

四川省南充市顺庆区芦溪河口鱼类的种类组成及多样性分析

郑羽晨¹, 黄劼², 李天辉³, 龚建涵^{1,4}, 曾燊^{1*}

(1. 西华师范大学生命科学学院, 四川南充 637000; 2. 四川省水产学校, 四川成都 611730; 3. 南充市顺庆区农业农村局水产站, 四川南充 637000; 4. 南充市西充县农业农村局, 四川南充 637200)

摘要 2022年9月11—22日对四川省南充市顺庆区芦溪河口鱼类资源开展调查, 根据芦溪河水系分布特点进行采样。共收集鱼类标本35种, 隶属于3目6科28属。鱼类种类组成较为丰富, 其中鲤形目种类最多, 占总种数的77.14%, 其次是鲈形目, 占总种数的14.29%。依据水层分布、营养结构、栖息环境和产卵类型指标, 将芦溪河口鱼类划分为14种不同的生态类型, 调查结果显示: 底栖(40.00%)、肉食性(45.71%)、黏性卵(42.86%)鱼类为占主要组成部分。根据生物多样性指数分析可知, 顺庆区芦溪河口鱼类 Shannon-Wiener 多样性指数为 2.71, Pielou 均匀度指数为 0.76, Margalef 丰富度指数为 5.60, 相较于嘉陵江干流部分, 种群结构相对简单, 生态系统稳定性较脆弱。

关键词 鱼类资源; 生物多样性; 生态类型

中图分类号 S931 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2023)11-0062-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.11.014



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Species Composition and Diversity Analysis of Fish Species in Luxi Estuary, Shunqing District, Nanchong City, Sichuan Province

ZHENG Yu-chen¹, HUANG Jie², LI Tian-hui³ et al (1. College of Life Science, West China Normal University, Nanchong, Sichuan 637000; 2. Sichuan Fisheries School, Chengdu, Sichuan 611730; 3. Nanchong Shunqing District Agriculture and Rural Bureau Fisheries Station, Nanchong, Sichuan 637000)

Abstract From September 11 to September 22, 2022, fish resource in the Luxi estuary of Shunqing District, Nanchong City, Sichuan Province were surveyed, and samples were taken according to the distribution characteristics of the Luxi estuary. A total of 35 fish specimens belonging to 3 orders, 6 families and 28 genera were collected in this survey. Fish species were abundant, among which Cypriniformes accounted for 77.14% of the total, followed by Perciformes, accounting for 14.29% of the total. Based on the indices of water layer distribution, trophic structure, habitat and spawning types, fish species in the estuary of Luxi Estuary were divided into 14 ecological types. The results showed that benthic (40.00%), carnivorous (42.86%) and viscous egg (42.86%) fish were the main components. Based on biodiversity index analysis, Shannon-Wiener diversity index, Pielou evenness index and Margalef richness index of fish in the Luxi estuary of Shunqing District were 2.71, 0.76 and 5.60, respectively. Compared with the main stream of Jialing River, the population structure was relatively simple and the ecosystem stability was fragile.

Key words Fish resource; Biodiversity; Ecotype

芦溪河系嘉陵江右岸一级支流发源于西充县太平镇, 河源高程约 530 m, 河段长 56 km。主河道流向大致为西北至东南, 依次流经西充县太平、仙林、大全、岱林等乡镇后, 进入顺庆区境内, 干流经顺庆区双桥镇、李家镇、芦溪镇、金台镇、渔溪镇、搬罾街道 6 个乡镇(街道)后, 在搬罾街道曹家壕汇入嘉陵江, 顺庆境内干流长度约 37.52 km, 流域面积 233.75 km²。2021 年 1 月 1 日起, 长江流域重点水域 10 年禁渔全面启动, 嘉陵江作为长江的重要支流, 流域面积广, 渔业资源丰富, 为重点保护流域^[1-2]。鱼类是水生生态系统的重要组成部分, 对维持区域生态系统结构和功能具有重要作用, 是区域水资源保护和水环境安全的重要指示生物, 也是科学评估禁渔效果的基础支撑^[2-3]。然而, 嘉陵江一级支流芦溪河的鱼类资源缺乏系统、全面调查和研究, 流域内的鱼类资源状况也鲜见报道。笔者于 2022 年 9 月对顺庆区芦溪河口的鱼类资源进行了调查评估, 以期开展合理的鱼类资源保护提供科学依据。

