鳅,综合采用形态学和分子系统学的方法,确定林州样本为达里湖高原鳅,本种系河南省鱼类新纪录种,标本存放于河南师范大学水产学院鱼类标本室。本文分析了该鱼的主要鉴定特征、分布区域和生存环境等。

**收稿日期:**2020-03-20;**修回日期:**2020-06-01.

**基金项目:**国家自然科学基金(31872199);河南省科技攻关重点项目(182102110007;182102110046;182102110237;172102310751);河南省创新型科技团队支持计划(CXTD2016043);2019 年度河南省高等学校青年骨干教师培养计划(2019GGJS063);河南省水产学重点学科支持。

**作者简介:**周传江(1980—),男,河南南阳人,河南师范大学副教授,博士,主要从事鱼类资源保护教学和科研工作, E-mail:chuanjiang88@163.com.

**通信作者:**聂国兴(1971—),男,河南长垣人,河南师范大学教授,博士生导师,主要研究领域是水产动物营养与饲料学、渔业资源评估与利用, E-mail:niegx@htu.cn.

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

在河南省林州市石板岩村露水河用地笼诱捕获得 39 尾实验鱼,其中,19 尾采用 100%乙醇整体固定,20 尾采用 10%甲醛溶液整体固定;在内蒙古赤峰市达里诺尔湖采集到 52 尾达里湖高原鳅,39 尾采用 100%乙醇整体固定,13 尾采用 10%甲醛溶液整体固定,分别进行形态数据测量和后续实验。

### 1.2 形态学测量

参照《中国条鳅志》形态指标定义,用精确度为 0.01 mm 的电子数显游标卡尺对所保存的甲醛样本进行测量,主要包括体长(BL),体高(BD),头长(HL),尾柄长(CPL),尾柄高(CPD),头长(HL),吻长(SNL),眼径(OD),眼间距(IW),胸鳍长(PFL),背鳍基部起点至吻端的距离,胸、腹鳍基部起点之间的距离等 12 项形态学指标,同时分别对其背鳍、臀鳍、胸鳍、腹鳍和尾鳍的分枝鳍条进行计数。

### 1.3 分子生物学方法鉴定

#### 1.3.1 基因组 DNA 提取

取酒精固定的肌肉组织 0.2 g 左右,置于 1.5 mL 的离心管中,去除残留酒精并烘干后,利用酚-氯仿法提取基因组 DNA<sup>[6]</sup>,并进行凝胶电泳和超微量分光光度计检测后,将合格的 DNA 置于 -20 °C 冰箱中备用。

#### 1.3.2 PCR 扩增目的基因

用于 PCR 扩增线粒体 *Cyt b* 基因的引物对序列是:

GluF<sub>cytb</sub>:AACCACCGTTGTATTCAACTACAA

ThrR<sub>cytb</sub>:ACCTCCGATCTTCGGATTACAAGACCG

PCR 反应体系为 30 μL:Mix 酶 15 μL,正反引物各 1.5 μL,基因组模板 1 μL,灭菌双蒸水 11 μL.PCR 反应条件为 94 °C 变性 5 min;94 °C 变性 30 s,55 °C 退火 30 s,72 °C 延伸 90 s,共循环 30 次;72 °C 延伸 10 min,4 °C 保存。

用于 PCR 扩增线粒体 *COI* 基因的引物对序列是<sup>[7]</sup>:

L-Tri-f:CATCCTACCTGTGGCAATCAC

L-Tri-r:TGGGCTCAGACAATAAATCCT

PCR 反应体系为 30 μL:Mix 酶 15 μL,正反引物各 1.5 μL,基因组模板 1 μL,灭菌双蒸水 11 μL.PCR 反应条件为 94 °C 变性 5 min,94 °C 变性 30 s,54 °C 退火 30 s,72 °C 延伸 1 min,共循环 30 次,72 °C 延伸 10 min,4 °C 保存。

对 PCR 产物进行检测,检测合格后送至武汉天一辉远生物科技公司进行双向测序。

### 1.4 数据分析

用 Lasergene 软件包中 Seqman 软件<sup>[8]</sup>对测序结果中的峰图文件进行组装,组装完成后的序列通过 NCBI(<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>)网站进行 BLAST 分析,确认扩增片段是否为目的基因,并分别下载了高原鳅属的 *Cyt b* 序列(表 1)和 *COI* 序列(表 2),利用 Bioedit 软件对实验所获得的 *Cyt b* 和 *COI* 序列与数据库中下载得到的序列分别进行 Clustal W 多重比对分析,进行剪切后获得一致序列,在 MEGA7.0 软件中进行分子系统发育树的构建,模型采用 Kimura 双参(K2P),1 000 次重复抽样,其他参数为默认设置.将系统发育树中聚为一支的序列初分为一组,分别计算组内和组间遗传距离用于评价序列与物种之间的关系。

## 2 结果

### 2.1 形态学分析结果

形态学鉴定 33 尾,分别是安阳林州市采集的 20 尾和达里湖采集的 13 尾,其主要特征见图 1,形态测量结果见表 3.《中国条鳅志》中达里湖高原鳅的主要鉴别特征为:体长为体高的 4.4~7.2 倍,为头长的 3.9~5.0 倍,为尾柄长的 4.3~7.0 倍.头长为吻长的 2.2~3.0 倍,为眼径的 1.3~2.2 倍.眼间距为眼径的 1.3~

