

种养循环农业发展现状与建议

赵婉婷,蔡传江,张俊,刘艳利,任周正,杨欣,杨小军*

(西北农林科技大学,陕西 杨凌 712100)

摘要:我国是世界第一畜禽养殖业大国,现在由于集约化、规模化的养殖,产生了养殖废弃物排放量大、种养脱节、资源化利用水平低、畜禽养殖污染严重等一系列问题,严重制约了我国养殖业升级的绿色高质量发展,也给乡村振兴和生态文明建设带来了严峻挑战。而合理进行畜禽粪污资源化利用,构建种养循环农业体系是解决这些问题的有效途径。近年来,我国提出要按照“以种带养,以养促种”的种养结合循环发展理念,以就地消纳、能量循环、综合利用为主线,构建集约化、标准化、社会化相结合的种养加协调发展模式,促进农业可持续发展,推荐农业现代化建设。本文通过探究种养循环模式的实施意义以及目前国内种养循环模式发展现状进行分析,总结其特点,然后对种养循环农业模式未来的发展提出建议。

关键词:畜禽粪污;种养循环;农业可持续发展

[中图分类号] S8-1 [文献标识码] A [文章编号] 1004-6704(2023)04-0030-05

Current Situation and Suggestions for the Development of Planting and Breeding Circular Agriculture

ZHAO Wanting, CAI Chuanjiang, ZHANG Jun, LIU Yanli, REN Zhouzheng,

YANG Xin, YANG Xiaojun*

(Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract: China is the largest country in the livestock and poultry industry in the world. The intensive and large-scale breeding model has produced a series of problems such as large amount of breeding waste, disconnection between planting and breeding, low level of resource utilization, and serious pollution from livestock and poultry breeding. This seriously restricts the green and high-quality development of my country's aquaculture upgrading, and also poses severe challenges to rural revitalization and ecological civilization construction. Therefore, rational utilization of livestock and poultry manure resources and the construction of an agricultural system of planting and breeding cycles are effective ways to solve these problems. In recent years, China has proposed to follow the circular development concept of "planting to drive breeding, and breeding to promote planting" in combination with planting and breeding, with local consumption, energy recycling, and comprehensive utilization as the main line, to build an intensive, standardized, and socialized system. The combined planting and breeding plus coordinated development model promotes sustainable agricultural development and recommends agricultural modernization. This paper analyzes and summarizes its characteristics by exploring the implementation significance of the planting and breeding cycle model and the current development status of the domestic planting and breeding cycle model. It is expected to make suggestions for the future development of the planting and breeding cycle agricultural model.

Key words: livestock and poultry manure; planting and breeding cycle; sustainable development of agriculture

1 种养结合循环农业模式的定义与意义

1.1 种养循环模式定义

种养循环是种植业和养殖业紧密衔接的生态循

环农业模式,主要通过相关技术将种植或养殖废弃物等资源化,使物质和能量在动植物之间进行转换,注重资源的高效循环利用,形成较稳定的绿色农业循环系统。

1.2 实施种养循环农业模式的意义

种养循环模式是农业绿色发展的重要方式,不仅能解决农业污染问题,还能降低生产成本,有助于农产品品牌形象的建立,提高人民收入,实现经济效

[收稿日期] 2023-04-23

[作者简介] 赵婉婷(2002-),女,陕西汉中,本科在读,家禽营养调控。E-mail:1464193900@qq.com

*[通信作者] 杨小军(1976-),男,河北唐山人,博士,教授,畜禽免疫营养调控和营养表观遗传调控。E-mail: yangxj@nwfau.edu.cn

益、生态效益、社会效益的有机统一,对农业可持续发展有重大意义。这种循环农业模式必将是未来农业发展的趋势。

1.2.1 经济效益 经济效益包括降低成本、提高作物产量和增强稳定性。种养结合循环农业模式通过“3R 原则”,即减量化原则(Reduce)、再利用原则(Reuse)、再循环原则(Recycle),可以减少生产投入,回收再利用养殖废弃物达到降低生产成本的作用。并且种养一体模式下一定程度上降低了运输成本和原料购买成本。有机肥代替化肥能提高作物产量。此外,例如“山地立体种植养殖”、“荔枝鸡”等立体种养循环模式充分利用空间,提高土地利用效率。部分畜禽饲料来自系统内的农作物秸秆、杂草和昆虫,减少了 29.26% 的饲料投入。在“牛-沼-草”循环模式、“猪-沼气-玉米”循环模式、“果(草)-猪-沼-窖”五支撑循环模式等类似模式下,沼气代替煤炭发电,粪便和沼浆替代化肥,从而减少对外部资源的依赖。在大多数情况下,种养循环农业模式都能提高经济效益,并且这种模式较稳定,不会因市场价格波动而受到太大影响。