1 调查方法

1.1 样品采集及调查 2022 年 9 月 11—22 日, 西华师范大学生命科学学院鱼类学研究团队在顺庆区农村农业局水产站的配合下, 在顺庆区芦溪河口进行了采样(图 1)。鱼类样品采集主要在当地退捕渔民协助下利用流刺网和地笼进行捕捞。渔获物在捕捞上岸后, 立即进行物种鉴定统计并对其全长、体长和体重进行测定。记录完毕后, 活鱼及时放回河中, 其余不能存活的鱼用清水洗净黏附在鱼体上的泥沙和黏液等污物后制作成标本。标本在矫正体形后立即用 10% 福尔马林溶液固定。

1.2 鱼类种类鉴定 依据四川鱼类志^[4]对鱼类的物种进行鉴定并统计, 并对部分样本进行拍照记录。生态类型依据中国淡水鱼类的分布区划^[5]进行比对鉴定。

1.3 鱼类物种多样性分析 生物多样性分析采用 Shannon-Wiener 物种多样性指数(H'), Margalef 物种丰富度指数(D)和 Pielou 均匀度指数(J)进行计算, 计算公式:

$$H' = -\sum P_i \times \ln P_i$$

$$D = (S-1)/\ln N$$

$$J = H'/H_{\max}$$

式中, P_i 为第 i 种个体数与总个体数的比值; S 为物种种数; N 为样品中的物种个体数; H_{\max} 为 $\ln S$ 。

2 结果与分析

2.1 种类及渔获物组成 该调查共采捕鱼类 35 种, 隶属 3

基金项目 四川省科技厅重点项目“高原冷水鱼类产卵场的保护与恢复关键技术研究: 以黄河源区刺鲃为例”(2022NSFSC0129, 2022-2023)。

作者简介 郑羽晨(1997—), 男, 四川绵阳人, 硕士研究生, 研究方向: 鱼类生态学、鱼类行为学。* 通信作者, 教授, 博士, 从事鱼类形态与演化、河流生态及重点水生生物保护研究。

收稿日期 2022-10-20

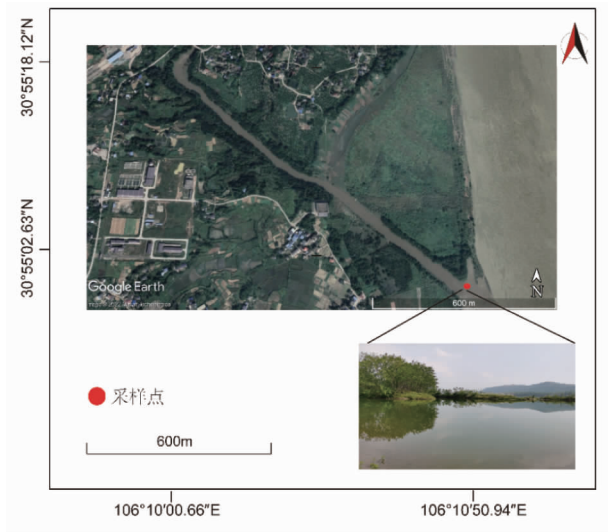


图 1 顺庆区芦溪河口采样点分布

Fig. 1 Distribution of sampling points at Luxi Estuary in Shunqing District

目 6 科 28 属。其中,鲤形目鱼类种类占据绝对优势,共 27 种,占总种数 77.14%,其次是鲇形目和鲈形目,分别为 5 和 3

种,分别占总种数的 14.29%和 8.57%(图 2)。渔获物数量及比重显示,鲤形目鱼类为渔获物数量及比重的主要组成部分(图 3),其中黄尾鲮(*Xenocypris davidi*)和鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)分别占总重量的 34.54%和 11.30%,在数量上,黄尾鲮(23.02%)、大鳍鲮(*Acheilognathus macropterus*)(15.12%)、花鲮(*Hemibarbus maculatus*)(11.16%)为该河段的主要渔获物物种组成。

