

## 4 种常见金鱼骨骼的比较

王梦婷, 韩雨哲\* (大连海洋大学水产与生命学院, 辽宁大连 116023)

**摘要** 以常见的4类金鱼为研究对象, 分别以草金、鎏金、兰寿、龙睛为代表, 选取鳍条良好的鱼体, 采用透明鱼制作法及 X-ray 透视法, 比较各鳍之间的异同点, 并对脊椎骨、腹肋骨数量和形态进行比较, 了解金鱼在变异过程中骨骼发生的变化。结果表明, 草金骨骼与鲫鱼较为相似, 体呈纺锤形, 背鳍较短, 胸鳍呈三角形, 尾鳍不分叉, 为单尾鳍、单臀鳍; 鎏金背部隆起, 尾柄缩短, 尾鳍又多在4叶以上; 兰寿各鳍较短, 背鳍退化, 为双臀鳍、双尾鳍; 龙睛体形较短, 眼突出, 背鳍高耸, 胸鳍较长, 尾鳍为4叶。此外, 草金脊椎骨数量最多, 为30枚, 而鎏金相对较少; 草金、鎏金、龙睛腹肋骨第1根最长, 兰寿腹肋骨第3~6根最长。

**关键词** 金鱼; 透明鱼; X-ray 透视; 骨骼

**中图分类号** S917.4 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2019)18-0090-03

**doi:** 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.18.022



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Comparison of Bone among 4 Species of Common Goldfishes

WANG Meng-ting, HAN Yu-zhe (College of Fisheries and Life Science, Dalian Ocean University, Dalian, Liaoning 116023)

**Abstract** Four kinds of common goldfish were selected as the research object, and Goldfish, Ryukyu Golden, Ranchu and Dragon-eye were taken as representative species, transparent fish production method and X-ray perspective method were used to compare the similarities and differences of different fins, the number and shape of vertebral crest bone, ventral rib bone. The changes of goldfish bones during the process of mutation were investigated. The results showed that the skeleton of Goldfish was similar to that of *Carassius auratus*, the body was spindle-shaped, the dorsal fin was short, the pectoral fin was triangular, the caudal fin was unforked, it was a single tail fin and a single anal fin. Ryukyu Golden's dorsal part was raised, the tail stalk was shortened, and the caudal fin was forked and more than four leaves. The fins of Ranchu were shorter, the dorsal fin was degenerated and double-anal fin and double-caudal fin. Dragon-eye was short, the eyes stick out, the dorsal fin was high and the pectoral fin was long, the caudal fin had four lobes. In addition, the vertebrae bone number of Goldfish was 30, that of Ryukyu Golden was less than others. The first rib of Goldfish, Ryukyu Golden and Dragon-eye was the longest, the third-sixth rib of Ranchu was the longest.

**Key words** Goldfish; Transparent fish; X-ray fluoroscopy; Bone

金鱼起源于我国, 是由鲫鱼改良而成的观赏鱼类的统称, 形态近似鲤鱼, 但金鱼没有口须, 品种很多, 分为蛋种、文种、龙种、草种四大品系。根据历史记载和近代科学研究资料, 现已确定金鱼起源于我国普通的金鲫鱼, 由银灰色的野生鲫鱼首先变异成红黄色的金鲫, 然后由红黄色金鲫在经过不同时期的家化, 定向培育逐渐演变而成现今各个不同品种的金鱼。人们对金鱼有意识地开始人工培育与选择工作始于一些皇家庭院的放生池, 在最初的这些庭院中放生的大多是一些自然产生变异彩色的鲫鱼, 在养殖过程中又发现了更多彩色变异和形态变异的鲫鱼, 人们逐渐将这些变异的彩色鲫鱼保留下来, 并进行生殖隔离, 即将同颜色的鱼进行交配, 或同种变异进行配种, 或采取连续回交方法使某一性状得到加强, 从而形成新的品系。变异是无方向的, 但经过人工选择后, 人们想要的变异得到保留, 并通过回交得到延续与加强, 使之具有方向性, 成为新的品系。