1.2.2 生态效益 生态效益包括改善土质、减少环境污染和缓解全球变暖。与种养分离的模式相比,种养循环模式通过种植业和养殖业的互补性,将畜禽粪污资源化变成有机肥作为作物肥源,畜禽粪便含有农作物所必需的氮、磷、钾等营养成分,有助于改善土壤结构、提高土壤有机质含量、减少化肥的施用,从而能够增强土壤肥力,延长土地使用年限。此外,还能减少温室气体排放,有研究表明,规模化畜禽养殖场建立发酵容积约 1 000 m³ 的大中型沼气工程,沼气发酵减排温室气体年减少温室气体为 78.91 t CO₂e,则运行 20 年可减少温室气体 1 578.2 t CO₂e,从而能够缓解全球变暖,保护生态环境。

1.2.3 社会效益 社会效益包括改善生态环境、提高农产品质量和乡村振兴。种养循环农业模式产出的产品质量更高,有利于打造绿色食品、有机食品的品牌,提高竞争力。此外,作为农业特色产业还可以为社会提供工作和创业机会。

2 我国种养结合循环农业模式发展现状

2.1 开展绿色种养循环农业试点工作已经取得良好成效

2021 年我国就开始部署开展绿色种养循环农业试点工作,加快畜禽粪污的资源化利用,促进粪肥还田,打通农业废弃物循环利用的通道,推动农业绿色高质量发展。2022 年,全国 251 个试点县挖掘自

身特点、发挥独特优势、因地制宜,将种植业与养殖业紧密结合,试行种养循环农业模式,不仅促进了农业绿色低碳发展还实现了农产品量质双升。例如,河北省张北县,2022 年张北县推广粪肥还田面积达 6 667 hm²,示范基地消纳粪肥近 10.1 万 t。根据相关监测数据显示,农作物产量提升了 5%,土壤有机质也明显增加;上海市 40 个监测点数据显示,自实施试点项目以来土壤有机质含量平均增加 0.5g/kg;安徽庐江县推广粪肥还田,蔬果品质提升明显,农产品增值 20% 以上等等。众多试点项目顺利进行并取得良好成效,充分发挥了示范带头作用。

2.2 因地制宜开发出了多种养殖和种植模式

根据各地社会、环境、气候等条件不同,因地制宜地探索出几种主要的种养循环模式。例如,“猪+沼(发酵床)+果(菜、粮)”、“猪+沼+电”等以沼气工程为纽带的种养循环模式、“饲料玉米种植+肉牛养殖”以秸秆资源化为纽带的种养循环模式和“稻-鱼”等立体复合型种养循环模式。

2.2.1 以沼气工程为纽带的种养循环模式 减少了养殖成本 以沼气工程为纽带的种养循环模式是将种植业产生的作物秸秆和养殖业产生的畜禽粪便经过厌氧发酵产生沼气,可作为新型优质燃料用于生产生活如供电,而排出的沼渣、沼液含有多种养分和微量元素,可经过好氧发酵生产优质有机肥,肥施用于蔬菜、经果林果等作物种植,沼液还可作为饲料添加剂少量添加到饲料中用于饲喂生猪,能够增强食欲和免疫力、加快生长、提高饲料利用率(图 1)。它很大程度上解决了畜禽粪便消纳和资源化利用的问题。

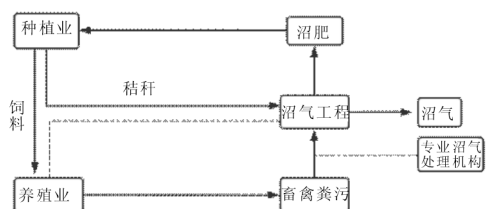


图 1 以沼气工程为纽带的种养循环流程图

2.2.2 以秸秆饲料化为纽带的种养循环模式 使作物秸秆变废为宝 秸秆是反刍动物粗饲料的主要来源,通过氨化、青贮、微贮等处理可以提高秸秆的饲料营养价值,同时将养殖业和种植有效结合起来,形成以秸秆饲料化为纽带的种养循环农业模式(图 2)。对秸秆和部分牧草进行饲料化生产,既可以有效利用秸秆和牧草的有效养分,也可以保证冬季饲料的充分供应,是饲养草食性动物的良好饲料。