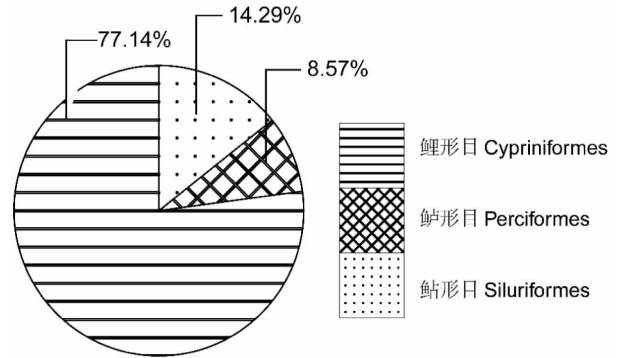


图 2 芦溪河口鱼类物种分类组成

Fig. 2 Taxonomic composition of fish species in Luxi estuary

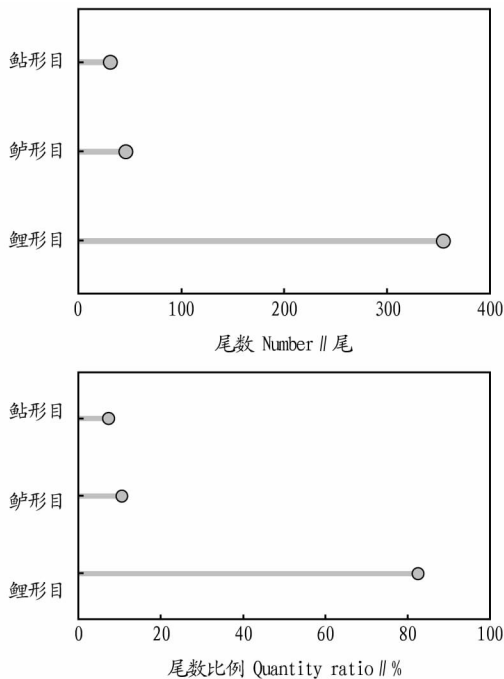


图 3 芦溪河口渔获物数量及比重组成

Fig. 3 Quantity and proportion composition of fish catch in Luxi estuary

2.2 生态类型 通过分析水层分布、营养结构、栖息环境和产卵类型指标,对芦溪河的鱼类进行生态类型划分(图 4)。从水层分布来看,底栖鱼类最多,共 14 种,占比为 40.00%,中上层(37.14%)鱼类其次,中下层(22.86%)鱼类最少。从营养结构来看,以肉食性鱼类为主,共 16 种,如红鳍原鲃(*Cultrichthys erythropterus*)、蒙古鲃(*Culter mongolicus*)、光泽黄颡鱼(*Pelteobagrus nitidus*)、鳊(*Siniperca chuatsi*)等,占比为 45.71%;杂食性(42.86%)鱼类其次,植食性(11.43%)鱼类

最少。按栖息环境划分为静水定居型、溪流定居型和江湖洄游型三大类,其中溪流定居型鱼类 17 种,占 48.58%,静水定居型(25.71%)和江湖洄游型(25.71%)次之。按产卵类型划分为产沉性卵、浮性卵、黏性卵、漂流性卵以及卵产于蚌体内,种类比例大小表现为黏性卵(42.86%)>沉性卵(37.14%)>漂流性卵(14.28%)>产卵于蚌体内(2.86%)=浮性卵(2.86%)。