金鱼在演化过程中, 骨骼发生了不同的改变, 使不同品系金鱼具有不同形态的骨骼, 呈现不同的体形。张坤等<sup>[1]</sup>对金鱼和鲫体长分别进行了测量, 发现金鱼属于短身形, 鲫鱼属于长身形。金鱼主要分为草种、文种、蛋种、龙种四大品系。草种金鱼以草金金鱼为例, 是最原始的品种, 鱼头尖而长, 体呈纺锤形, 脊背平直, 脊椎骨数量较多; 文种金鱼以鎏金金鱼为例, 鱼体形短, 呈菱形, 背部耸起, 头嘴尖, 腹圆, 眼

小平直, 有背鳍和四开的大尾鳍, 脊椎骨数量较少; 蛋种金鱼以兰寿金鱼为例, 体短而肥, 呈长卵圆形, 体形缩短, 背鳍退化, 背部圆滑, 有成双的尾鳍和臀鳍, 脊椎骨数量较少; 龙种金鱼以龙睛金鱼为例, 龙睛眼突出于眼眶, 体形呈菱形, 背鳍高耸直立, 胸鳍较大, 臀鳍和尾鳍均成双而伸长, 脊椎骨数量较少。

骨骼是一种特殊的组织, 与软骨结合在一起, 使骨骼具有多种功能, 比如机械和代谢功能, 例如提供支持的作用<sup>[2]</sup>。不同品系的金鱼骨骼也有所不同, 不同的骨骼形态对金鱼的游泳等行为有不同的作用。骨骼发生是一个复杂的过程, 被分成若干个过程: 规范、迁移、缩聚、细胞外基质沉积分化为软骨细胞或成骨细胞、基质的矿化<sup>[3]</sup>。鳍是指鱼类和某些其他水生动物类似翅或桨的附肢, 有推进、平衡及导向的作用<sup>[4]</sup>。按照鱼鳍所在部位, 可将其分为背鳍、胸鳍、腹鳍、臀鳍、尾鳍。鳍条大多是软骨分成细枝, 棘和鳍条基部都有鳍担骨, 此骨是2节真骨和1节很小的软骨合成, 与棘或鳍条基部相衔接<sup>[5]</sup>。鳍条的数目是观察金鱼各鳍差异的一个重要指标, 金鱼四大品系各鳍的形态特征以及数量有所不同, 金鱼不同品系、不同鳍的支鳍骨<sup>[6]</sup>形态也不同, 主要讨论背鳍支鳍骨和尾鳍支鳍骨。笔者针对鳍和脊椎骨进行了具体研究和分析, 深入分析了不同品系的金鱼在鳍和脊椎骨方面的差异, 进而了解金鱼在变异过程中鳍和脊椎骨的变化。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 以草金、鎏金、兰寿、龙睛4种常见金鱼为研究对象, 选择当岁鱼种为样本, 样本均采购于当地水族观赏