2.2倍。尾柄长为尾柄高的1.5~2.8倍,身体延长,粗壮,前躯成圆筒型,后躯侧扁。口下位,唇厚,上唇边缘有流苏状的短乳头状突起,下唇面多短乳头状突起和深褶皱。无鳞,皮肤光滑,侧线完全。背鳍背缘平截,背鳍基部起点至吻端的距离为体长的50%~56%。胸鳍长约为胸、腹鳍基部起点之间距离的3/5。腹鳍位置较后,末端伸过肛门或到臀鳍基部起点。尾鳍后缘微凹入,两叶圆,等长或上叶稍长。肠自“U”字形的胃发出后,在胃的后方绕折成螺旋型(腹面观),有3~5个环。《中国条鳅志》中达里湖高原鳅的测量标本尾数为75尾,采自北京长辛店的永定河,山西娘子关的滹沱河,甘肃华亭的泾河上游,内蒙古的艾不盖河、达里湖、黄旗海和岱海。本实验中的测量标本尾数为33条,采自河南安阳林州和内蒙古达里诺尔湖,且有个别标本的某些指标与《中国条鳅志》中的特征稍有出入,例如《中国条鳅志》中记录,胸鳍长约为胸腹鳍基部起点之间距离的0.6,本实验中的测量结果范围在0.5~0.68之间,推测可能是由于测量过程中存在一些误差和不同地理种群之间形态差异造成的。

表1 本研究中涉及的Cyt b基因的样品信息

Tab.1 Information of specimen based on Cyt b gene in this study

物种名称	组别	NCBI 登录号或样品编号	数据来源
达里湖高原鳅 <i>Triplophysa dalaica</i>	NM	BG1-24, BG26-29, BG31, BG32, BG34, BG36, BG39	内蒙古赤峰市达里诺尔湖
达里湖高原鳅 <i>Triplophysa dalaica</i>	HN	401301-401306, 401369-401372, 401374, 401375, 401386, 401404, 401408, 401409, 401411, 401413, 401415	河南林州石板岩村露水河
达里湖高原鳅 <i>Triplophysa dalaica</i>	Gp1	KT213590	WANG et al.2016 <sup>[9]</sup>
武威高原鳅 <i>Triplophysa wuweiensis</i>	Gp2	KX373838	Unpublished
东方高原鳅 <i>Triplophysa orientalis</i>	Gp3	KX373846 DQ105251	Unpublished TANG et al.2006 <sup>[10]</sup>
黑斑高原鳅 <i>Triplophysa strauchii</i>	Gp4	KX373853, KX373854	Unpublished
长身高原鳅 <i>Triplophysa tenuis</i>	Gp5	KX373841	Unpublished
拟硬刺高原鳅 <i>Triplophysa pseudostenura</i>	Gp6	KX373844	Unpublished
硬刺高原鳅 <i>Triplophysa scleroptera</i>	Gp7	KX373840, KX289612	Unpublished
细尾高原鳅 <i>Triplophysa stenura</i>	Gp8	KJ650349, KJ650347	Unpublished
刺突高原鳅 <i>Triplophysa stewarti</i>	Gp9	DQ105248	TANG et al.2006 <sup>[10]</sup>
梭形高原鳅 <i>Triplophysa leptosoma</i>	Gp10	KX213653, KX373839	Unpublished
斯氏高原鳅 <i>Triplophysa stoliczkae</i>	Gp11	DQ105249	TANG et al.2006 <sup>[10]</sup>
多斑高原鳅 <i>Triplophysa polyfasciata</i>	Gp12	KX373848	Unpublished
贝氏高原鳅 <i>Triplophysa bleekeri</i>	Gp13	FJ406591, FJ406587	Unpublished
酒泉高原鳅 <i>Triplophysa hsutschouensis</i>	Gp14	KX373852	Unpublished
粗壮高原鳅 <i>Triplophysa robusta</i>	Gp15	KX373850	Unpublished
黄河高原鳅 <i>Triplophysa pappenheimi</i>	Gp16	KX373843	Unpublished
拟鲶高原鳅 <i>Triplophysa siluroides</i>	Gp17	EF212443, KX373842	Unpublished
湘西盲高原鳅 <i>Triplophysa xiangxiensis</i>	Gp18	JN696407	Unpublished
鼻须高原鳅 <i>Triplophysa nasobarbatula</i>	Gp19	MK610357	Unpublished
保田高原鳅 <i>Triplophysa baotianensis</i>	Gp20	MK610353	Unpublished
贞丰高原鳅 <i>Triplophysa zhenfengensis</i>	Gp21	MK610360, MK610359	Unpublished
佳荣盲高原鳅 <i>Triplophysa jiarongensis</i>	Gp22	KU987437	Unpublished
叶尔羌高原鳅 <i>Triplophysa yarkandensis</i>	Gp23	KX373836	Unpublished
中华沙鳅 <i>Botia udomritthiruji</i>	Gp24	NC_031601	Unpublished