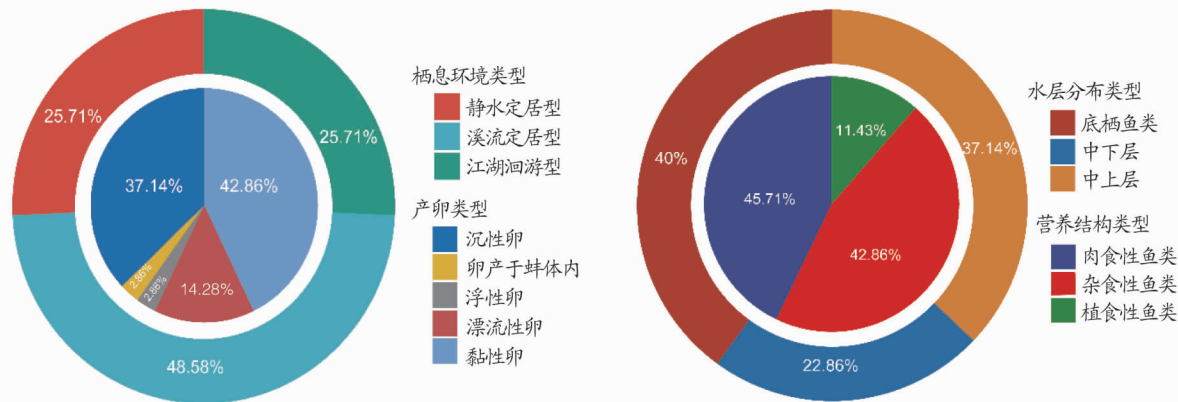


图4 芦溪河口鱼类生态类型组成

Fig. 4 Composition of fish ecotypes in Luxi estuary

2.3 鱼类物种多样性指数 通过对渔获物数据分析可知,顺庆区芦溪河口鱼类 Shannon-Wiener 多样性指数为 2.71, Pielou 均匀度指数为 0.76, Margalef 丰富度指数为 5.60。根据每日的采集情况统计分析,9月13日采集的鱼类种类最为丰富, Shannon-Wiener 多样性指数为 1.88, Pielou 均匀度指数为 0.68, Margalef 丰富度指数为 3.09; 9月20日采集的鱼类种类最少, Shannon-Wiener 多样性指数为 1.87, Pielou 均匀度指数为 0.86, Margalef 丰富度指数为 2.71。

3 讨论

3.1 芦溪河鱼类组成 芦溪河为嘉陵江一级支流,流域面积广泛,有4条支流,这为不同生态习性鱼类提供了良好的栖息环境,进而孕育了该流域多样化的鱼类组成。该鱼类资源调查共获得鱼类35种,隶属于3目6科28属,占嘉陵江鱼类种类数(138种)的25.36%^[6],优势种组成以鲤科鱼类、鲢科鱼类为主,经济鱼类主要以黄尾鲴为主,与嘉陵江鱼类资源调查结果类似^[6-7]。该研究中,鱼类资源采集中包含岩原鲤(*Procypris rabaudi*)、黄尾鲴(*Xenocypris davidi*)、黑尾近红鲃(*Ancherythroculter nigrocauda*)、汪氏近红鲃(*Ancherythroculter wangi*)和张氏鲃(*Hemiculter tchangii*)5种长江上游特有鱼类^[6-9],岩原鲤和胭脂鱼2种国家级保护鱼类^[6-9],此外还发现有较多的子陵吻虾虎鱼(*Rhinogobius giurinus*)和大鳍鱮的幼体,因此推测在芦溪河口可能存在其产卵场。根据以往的研究,由于过度捕捞和其他人为因素的影响,嘉陵江中的中华倒刺鲃(*Spinibarbus sinensis*)、拟尖头鲃(*Culter oxycephaloides*)和岩原鲤(*Procypris rabaudi*)在渔获物中占比很小,自然种群数量较少,资源保护潜力巨大^[10]。在该次采样中发现了一定数量比例的拟尖头鲃(17尾)、中华倒刺鲃(2尾)和岩原鲤(4尾),且均生长至大型个体,表明近年来禁渔、增殖放流取得一定的效果,鱼类已经能较好地适应当地的生存环境。

3.2 芦溪河鱼类生态类型特点 鱼类群落生态结构是鱼类依据不同生态习性组建而成,与其所处流域的环境因子(如温度、流速和饵料等)密切相关^[10]。从该次调查的鱼类生态类型来看,采集的鱼类主要以溪流定居型为主(48.58%),其次为静水定居和江湖洄游型鱼类,均占(25.71%)。杂食性

鱼类(42.86%)、肉食性鱼类(45.71%)占比较多,这些鱼类对水质环境、饵料组成要求较高^[11],这表明芦溪河口具有良好的水资源条件和丰富的饵料可选性,为不同食性、不同生境要求的鱼类提供了良好的栖息、生长和繁殖场所。

3.3 芦溪河鱼类生物多样性指数 生物多样性是生物及其环境形成的生态复合体以及与其相关的各种生态过程的总和,包含遗传多样性、物种多样性、生态系统多样性和景观多样性等层次^[12]。对鱼类群落进行多样性分析是全面了解水域鱼类资源状况的重要途径,而多样性指数则是判定水域鱼类组成的常见指标,通常以个体数量作为基本的研究对象。运用最为广泛的多样性指数是 Shannon-Wiener 多样性指数、Margalef 丰富度指数和 Pielou 均匀度指数。Shannon-Wiener 多样性指数反映了鱼类群落结构的复杂程度,指数越大说明群落结构越复杂,生态系统的稳定性也就越高; Margalef 丰富度指数用于描述物种丰富度,其值越大说明群落的生物资源越丰富; Pielou 均匀度指数则反映群落中物种分布的均匀程度,其值越大说明群落中物种分布越均匀,不存在优势种或优势种的优势地位越低,生态系统的稳定性也就越高^[12-13]。该调查结果显示,芦溪河口鱼类 Shannon-Wiener 多样性指数为 2.71, Pielou 均匀度指数为 0.76, Margalef 丰富度指数为 5.60。相比于嘉陵江中游鱼类群落(分别为 2.85、9.278、0.626),芦溪河口鱼类群落结构复杂程度较低,群落中物种分布不均匀,生态系统稳定性较为脆弱^[10],因此,今后在对嘉陵江干流水域生态保护的同時,应该持续加强对其支流的监测与管理。