**作者简介** 王梦婷(1996—), 女, 辽宁大连人, 硕士研究生, 研究方向: 水产养殖。\*通信作者, 副教授, 博士, 硕士生导师, 从事水产动物营养与饲料研究。

**收稿日期** 2019-04-02

市场,选取的品种均为各品系中最具代表性的体形及体态、特征较明显、各鳍条形态完整的当岁鱼。

**1.2 方法** 透明鱼标本的制作流程如图 1 所示。制成的金鱼透明鱼标本如图 2 所示。

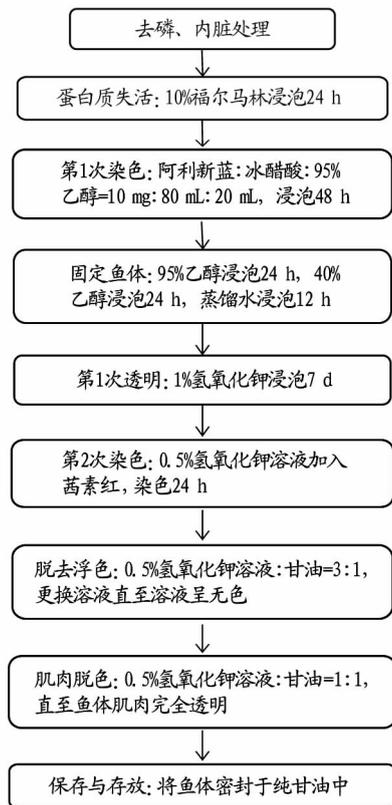


图 1 透明鱼标本的制作流程

Fig.1 Flow chart of transparent fish specimen's production



注: A、B 为龙睛透明鱼标本; C. 草金透明鱼标本

Note: A, B. The transparent fish specimen of Dragon-eye; C. The transparent fish specimen of Goldfish

图 2 金鱼透明鱼标本

Fig.2 The transparent goldfish specimen

X-ray 透视法: 从购买的金鱼中, 每个品系随机选出 1 条进行 X-ray 透视, 试验所用仪器为 Tian 2000 Digital X-ray system, 对鱼进行麻醉开启设备后, 将鱼置于 X 射线机上, 对鱼体进行照射, X 射线机会捕获穿过鱼类的 X 射线, 并在电

脑显示器上, 即可得到一张数字图片<sup>[7]</sup>。

## 2 结果与分析

金鱼 X 射线图像如图 3 所示。常见金鱼骨骼及形态比较见表 1。

**2.1 背鳍** 草金、鎏金、龙睛都有背鳍, 且背鳍较为宽大, 兰寿则无背鳍, 背部较为圆滑, 体形较短。

草金背鳍相对较短, 约为 16 根鳍条 (图 3A); 鎏金背鳍较高, 约为 16 根鳍条 (图 3C); 龙睛背鳍的第 3 根硬刺较强, 后缘有锯齿, 背鳍相对较高, 约有 18 根鳍条 (图 3D)。

**2.2 胸鳍** 胸鳍的位置靠近鳃盖处, 草金胸鳍呈三角形, 长而尖, 数量最多 (图 3A); 兰寿胸鳍较短、较圆, 与草金、鎏金、龙睛相比胸鳍较小, 数量也相对最少 (图 3B); 鎏金胸鳍较大 (图 3C); 龙睛胸鳍较大, 胸鳍末端可达到腹鳍的起点 (图 3D)。对于同一品种的金鱼, 雄鱼的胸鳍比雌鱼略长。

**2.3 腹鳍** 腹鳍位于躯干腹侧, 在胸鳍和臀鳍之间。不同品系的金鱼腹鳍并没有明显区别, 草金、鎏金、兰寿、龙睛的腹鳍均为双叶。

**2.4 臀鳍** 臀鳍位于腹部中线、肛门之后, 在形态、功能上与背鳍相似, 分为单臀鳍与双臀鳍。

草金为单臀鳍, 鎏金、龙睛均为双臀鳍, 兰寿单臀鳍与双臀鳍均存在, 一般认为双臀鳍为良好品相, 双臀鳍要对称, 形态、大小要一致。我国和日本的金鱼鉴赏家均认为双臀鳍是金鱼的优良性状特征。龙睛臀鳍第 3 根硬刺较强, 后缘有锯齿。

**2.5 尾鳍** 尾鳍位于尾端, 鳍条约有 36 根左右, 是金鱼正中鳍的一种, 分为单尾鳍、双尾鳍、多叶尾鳍, 单尾鳍有短尾和长尾之分。

草金为单尾鳍, 尾鳍较短 (图 3A); 兰寿尾鳍为双叶、四叶, 较短, 一般四叶尾鳍为良好品相 (图 3B); 鎏金尾鳍为四叶, 这是金鱼与野生鲫鱼在尾鳍形态上最主要的区别 (图 3C); 龙睛为蝶尾、四叶, 尾鳍大而长 (图 3D)。