表2 本研究中涉及 COI 基因样品信息

Tab.2 Information of specimen based on COI gene in this study

物种名称	组别	NCBI 登录号或样品编号	数据来源
达里湖高原鳅 <i>Triplophysa dalaica</i>	NM	G1-36, G38, G39	内蒙古赤峰市达里诺尔湖
达里湖高原鳅 <i>Triplophysa dalaica</i>	HN	401301-401306, 401369-401372, 401374, 401375, 401386, 401404, 401408, 401409, 401411, 401413, 401415	河南林州石板岩村露水河
达里湖高原鳅 <i>Triplophysa dalaica</i>	T1	MK250395-MK250398, MK250402, MK250405, MK250408-MK250410, MK250412	Unpublished
		KU557966, KU557967, KU557968, KU557969	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
赛丽高原鳅 <i>Triplophysa sellaefer</i>	T2	MK250413, MK250390	Unpublished
西昌高原鳅 <i>Triplophysa xichangensis</i>	T3	MF123392, MF123393	Unpublished
大桥高原鳅 <i>Triplophysa daqiaoensis</i>	T4	KU557971, KU557970	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
姚氏高原鳅 <i>Triplophysa yaopeizhii</i>	T5	KU558127, KU558126	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
东方高原鳅 <i>Triplophysa orientalis</i>	T6	KU558023, KU558019	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
墨曲高原鳅 <i>Triplophysa moquensis</i>	T7	KU558005, KU558004	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
硬刺高原鳅 <i>Triplophysa scleroptera</i>	T8	KU558069, KU558068	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
麻尔科高原鳅 <i>Triplophysa markehenensis</i>	T9	KU557985, KU557983	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
黑斑高原鳅 <i>Triplophysa strauchii</i>	T10	KU558123, KU558122	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
黑背高原鳅 <i>Triplophysa dorsalis</i>	T11	KU557973, KU557972	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
软口高原鳅 <i>Triplophysa chondrostoma</i>	T12	KU557963, KU557964	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
多斑高原鳅 <i>Triplophysa polyfasciata</i>	T13	KU558040, KU558038	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
贝氏高原鳅 <i>Triplophysa bleekeri</i>	T14	KU557921, KU557911	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
酒泉高原鳅 <i>Triplophysa hsutschouensis</i>	T15	KU557975, KU557965	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
小眼高原鳅 <i>Triplophysa microps</i>	T16	KU557986	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
		MF123338	Unpublished
短须高原鳅 <i>Triplophysa brevicauda</i>	T17	KU557958	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
		KM611449	CHEN et al.2015 <sup>[12]</sup>
怒江高原鳅 <i>Triplophysa nujiangensis</i>	T18	KU558013	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
刺突高原鳅 <i>Triplophysa stewarti</i>	T19	KU558108	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
阿里高原鳅 <i>Triplophysa aliensis</i>	T20	KU557895, KU557894	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
		KM611463	CHEN et al.2015 <sup>[12]</sup>
细尾高原鳅 <i>Triplophysa stenura</i>	T21	KU558097	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
理县高原鳅 <i>Triplophysa lixianensis</i>	T22	KU557981, KU557979	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
斯氏高原鳅 <i>Triplophysa stoliczkai</i>	T23	MF123388, MF123376	Unpublished
武威高原鳅 <i>Triplophysa wuweiensis</i>	T24	KU558125	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
前鳍高原鳅 <i>Triplophysa anterodorsalis</i>	T25	KU557897, KU557896	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
粗壮高原鳅 <i>Triplophysa robusta</i>	T26	MK250411, MK250406	Unpublished
		MK250391	Unpublished
拟鲶高原鳅 <i>Triplophysa siluroides</i>	T27	KU558066	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
西藏高原鳅 <i>Triplophysa tibetana</i>	T28	KU558124	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
拟硬刺高原鳅 <i>Triplophysa pseudostenura</i>	T29	KU558047, KU558045	LI et al.2017 <sup>[11]</sup>
中华沙鳅 <i>Botia udomritthiruji</i>	T29	NC_031601	Unpublished