参考文献

- [1] 朱仲辉. 坚定不移推进长江大保护 持续抓好长江“十年禁渔”[J]. 江苏政协, 2022(4): 26-27.
- [2] 曾燧. 嘉陵江干流鱼类物种分类多样性研究[J]. 西华师范大学学报(自然科学版), 2012, 33(3): 246-250, 260.
- [3] 陈康, 孟子豪, 李学梅, 等. 江西柘林水库鱼类群落结构及功能多样性分析[J]. 生态学报, 2022, 42(11): 4592-4602.
- [4] 丁瑞华. 四川鱼类志[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1994.
- [5] 李思忠. 中国淡水鱼类的分布区划[M]. 北京: 科学出版社, 1981.
- [6] 蒋国福, 何学福. 嘉陵江下游鱼类资源现状调查[J]. 淡水渔业, 2008, 38(2): 3-7.
- [7] 刘玥. 嘉陵江中游鱼类资源与垂钓渔业现状研究[D]. 重庆: 西南大学, 2021.

也提升了社会效益。也可以通过在一定的业务范围内减免税收和提供市民补贴,鼓励企业参与海洋牧场日常管理和维护。

4.4 技术保障体系 落实各类科研项目,积极推动科研成果的市场转化。海洋牧场属于新型的应用交叉学科,需要从生物学、生态学、信息学和管理学等各学科的人才。只有争取到各类的海洋牧场项目落户山东,才会吸引全国各地的人才聚集于此。同时,充足的科研经费也是重要保障。各级各部门需要多渠道筹集科研资金,完善科研资金的投入机制,建立海洋牧场专项科研资金。

通过对山东省目前经营性休闲型海洋牧场建设的条件及现状梳理不难看出,虽然海洋牧场建设的自然资源优势非常重要,但是后期对海洋牧场的规划和建设统筹也不容小觑。休闲类海洋牧场的建设仍然应该将生态环境保护放在首要位置,同时将文化、经济、社会价值也纳入建设规划的范畴。在未来海洋牧场的发展必定会给沿海渔村渔民带来良好的经济收益,同时渔村渔民也会反向带动海洋服务业的发展,真正实现三产融合,休闲型海洋牧场必将成为推动海洋产业融合、维护海洋生态平衡的行业典范。

参考文献

- [1] 阙华勇,陈勇,张秀梅,等. 现代海洋牧场建设的现状与发展对策[J]. 中国工程科学,2016,18(3):79-84.

(上接第 64 页)

- [8] 姜伟. 长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区干流江段鱼类早期资源研究[D]. 武汉:中国科学院水生生物研究所,2009.
- [9] 周岐兵,程飞,王震,等. 长江上游合江江段鱼类早期资源与向家坝水库生态调度效果初步研究[J]. 中国环境监测,2022,38(1):95-103.
- [10] 曾燊,陈永柏,李钟杰. 嘉陵江鱼类资源利用与保护现状[J]. 天津农

(上接第 72 页)

为,菊花“晚熟红”在 $1/2MS+NAA 0.1 \text{ mg/L}$ 培养基中产生的须根数量多且根系比较粗壮;周杨^[7]研究认为,“中国红”叶片最适分化培养基为 $MS+6-BA 2.0 \text{ mg/L}+NAA 0.2 \text{ mg/L}$;周洲等^[3]研究认为,小黄花不定芽诱导的最佳培养基为 $MS+6-BA 2.0 \text{ mg/L}+NAA 1.0 \text{ mg/L}$;张红^[8]研究认为, $MS+6-BA 0.2 \text{ mg/L}+NAA 0.1 \text{ mg/L}$ 最适合绿牡丹的增殖生长。该研究得出的结论与前人的研究略有不同;汪晓沙等^[9]研究认为,在 $6-BA 1.0 \text{ mg/L}$ 培养基中添加 0.1 mg/L NAA 菊花丛生苗增殖效果最好,而该研究发现,一定浓度的 $6-BA$ 培养基中添加 NAA 对梨香菊丛生苗的增殖具有一定的抑制作用;岳圆圆等^[10]研究认为,菊花在 $3/4MS$ 培养基中生根效果最好,在 $1/2MS$ 培养基中试管苗地上和地下部分长势均较弱,该研究发现,梨香菊试管苗在含一定浓度 NAA 的 $1/2MS$ 培养基中生根效果最好。