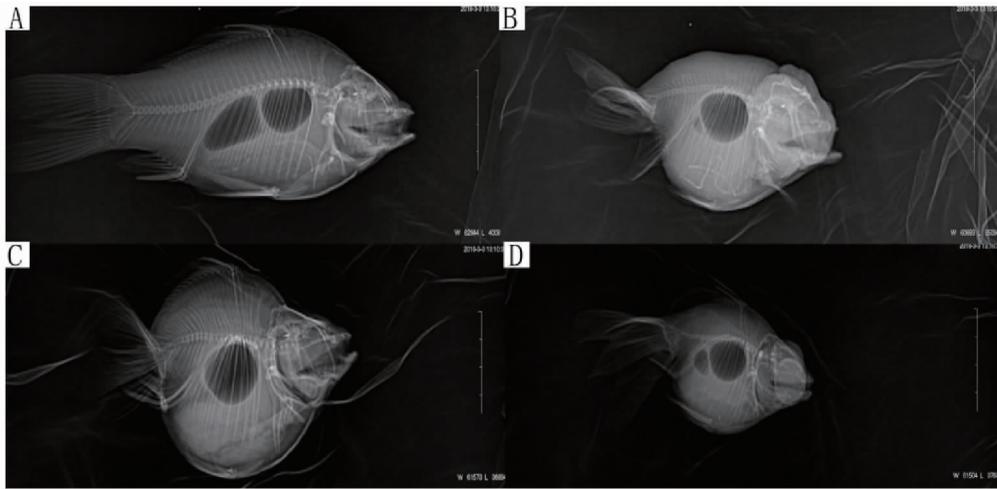
**2.6 脊柱骨** 草金脊柱骨数为 30 枚 (图 3A), 兰寿脊柱骨数为 24 枚 (图 3B), 鎏金脊椎骨数为 23 枚 (图 3C), 龙睛脊柱骨数为 24 枚 (图 3D)。

**2.7 腹肋骨** 草金腹肋骨第 1 根最长, 腹肋骨中段较为平直, 腹肋骨为 13 对 (图 3A); 兰寿腹肋骨第 3~6 对最长, 腹肋骨中段相对弯曲, 腹肋骨为 10 对 (图 3B); 鎏金腹肋骨第 1 根最长, 沿体腔向后一次变短, 腹肋骨中段相对弯曲, 腹肋骨为 10 对 (图 3C); 龙睛腹肋骨第 1 根最长, 腹肋骨中段相对弯曲, 腹肋骨为 10 对 (图 3D)。

## 3 讨论

我国鲤形目鱼类的脊椎骨数为 30~52 枚<sup>[8]</sup>。鲫鱼为鲤科、鲫属, 体形呈梭形。邓之真<sup>[9]</sup>研究发现鲫鱼脊椎骨数量约为 30~32, 腹肋骨数是 13 对或 12 对, 单臀鳍, 单尾鳍。

金鱼在演化过程中背鳍发生了变异, 与鲫鱼相比, 鲫鱼背鳍与龙睛较为相似, 第 3 根硬刺较强, 后缘存在锯齿, 背鳍有 3~4 根硬棘、17~22 根软条<sup>[10]</sup>。对于鎏金、龙睛而言, 背鳍较前端的部分与鲫鱼和草金相比, 伸长许多, 并且背鳍较高。通过对比发现, 不同品系的金鱼背鳍差异较大, 对于有