表 3 达里湖高原鳅形态学数据  
Tab.3 Morphological measurement data of *Triplophysa dalaica*

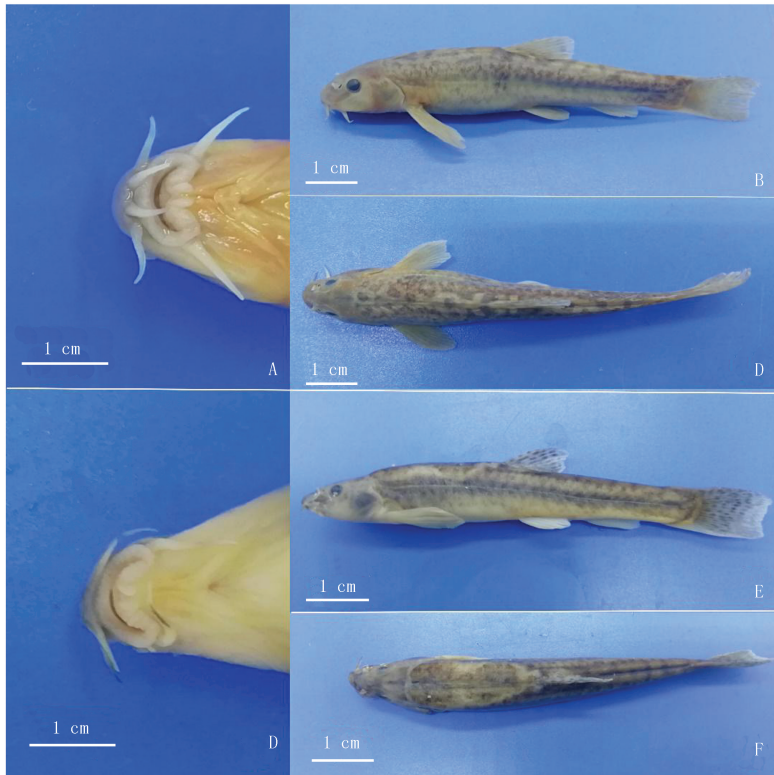
样品地点	样品序号	BL/BD	BL/HL	BL/CPL	HL/SNL	HL/OD	HL/IW	IW/OD	CPL/CPD	胸鳍长/胸腹基部长	背基至吻端长/体长
达里湖	D001	5.36	3.97	4.64	2.39	6.73	3.66	1.84	2.51	0.51	0.53
	D002	5.63	4.18	4.93	2.24	5.97	3.40	1.76	2.18	0.60	0.53
	D003	5.80	4.23	4.73	2.46	6.92	3.55	1.95	2.24	0.56	0.51
	D004	6.73	4.54	4.78	2.51	7.05	3.34	2.11	2.32	0.60	0.52
	D005	5.89	4.31	4.72	2.41	6.27	3.45	1.82	2.50	0.51	0.52
	D006	5.31	4.58	4.29	2.34	6.92	3.36	2.06	2.87	0.50	0.54
	D007	5.83	4.28	4.79	2.30	6.98	3.38	2.07	2.04	0.58	0.52
	D008	5.10	4.55	4.35	2.11	6.91	3.55	1.95	2.41	0.63	0.51
	D009	5.31	3.93	4.35	2.48	6.11	3.46	1.77	2.73	0.59	0.50
	D010	5.91	4.24	5.17	2.47	5.93	3.67	1.62	2.25	0.50	0.54
	D011	7.26	4.32	4.64	2.39	6.62	3.51	1.89	2.58	0.63	0.51
	D012	5.30	4.64	4.65	2.71	7.07	3.50	2.02	2.61	0.52	0.52
	D013	4.91	4.15	4.59	2.46	5.65	3.47	1.63	2.56	0.53	0.52
林州	A001	5.33	4.18	4.25	2.55	5.94	3.29	1.80	2.51	0.53	0.52
	A002	6.42	4.08	5.14	2.43	6.04	3.38	1.79	1.91	0.50	0.53
	A003	5.23	4.06	4.74	2.48	5.57	3.12	1.78	1.91	0.55	0.51
	A004	4.91	3.87	4.54	2.33	5.97	3.32	1.80	2.22	0.61	0.52
	A005	5.64	3.99	4.62	3.03	4.92	3.09	1.59	2.21	0.55	0.50
	A006	5.49	4.31	4.34	2.51	5.94	3.42	1.74	2.63	0.62	0.49
	A007	4.81	4.16	5.19	2.52	6.16	3.66	1.68	2.09	0.53	0.49
	A008	5.65	3.96	4.30	2.66	7.05	3.46	2.04	2.40	0.66	0.53
	A009	5.17	3.88	4.84	2.55	6.55	3.15	2.08	2.26	0.64	0.51
	A010	5.06	3.91	5.02	2.36	5.95	3.14	1.90	1.91	0.65	0.55
	A011	5.52	3.97	5.14	2.45	5.95	3.44	1.73	2.06	0.66	0.52
	A012	5.28	4.44	5.90	2.42	5.70	3.00	1.90	1.89	0.51	0.49
	A013	5.41	4.15	4.95	2.68	5.98	3.18	1.88	2.49	0.53	0.52
	A014	6.44	4.11	6.26	2.51	5.77	3.55	1.63	2.40	0.64	0.52
	A015	6.01	4.04	5.17	2.68	5.67	3.17	1.79	2.35	0.58	0.55
	A016	5.07	3.92	4.77	2.73	6.19	3.18	1.95	2.28	0.62	0.52
	A017	5.59	3.92	5.07	2.69	5.79	3.25	1.78	2.14	0.57	0.53
	A018	5.08	3.96	4.83	2.49	5.40	3.48	1.55	2.09	0.63	0.52
	A019	5.93	4.02	5.49	2.55	6.15	3.46	1.77	1.96	0.63	0.51
	A020	5.34	4.19	5.19	2.46	6.54	3.28	2.00	1.97	0.68	0.50
	平均值±	5.72±	4.3±	4.66±	2.40±	6.55±	3.48±	1.88±	2.45±	0.56±	0.52±
	标准差	0.63	0.21	0.23	0.14	0.48	0.1	0.16	0.22	0.05	0.01

## 2.2 分子生物学及分子系统学结果

本实验通过 PCR 扩增共获得达里湖高原鳅 *Cyt b* 序列 52 条,其中包括河南林州的序列 19 条和内蒙古达里湖的序列 33 条.通过与 NCBI 数据库中的近缘种 *Cyt b* 基因序列比对后获得 1 112 bp 的一致序列,其中包含保守位点 611 个,简约信息位点 450 个,T,C,A,G 碱基含量分别为 25.9%,16.6%,30.3%,27.2%,从碱基组成上来看,A+T(56.2%)的含量高于 C+G(43.8%)的含量.通过与近缘种构建的 NJ 系统发育树可以看出,本实验所得的序列与数据库中的达里湖高原鳅单独聚为一支(图 2).通过系统发育结果对序列进行分组,计算同种鱼组内及组间遗传距离发现,河南林州和内蒙古达里诺尔湖的达里湖高原鳅的组内遗传距离分



别为 0 和 0.001, 本实验所获得的序列与数据库中的高原鳅属鱼类进行比较, 除达里湖高原鳅外, 其余各组之间遗传距离均大于 0.02, 详见表 4.



河南林州达里湖高原鳅:A. 口唇结构(Mouth characters);B. 侧视图(Lateral view);  
C. 背部图(Dorsal view).  
内蒙古达里湖高原鳅:D. 口唇结构(Mouth characters);E. 侧视图(Lateral view);  
F. 背部图(Dorsal view).

图1 达里湖高原鳅的主要形态鉴别特征

Fig.1 The main diagnostic morphological characteristics of *Triplophysa dalaica*

本实验通过 PCR 扩增共获得达里湖高原鳅 *COI* 序列 57 条, 其中包括河南林州的序列 19 条和内蒙古达里湖的序列 38 条. 通过与 NCBI 数据库中的近缘种 *COI* 基因序列比对后获得 624 bp 的一致序列, 其中包含保守位点 411 个, 简约信息位点 182 个, T, C, A, G 碱基含量分别为 24.2%, 18.5%, 30.3%, 27%, 从碱基组成上来看, A+T(54.5%) 的含量高于 C+G(45.5%) 的含量. 通过与近缘种构建的 NJ 系统发育树可以看出, 本实验所得的序列与数据库中的达里湖高原鳅单独聚为一支(图 3). 通过系统发育结果对序列进行分组, 计算同种鱼组内及组间遗传距离发现, 河南林州和内蒙古达里诺尔湖的达里湖高原鳅的组内遗传距离分别为 0.001 和 0, 本实验所获得的序列与数据库中的高原鳅属鱼类进行比较, 除达里湖高原鳅外, 其余各组之间遗传距离均大于 0.02, 详见表 5.