- [2] 赵奇蕾,陈新军. 中国省域休闲渔业竞争力评价与建议[J]. 水产学报,2021,45(8):1415-1429.
- [3] 林淑华,毕田田,丛文君. 山东省海洋资源产业结构及发展趋势的数据分析[J]. 商场现代化,2021(10):179-181.
- [4] 陈斌,徐永臣,徐承芬,等. 山东省海洋空间开发保护现状、问题及对策[J]. 海洋开发与管理,2021,38(3):3-8.
- [5] 山东省人民政府. 山东省人民政府关于印发山东省海洋主体功能区规划的通知[J]. 山东省人民政府公报,2017(26):1-33.
- [6] 刘有刚. 山东省海洋牧场建设现状及管理对策[J]. 海洋开发与管理,2017,34(S2):20-22.
- [7] 丁金强,王熙杰,孙利元,等. 山东省海洋牧场建设探索与实践[J]. 中国水产,2020(1):40-43.
- [8] 于晴. 山东省典型人工鱼礁区增殖效果评价[D]. 青岛:中国海洋大学,2015.
- [9] 张震. 基于海洋牧场建设的休闲渔业开发研究[D]. 青岛:中国海洋大学,2015.
- [10] 贾应云,田涛,尹增强,等. 以山东省贝壳堤岛为例规划历史文旅特色海洋牧场的策略研究[J]. 中国水产,2021(8):59-62.
- [11] 杨红生,杨心愿,林承刚,等. 着力实现海洋牧场建设的理念、装备、技术、管理现代化[J]. 中国科学院院刊,2018,33(7):732-738.
- [12] 陈勇. 中国现代化海洋牧场研究与建设[J]. 大连海洋大学学报,2020,35(2):147-154.
- [13] 李苗,罗刚. 韩国海洋牧场建设经验与借鉴[J]. 中国水产,2020(3):26-28.
- [14] 刘福利,梁洲瑞,张朋艳,等. 中国海带养殖向离岸深水发展发展的初步探讨[J]. 渔业科学进展,2019,40(1):161-166.
- [15] 宋昱瑾,田涛,杨军,等. 海洋牧场背景下的休闲渔业旅游发展模式研究[J]. 海洋开发与管理,2022,39(1):110-116.
- [16] 王恩辰. 海洋牧场建设及其升级问题研究[D]. 青岛:中国海洋大学,2015.
- [17] 姜昭阳,郭战胜,朱立新,等. 人工鱼礁结构设计原理与研究进展[J]. 水产学报,2019,43(9):1881-1889.

业科学,2014,20(2):60-62,87.

- [11] 曾燊. 嘉陵江干流鱼类群落生态结构分析[J]. 长江流域资源与环境,2012,21(7):850-857.
- [12] 蒋志刚,马克平,韩兴国. 保护生物学[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,1997.
- [13] 罗颖,祁洪芳,闫丽婷,等. 夏季青海湖浮游动物群落结构特征[J]. 海洋湖沼通报,2020(2):137-143.

参考文献

- [1] 郑志华,朱晓华. 浅谈“梨香菊”的栽培要点[J]. 中国园林,1994,10(2):16.
- [2] 巩振辉,申书兴. 植物组织培养[M]. 北京:化学工业出版社,2007.
- [3] 周洲,尹新明,张德强,等. “小黄”菊遗传转化再生体系的建立[J]. 北京林业大学学报,2004,26(5):36-39.
- [4] WHITE P R. A handbook of plant tissue culture[J]. Soil science,1943,56(2):151.
- [5] 程越. 菊花脑再生体系建立的研究[D]. 南京:南京农业大学,2014.
- [6] 马丽华. 菊花高效不定芽再生体系建立及品种间 RAPD 分析[D]. 太原:山西大学,2010.
- [7] 周杨. 菊花再生及遗传转化体系的建立[D]. 沈阳:沈阳农业大学,2016.
- [8] 张红. 菊花珍品绿牡丹的组培技术研究[J]. 北方园艺,2008(3):195-196.
- [9] 汪晓沙,曾丽,彭勇政,等. 不同菊花品种的组培扩繁技术[J]. 上海交通大学学报(农业科学版),2013,31(2):19-23,29.
- [10] 岳圆圆,陈慧,全英杰,等. 菊花“红粉”×“延红”杂交种组培快繁技术[J]. 延边大学学报,2019,41(1):47-50.