注:A.草金;B.兰寿;C.鎏金;D.龙睛

Note: A. Goldfish; B. Ranchu; C. Ryukyu Golden; D. Dragon-eye

图3 金鱼X射线图像

Fig.3 X-ray image of goldfish

背鳍的草金、鎏金、龙睛,虽然草金和龙睛的背鳍支鳍骨都出现弯曲,但相对而言,龙睛的背鳍更加高耸、直立,而鎏金的背鳍支鳍骨在接近尾柄处出现弯曲,因此鎏金体形缩短,背部隆起。以上是针对有背鳍金鱼的对比,对于同一品系而言,背鳍差别较小。李铁梁等<sup>[10]</sup>研究发现,兰寿从体外观察没有背鳍,但染色结果显示在其尾柄末端仍保留背鳍的痕迹,其背鳍支鳍骨没有完全消失,而是演化成倒“V”形骨骼,沿鱼体背部至尾柄平行排列。

尾鳍的形态及柔韧度对鱼类游泳十分重要,尾鳍如果太平,则鱼推动身体前进就会较难<sup>[11]</sup>。不同品系金鱼尾鳍鳍条的数目上没有较大差异,只存在单臀鳍与双臀鳍的区别。形态不同,尾鳍支鳍骨也有所差异。周祺等<sup>[12]</sup>研究发现草金的尾鳍支鳍骨以向上翘起的尾杆骨为中心,上下呈对称排列,中间的界限十分明显;鎏金的尾鳍支鳍骨沿尾柄,并且高于尾杆骨,在两侧呈紧密排列;兰寿的尾鳍支鳍骨环绕尾杆骨,呈“∩”形紧密排列;龙睛的尾鳍支鳍骨与鎏金尾鳍支鳍骨形态相似,沿尾柄并高于尾杆骨,在两侧紧密排列。不同

品系的金鱼在尾鳍鳍条的数目上没有较大差异,只存在单臀鳍与双臀鳍的区别。

金鱼由鲫鱼演化而来,其品系不同,脊椎骨的数目也不相同,一般脊椎骨数量为23~30,与鲫鱼相比,缺少2~7个脊椎骨。草金的头尾轴(主轴,由鱼体头部到尾部贯穿体躯中央的一根轴线<sup>[13]</sup>)相对比较长,背腹轴(矢轴,自鱼体的最高部通过头尾轴贯穿背腹的一根轴线<sup>[13]</sup>)相对较短,左右轴(横轴,贯穿鱼体中心,而与头尾轴和背腹轴垂直的一根轴线<sup>[13]</sup>)最短。草金的躯干部椎骨相对较为平直,尾部椎骨起于体腔后缘的正上方,并且与头尾轴平行。鎏金的头尾轴、背腹轴、左右轴,与草金相比均有所缩小,鎏金的脊背高耸,脊椎骨数量较少,尾柄缩短,因此鎏金体形呈菱形,躯干部椎骨较短,中间隆起。兰寿的头尾轴、背腹轴、左右轴略小于草金,但相对于鎏金,比例较大,躯干部椎骨沿体腔上缘出现弯曲。龙睛的头尾轴、背腹轴、左右轴的比例与鎏金大致相同,龙睛的腹肋骨发生弯曲,使鱼体的体腔呈球形,躯干部椎骨出现弯曲,因此体形与鎏金相同,为菱形。

表1 常见金鱼骨骼及形态比较

Table 1 The skeleton and morphology comparison of common goldfish

品系 Cultivar	体形 Body type	脊椎骨形态 Morphology of vertebrae	脊椎骨数量 Number of vertebrae	腹肋骨形态 Morphology of abdominal ribs	腹肋骨数量 Number of abdominal ribs	背鳍 Dorsal fin	胸鳍 Pectoral fin	腹鳍 Ventral fin	臀鳍 Anal fin	尾鳍 Caudal fin
草金 Goldfish	纺锤形	平直	30	第1根最长	13	有	三角形	双叶	单叶	单叶
鎏金 Ryukyu Golden	菱形	中部隆起	23	第1根最长	10	有	较长	双叶	双叶	四叶
兰寿 Ranchu	长卵圆形	中部隆起	24	第3~6根最长	10	退化	短而圆	双叶	双叶	双叶
龙睛 Dragon-eye	菱形	平直	24	第1根最长	10	有	较长而尖	双叶	双叶	四叶