## 3 讨论

### 3.1 达里湖高原鳅物种的确定

我国分布有 100 多种高原鳅属(*Triplophysa*) 鱼类, 其中半数以上是近 20 年内相继发表的新种. 据《中国条鳅志》记载, 高原鳅主要分布在我国青藏高原及其毗邻地区, 但南不过喜马拉雅山, 少数分布在我国华北和云南, 西亚的底格里斯河、赫尔曼德河、印度河上游以及中亚一带. 朱松泉在《中国条鳅志》中也提到了其他文献中均对达里湖高原鳅有记载<sup>[13-17]</sup>. 这些文献中记载的达里湖高原鳅重要鉴定特征基本一致, 但对比本实验记录的数据, 发现长度指标比例和资料中的有一定出入, 出现这一情况的原因可能是由于水系的隔

离、导致长时间基因交流的缺乏,从而使鱼类出现了分化现象,由于相差不大,所以推测有一部分原因是测量中存在误差所造成的.综合 *Cyt b* 和 *COI* 基因的系统发育结果,发现在河南林州采集到的样本和内蒙古达里湖采集到的样本与数据库中的达里湖高原鳅聚为一支,*Cyt b* 基因显示:林州的样本与达里湖的样本的组间遗传距离为 0.005,与数据库中的达里湖高原鳅的遗传距离为 0.006;*COI* 基因显示:林州的样本与达里湖的样本的组间遗传距离为 0.001,与数据库中的达里湖高原鳅的遗传距离为 0,结合形态数据,我们认为河南省存在达里湖高原鳅,为河南省新纪录种.

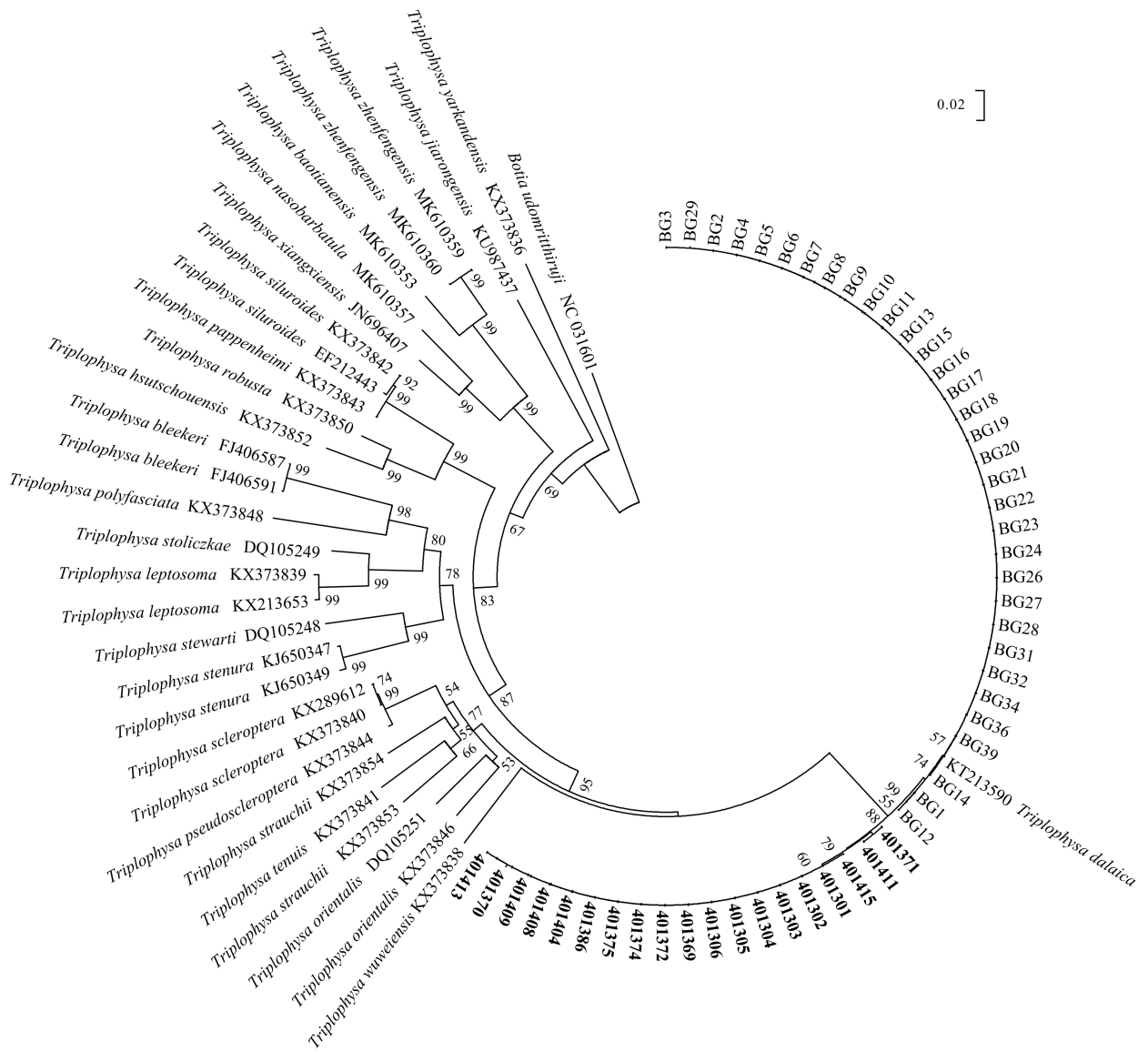


图2 基于线粒体*Cyt b*基因高原鳅属鱼类邻接法 (neighbor-joining method, NJ) 系统发育关系  
 Fig.2 *Triplophysa* phylogenetic relationship based on mitochondrial *Cyt b* gene by neighbor-joining method

### 3.2 达里湖高原鳅的分布范围及生境情况

据《中国条鳅志》记载,达里湖高原鳅主要分布在黄河自兰州以下的干支流和内蒙古的黄旗海、岱海、达里湖以及达尔罕茂明安联合旗,克什克腾旗和西乌珠穆沁旗等地的自流水体.查阅相关文献后发现,在北京的永定河、河北张北草原、天津蓟县、山西滹沱河、渭河上游流域<sup>[18]</sup>、陕西<sup>[19]</sup>以及青海等地均有分布并记载.此次在河南省鱼类资源调查工作中,于河南安阳林州发现了达里湖高原鳅的存在,进一步扩大了达里湖高原鳅的分布范围.据采样过程中的观察,该鱼多栖息在海拔较高(604 m)、水温较低水体中.