正常眼单尾鳍金鱼与龙眼双尾鳍金鱼进行杂交,这是设计2对等位基因之间的遗传。研究表明,正常眼对龙眼为显性,单尾鳍对双尾鳍为显性;在背鳍遗传上,无背鳍的虎头与野生鲫鱼杂交时,其子一代全部具有正常背鳍,这表明正常背鳍为显性,无背鳍为隐性;在臀鳍遗传上,臀鳍中有单臀鳍

和双臀鳍,有上单、下双的Y字形或V字形和缺少的,其遗传比较复杂,金鱼的双臀鳍和野生鲫鱼的单臀鳍杂交,单臀鳍是显性<sup>[14]</sup>。王春元<sup>[15]</sup>发现在金鱼的变异上,从吻端到胸鳍的距离对头长的比例众数,金鱼与鲫鱼均为1.0;在腹鳍的变

(下转第107页)

场较好,牛奶价格增长,导致全县奶牛存栏量明显递增,此时外来引入检验不健全,主要以监测牛口蹄疫等重大动物疫病为主。2012 年和 2013 年奶牛结核病阳性率高,可能与外来引种等原因有关;近些年,随着洱源县畜牧兽医局(现为洱源县农业局)兽医专业技术人员技能的提升和兽医实验室的逐步健全完善,全县奶牛结核病从 2012 年的 0.876% 下降至 2017 年的 0%,2014—2018 年全县 8 镇(乡)有 5 个地区未监测出阳性。此次监测结果表明,阳性感染区域和阳性率呈明显的下降趋势;2018 年全县监测出阳性 1 头,阳性率为 0.040% (1/2 500),应引起密切关注,防止疫病反弹。

(3)在相关文献的报道中,2008 年洱源县奶牛结核病牛型结核分枝杆菌 PPD 皮内变态反应试验年平均阳性率为 1.690% (58/3 435)<sup>[4]</sup>;2012—2018 年,采用牛型结核分枝杆菌 PPD 皮内变态反应试验平均阳性率 0.355% (111/31 240);2012—2018 年监测阳性率分别为 0.876%、0.279%、0.083%、0.082%、0.102%、0 和 0.040%,从 2008 年到 2018 年奶牛阳性率降低了 1.65 个百分点,平均阳性率接近于农业部牛结核病控制净化标准监测阳性率 0.05% 的目标。

(4)根据 2012—2018 年洱源县奶牛结核病监测结果分析可知,奶牛结核病阳性率呈持续下降趋势,主要与采取强制扑杀阳性牛政策措施有关。近年来,洱源县人民政府和兽医行政管理部门高度重视,不断加大财政经费投入,拨出专项经费,提高扑杀补助标准,采取行政手段,强制扑杀阳性奶牛和无害化处理,消灭传染源,对快速净化奶牛结核病起到了至关重要的作用。

(5)为了长期有效控制净化奶牛结核病,提出以下防控建议。①加强监测,按照《牛结核病防治技术规范》规定<sup>[5]</sup>,我国对牛结核病的监测比例为:种牛、奶牛 100%,规模场肉

牛 10%,其他牛 5%,疑似病牛 100%。②加大专项资金投入,建立健全扑杀补偿机制,当前结核病阳性牛扑杀补偿金额低于市场价格,导致部分地区工作人员难以开展工作,出现瞒报或谎报,扑杀后不做无害化处理,严重影响奶牛结核病的防控与净化。③加强外来引种管理,随着交通越来越便利发达,动物交易引种地域跨度增大,潜在风险随之增加。从牛结核病疫区引入牛有可能引入牛结核病<sup>[6]</sup>。④建立并健全部门间的协作机制,由于结核病为人与多种动物共患传染病,牛结核病和人结核病相互之间可以交叉感染<sup>[7]</sup>。人、野生动物和观赏动物结核的存在,随时有传染感染牛的可能性<sup>[8]</sup>。建立并健全兽医部门与卫生等相关部门间的沟通协作机制,根据人、畜结核病发生和流行状况,广泛开展奶牛、人结核病监测、防控与技术交流<sup>[9]</sup>。