表4 不同种之间Cyt b基因遗传距离计算结果

Tab.4 The genetic distance between different species based on the Cyt b gene

物种	组内遗传距离	NM	HN	Gp1	Gp2	Gp3	Gp4	Gp5	Gp6	Gp7	Gp8	Gp9	Gp10	Gp11	Gp12	Gp13	Gp14	Gp15	Gp16	Gp17	Gp18	Gp19	Gp20	Gp21	Gp22	Gp23	
NM	0.000																										
HN	0.001	0.005																									
Gp1	n/c	0.001	0.006																								
Gp2	n/c	0.128	0.126	0.130																							
Gp3	0.093	0.123	0.126	0.122	0.126																						
Gp4	0.094	0.136	0.136	0.137	0.132	0.116																					
Gp5	n/c	0.148	0.148	0.149	0.145	0.118	0.112																				
Gp6	n/c	0.120	0.120	0.122	0.134	0.096	0.099	0.108																			
Gp7	0.000	0.117	0.118	0.119	0.131	0.096	0.099	0.102	0.005																		
Gp8	0.007	0.167	0.168	0.165	0.155	0.156	0.165	0.171	0.148	0.145																	
Gp9	n/c	0.170	0.170	0.171	0.180	0.166	0.184	0.167	0.161	0.161	0.104																
Gp10	0.007	0.174	0.178	0.176	0.164	0.188	0.16	0.174	0.166	0.163	0.172	0.172															
Gp11	n/c	0.164	0.161	0.165	0.164	0.166	0.177	0.173	0.165	0.159	0.151	0.160	0.064														
Gp12	n/c	0.213	0.211	0.215	0.178	0.177	0.187	0.200	0.180	0.183	0.175	0.191	0.176	0.161													
Gp13	0.001	0.204	0.205	0.205	0.193	0.195	0.203	0.207	0.197	0.194	0.196	0.203	0.184	0.175	0.155												
Gp14	n/c	0.211	0.217	0.210	0.237	0.217	0.199	0.215	0.201	0.201	0.206	0.230	0.227	0.246	0.235	0.248											
Gp15	n/c	0.191	0.189	0.190	0.226	0.201	0.195	0.200	0.191	0.195	0.211	0.210	0.218	0.216	0.221	0.243	0.064										
Gp16	n/c	0.188	0.191	0.188	0.217	0.189	0.176	0.193	0.171	0.177	0.206	0.208	0.205	0.203	0.214	0.220	0.130	0.119									
Gp17	0.002	0.193	0.196	0.193	0.221	0.189	0.176	0.194	0.169	0.176	0.204	0.205	0.209	0.208	0.212	0.221	0.131	0.121	0.003								
Gp18	n/c	0.222	0.221	0.224	0.226	0.217	0.218	0.223	0.217	0.217	0.219	0.218	0.253	0.233	0.241	0.245	0.230	0.211	0.223	0.221							
Gp19	n/c	0.235	0.234	0.237	0.229	0.215	0.229	0.256	0.222	0.228	0.239	0.239	0.271	0.250	0.255	0.269	0.248	0.227	0.217	0.215	0.086						
Gp20	n/c	0.250	0.248	0.252	0.248	0.269	0.250	0.255	0.266	0.269	0.257	0.243	0.279	0.272	0.289	0.261	0.239	0.239	0.232	0.234	0.173	0.169					
Gp21	0.001	0.246	0.246	0.248	0.253	0.258	0.244	0.258	0.250	0.254	0.247	0.251	0.271	0.248	0.254	0.268	0.238	0.228	0.249	0.250	0.172	0.174	0.068				
Gp22	n/c	0.230	0.228	0.228	0.223	0.220	0.233	0.241	0.236	0.236	0.262	0.256	0.279	0.269	0.270	0.284	0.277	0.250	0.276	0.273	0.218	0.236	0.253	0.244			
Gp23	n/c	0.273	0.276	0.273	0.255	0.269	0.264	0.279	0.265	0.262	0.257	0.274	0.299	0.296	0.280	0.278	0.282	0.295	0.275	0.275	0.301	0.319	0.322	0.315	0.267		
Gp24	n/c	0.269	0.266	0.271	0.259	0.272	0.272	0.282	0.271	0.267	0.268	0.271	0.294	0.281	0.288	0.284	0.283	0.267	0.274	0.271	0.260	0.292	0.270	0.285	0.253	0.278	





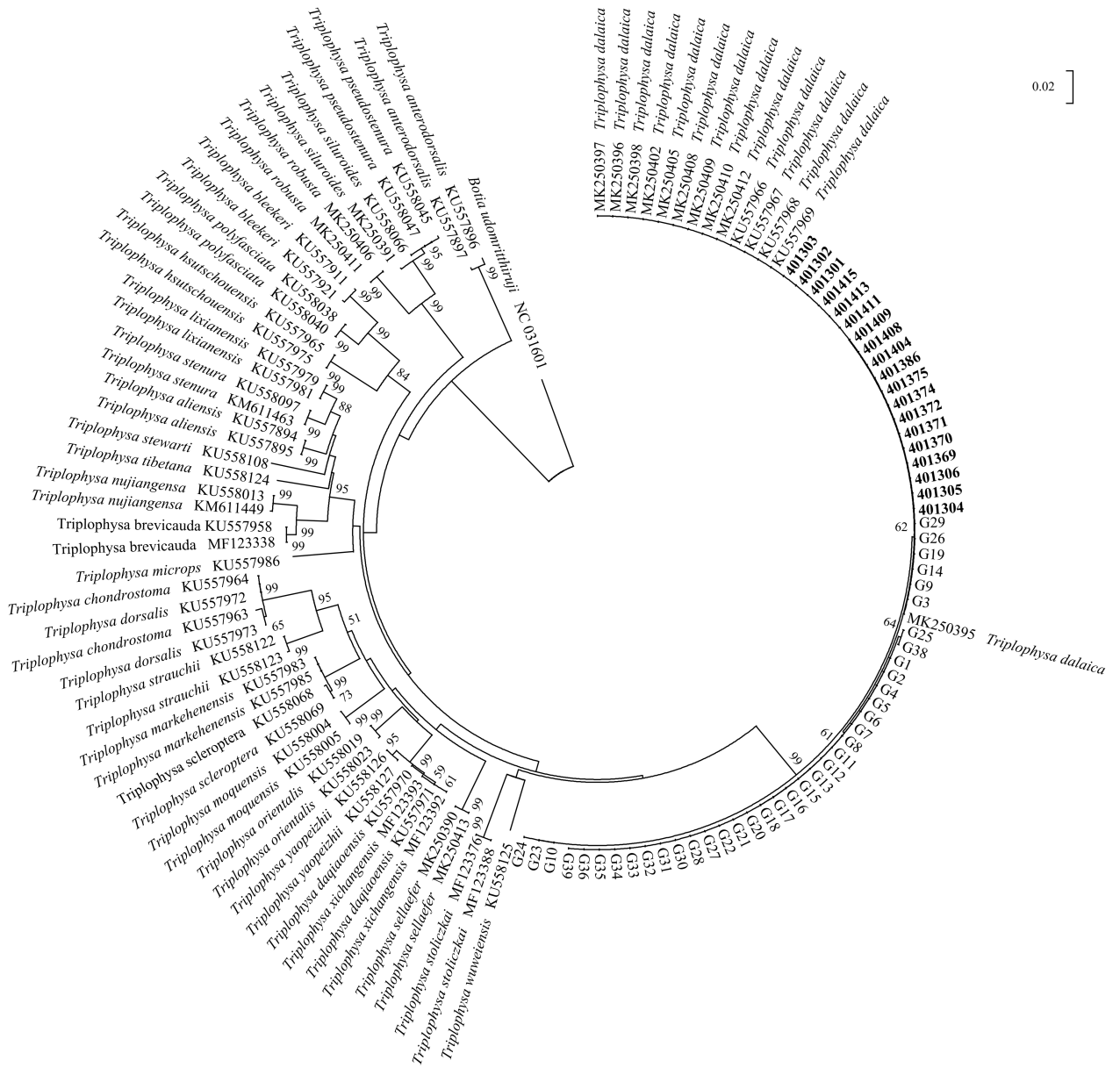


图3 基于线粒体COI基因高原鳅属鱼类邻接法 (neighbor-joining method, NJ) 系统发育关系

Fig.3 *Triplophysa* phylogenetic relationship based on mitochondrial *COI* gene by neighbor-joining method

### 3.3 达里湖高原鳅的资源现状及保护

河南省鱼类资源调查队 2015 年 10 月 18 日和 19 日在安阳林州发现了达里湖高原鳅,此处水温较低,此后调查队数次在此地进行采样,均获得了数量不等的样本,说明达里湖高原鳅在此地保持有一定数量且能适应该处的水文条件,此地为该物种提供了良好的栖息场所<sup>[20]</sup>.达里湖高原鳅多栖息在海拔较高的水域中,其适应性强,尤其是对水质和低温环境的适应能力较强.因此对该鱼的资源保护应从保护栖息地生态环境、减少人为的影响和破坏、加强分布地保护宣传和执法、合理规划种质资源保护区等方面开展,从而进一步准确掌握该鱼的分布及数量动态<sup>[21]</sup>.

### 参 考 文 献

[1] 陈宜瑜,陈毅峰.青藏高原动物地理区的地位和东部界线问题[J].水生生物学报,1996,20(2):97-103.

CHEN Y.CHEN Y.The status of the Qinghai-Tibet Plateau animal geographic area and the eastern boundary[J].Acta Hydrobiologica Sinica,1996,20(2):97-103.