## 参考文献

- [1] 世界动物卫生组织.国际动物卫生法典[S].北京:中国农业出版社,2002:119-121.
- [2] 中国兽医药品监察所.动物结核病诊断技术:GB/T 18645—2002[S].北京:中国标准出版社,2002.
- [3] 徐小艳,徐正军,王相子,等.2007—2013 年江苏奶牛结核病监测结果分析[J].中国动物检疫,2014,31(7):75-77.
- [4] 何荣花,杜丕文,张鹏飞.洱源县奶牛布鲁氏菌病、结核病血清学调查[J].云南畜牧兽医,2009(3):17-18.
- [5] 农业部.牛结核病防治技术规范:农医发〔2007〕号[A].北京:农业部,2007.
- [6] 郭爱珍.牛结核病[M].北京:中国农业出版社,2015:254-259.
- [7] THOEN C O,LOBUE P A,KANTOR I D.Why has zoonotic tuberculosis not received much attention? [J]. Int J Tuberc Lung Dis,2010,14(9):1073-1074.
- [8] 陈继明.重大动物疫病监测指南[M].北京:中国农业科学技术出版社,2008:280-284.
- [9] 于清磊.2011~2016 年甘肃省奶牛结核病监测结果分析及防控建议[J].中国奶牛,2018(1):27-29.

(上接第 92 页)

异上,从吻端到腹鳍的距离对头长的比例众数,金鱼为 1.6,鲫鱼为 1.7;在臀鳍的变异上,从吻端到臀鳍的距离对头长的比例众数,金鱼为 2.1,鲫鱼为 2.7。根据以上数据可发现,金鱼体长的变短是由腹鳍开始,而臀鳍最为显著。

## 参考文献

- [1] 张坤,李顺才.金鱼的由来[J].生物学教学,1999,24(2):40.
- [2] DU S J,FRENKEL V,KINDSCHI G,et al.Visualizing normal and defective bone development in zebrafish embryos using the fluorescent chromophore calcein[J].Development biology,2001,238:239-246.
- [3] HAGA Y,DU S J,SATOH S,et al.Analysis of the mechanism of skeletal deformity in fish larvae using a vitamin A-induced bone deformity model[J].Aquaculture,2011,315:26-33.
- [4] 李芝旭.用局部麻醉法观察鱼鳍的作用[J].生物学通报,2003,38(1):

25.

- [5] 秉志.鲤鱼解剖[M].北京:科学出版社,1960.
- [6] 冯昭信,姜志强.花鲈研究[M].北京:海洋出版社,1998.
- [7] 刘景鑫,杨海山,刘太辉.X 线相干散射成像技术及其在医学中的应用[J].中华放射学杂志,2006,40(8):879-881.
- [8] 王永梅,唐文乔.中国鲤形目鱼类的脊椎骨数及其生态适应性[J].动物学杂志,2014,49(1):1-12.
- [9] 邓之真.鲫鱼骨骼的研究[J].动物学报,1959,11(2):236-252.
- [10] 李铁梁,何川,李文通,等.4 种常见金鱼骨骼形态学观察[J].生物学通报,2014,49(4):52-54.
- [11] 王立亭,郑卫国.“探究鱼鳍在游泳中的作用”实验改进[J].中学生物学,2013,29(9):38-39.
- [12] 周祺,张帅,谢松,等.兰寿金鱼与虎头金鱼形态性状差异分析[J].淡水渔业,2016,46(1):46-50.
- [13] 苏锦祥.鱼类学与海水鱼类养殖[M].北京:农业出版社,1982:12-21.
- [14] 王春元.金鱼的变异与遗传[J].生物学通报,2007,42(8):57.
- [15] 王春元.金鱼外部形态的变异[J].生物学通报,2008,43(9):1-3.