- [2] FROESE R, PAULY D. FishBase[EB/OL]. [2020-05-01]. [http://www.fishbase.org,version\(01/2005\)](http://www.fishbase.org,version(01/2005)).
- [3] CHEN X, YANG J. *Triplophysa rosa* sp. nov, a new blindloach from China[J]. Journal of Fish Biology, 2005, 66(11): 599-608.
- [4] 朱松泉. 中国条鳅志[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1989: 68-133.  
ZHU S. The loaches of the subfamily Nemacheilinae in China (Cypriniformes: Cobitidae)[M]. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press, 1989: 68-133.
- [5] 何春林, 宋昭彬, 张鸷. 中国高原鳅属鱼类及其分类研究现状[J]. 四川动物, 2011, 30(1): 150-155.  
HE C, SONG Z, ZHANG E. *Triplophysa* fishes in China and the status of its taxonomic studies. [J]. Sichuan Journal of Zoology, 2011, 30(1): 150-155.
- [6] 萨姆布鲁克, 拉塞尔. 分子克隆实验指南精编版[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [7] 周传江, 刘凯莹, 于梓晨, 等. 一种鉴定高原鳅属鱼类的方法. 中国: CN109468385A[P]. 2019-03-15.  
ZHOU C, LIU K, YU Z, et al. Method for identifying *Triplophysa* fishes. China: CN109468385A[P]. 2019-03-15.
- [8] SWINDELL S R, PLASTERER T N. Seqman; contig assembly[J]. Methods in Molecular Biology, 1997, 70(6): 75-89.
- [9] WANG Y, SHEN Y, FENG C, et al. Mitogenomic perspectives on the origin of Tibetan loaches and their adaptation to high altitude[J]. Scientific reports, 2016, 6(1): 1-10.
- [10] TANG Q, LIU H, MAYDEN R, et al. Comparison of evolutionary rates in the mitochondrial DNA cytochrome b gene and control region and their implications for phylogeny of the Cobitoidea (Teleostei: Cypriniformes)[J]. Molecular Phylogenetics and Evolution, 2006, 39(2): 347-357.
- [11] LI J, WANG Y, JIN H, et al. Identification of *Triplophysa* species from the Qinghai-Tibetan Plateau (QTP) and its adjacent regions through DNA barcodes[J]. Gene, 2017, 605: 12-19.
- [12] CHEN W, MA X, SHEN Y, et al. The fish diversity in the upper reaches of the Salween River, Nujiang River, revealed by DNA barcoding [J]. Scientific Reports, 2015, 5(1): 1-12.
- [13] 赵铁桥. 内蒙古艾不盖河的鱼类[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 1982, 18(4): 112-118.  
ZHAO T. Fishes of Abogain Gol River in Nei Mongol Ziziqu, China[J]. Journal of Lanzhou University (Natural Sciences), 1982, 18(4): 112-118.
- [14] 张春霖. 中国系统鲤类志[M]. 北京: 高等教育出版社, 1959: 120.  
ZHANG C. Cyprinid Fishes in China[M]. Beijing: Higher Education Press, 1959: 120.
- [15] 李思忠. 黄河鱼类区系的探讨[J]. 动物学杂志, 1965, 7(5): 217-222.  
LI S. Discussion on the fish fauna of the Yellow River[J]. Chinese Journal of Zoology, 1965, 7(5): 217-222.
- [16] 陕西省动物研究所. 秦岭鱼类志[M]. 北京: 科学出版社, 1987: 74.  
Institute of Zoology, Shanxi Province. Fishes of Qingling Mountain Region[M]. Beijing: Science Press, 1987: 74.
- [17] 中国科学院动物研究所鱼类组与无脊椎动物组. 黄河渔业生物学基础初步调查报告[M]. 北京: 科学出版社, 1959: 50.  
Fish Group and Invertebrate Group, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences. Preliminary investigation report on the basis of fishery biology in the Yellow River[M]. Beijing: Science Press, 1959: 50.
- [18] 宋世良, 王香亭. 渭河上游鱼类区系研究[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 1983, 19(4): 120-128.  
SONG S, WANG X. Notes on fishes fauna of the upper reaches of Weihe River in China[J]. Journal of Lanzhou University (Natural Sciences), 1983, 19(4): 120-128.
- [19] 方树森, 许涛清, 宋世良, 等. 陕西省鱼类区系研究[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 1984, 20(1): 97-115.  
FANG S, XU T, SONG S, et al. A study on fauna of the fishes in Shanxi Province, China[J]. Journal of Lanzhou University (Natural Sciences), 1984, 20(1): 97-115.
- [20] 胡焕富, 吴军彰, 于同雷, 等. 河南省鸟类分布新纪录——白颊噪鹛[J]. 信阳师范学院学报(自然科学版), 2017, 30(1): 102-104.  
HU H, WU J, YU T, et al. New Records of Distribution of Birds in Henan Province——Garrulax sannii[J]. Journal of Xinyang Normal University (Natural Sciences), 2017, 30(1): 102-104.
- [21] 方成良. 鸡公山国家级自然保护区爬行动物资源调查与保护[J]. 信阳师范学院学报(自然科学版), 2018, 31(4): 573-577.  
FANG C. Investigation and Conservation of Reptiles in Jigongshan National Nature Reserve[J]. Journal of Xinyang Normal University (Natural Sciences), 2018, 31(4): 573-577.

# A new fish record of the genus *Triplophysa* in Henan Province

## ——*Triplophysa dalaica*

Zhou Chuanjiang<sup>1</sup>, Hu Bo<sup>1</sup>, Ma Wenwen<sup>1</sup>, Yang Changxing<sup>1</sup>,  
Zhao Wenwu<sup>2</sup>, Li Binshun<sup>3</sup>, Meng Xiaolin<sup>1</sup>, Tang Yongtao<sup>1</sup>, Nie Guoxing<sup>1</sup>

(1.College of Fisheries, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China; 2.Aquatic Technology Extension Service Center of Anyang city, Anyang 455000, China; 3.Linzhou City Aquatic Station, Linzhou 456550, China)

**Abstract:** From October 2015 to October 2019, we captured a variety of the genus *Triplophysa* fish in Linzhou City, Henan Province during the survey of fish resources. One of them was initially identified as the *Triplophysa dalaica*. To further confirm, a group of *Triplophysa dalaica* were captured at Dalinor Lake in Chifeng City in May 2019. These fishes were identified by using integrated application of traditional morphological data and molecular systematic method. It was further confirmed that one of the samples of the genus *Triplophysa* in Linzhou City was found in the new record species of Henan Province—*Triplophysa dalaica*. At present, the specimens are stored in Fish Herbarium of College of Fisheries, Henan Normal University. This paper makes a preliminary analysis of the main identification characteristics, distribution area, resource status and living environment of the *Triplophysa dalaica*.

**Keywords:** *Triplophysa*; new record; *Triplophysa dalaica*; Henan Province

[责任编辑 王凤产 杨浦]