秸秆饲料化利用模式主要工艺流程是“农作物秸秆-青贮(黄贮、氨化)-养殖业”。如甘肃省张掖市依靠丰富的农作物秸秆资源,紧紧围绕牛羊产业大县建设,利用秸秆青贮、黄贮、氨化、草粉(颗粒)加工等技术,提高秸秆饲料的转化利用率,增加饲草过腹增值效益,全市秸秆饲料化加工利用率达46.4%,有力的推动了当地养殖业发展种植户采用“饲料玉米(两茬)+小麦(大麦或蔬菜)”的种植模式,种植饲料玉米。玉米秸秆、低标准蔬菜等作为优质青绿饲料由养牛场喂牛,形成“饲料玉米种植+肉牛养殖”的种养循环农业模式,发展现代高效循环农业。

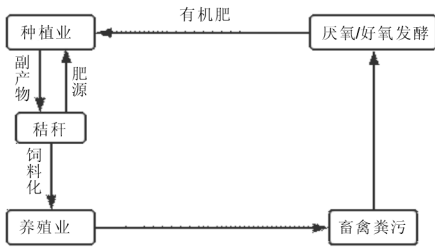


图2 以秸秆资源化为纽带的种养循环流程图

2.2.3 立体复合型种养循环模式展现了生态平种养优势 立体复合型种养循环模式是充分利用时间、空间、环境条件,在一定区域范围内,选择易适应环境、并且能够相互促进生长的植物动物组合,进行立体复合种养,从而提高物质、能量循环效率,实现综合效益最大化。根据不同地区的地形特点可以有不同形式。如以稻田为中心的“稻-鱼”种养、稻虾工作、稻鸭共生模式等,充分利用稻田立体空间的光、热、水及生物资源,将种植业中水稻浅水的生态环境加以利用,与鱼、虾、蟹、鸭等生物共同构成一个较完整的生态系统,使其互利共生,提高稻田综合利用率。例如,惠来县采用稻鸭共生模式,一方面鸭子能帮助稻田除草灭虫、松土,鸭粪还田,减少了化肥和农药的使用;另一方面,稻田又为鸭子提供了活动场所和食物,可节省养鸭成本,提高农、鸭产品品质,实现一田双收。

还有以果林为中心的“鸡-草-肥-林(果)”、玉米地放养鸡、“菜蚓鳝”等立体种养循环模式。例如,在玉米种植地放养走地鸡,鸡能帮助除杂草、防虫害、鸡粪还田,而玉米地为鸡提供了充足活动空间和部分饲料,实现了一地两用。

2.3 发展种养结合循环农业模式资金短缺

建设标准化规模化的种植、养殖基地需要投入大量资金。以沼气为纽带的、以秸秆资源化为纽带的模式中废弃物资源化利用的成本高,需要建设沼

气池、堆肥场,引入高科技设备等。不仅如此,大部分种养循环农业项目投资周期都比较大,而且在短时间内无法获得可观的经济收益,再加上市场推广度不足,使得业主不愿或无力投资,难以发展壮大。

2.4 发展种养结合循环农业的综合集成配套技术不够完善

发展种养循环农业模式需要先进的农业综合配套技术的支撑。而目前我国畜禽养殖废弃物处理的科技水平整体落后于发达国家,作为循环关键的畜禽粪污资源化、秸秆资源化相关技术体系不够完善,则导致无法推广普及种养循环。

3 发展建议

3.1 科学制定规划

农业生产者要提前进行考察,根据地理位置、气候特点、市场需求等综合考虑后再选址。学习并借鉴美国、德国、以色列等发达国家的有益经验,推广畜禽粪污养分管理计划,科学制定种养循环发展规划,实行以地定畜、以种定养,促进种养业在布局上相协调,形成县域、乡域、村域以及养殖企业(场)内部各个层级的种养循环。

要鼓励和支持各地区结合自身条件,探索正确的、可持续发展的道路,优化产业布局,促进与一二三产业融合发展、促进产业链延伸。

3.2 重视农业科技创新和科研成果的应用和转化

据农业农村部公布的数据显示,我国每年产生的畜禽粪污约38亿t,而综合利用率却不到60%。所以粪污减量和资源化利用、促进粪污还田等问题亟待解决。技术是循环农业提升资源综合利用效率和提高产品质量的动力源泉。与传统农业模式相比,种养循环农业模式是建立在技术进步的基础上,在生产过程中通过减量技术、再利用技术、再循环链接技术等手段实现物资、能量和信息的高效循环利用。应从畜禽养殖源头减控提质、粪污处理过程综合控制等环节,开展基础研究和技术研发。可大致分为以下几个方面:

从饲料端出发,要进行新型饲料研发、畜禽饲用抗生素替代等,提高饲料利用率和转化率,促进畜禽对饲料的消化吸收,减少粪污排放量。并从源头实现矿物元素类饲料添加剂的减量使用,降低氨、氮、磷及重金属等排放。此外,因地制宜地开发地源性饲料原料,助力各地区形成特有产业链。

从养殖端出发,根据畜禽营养需要,改良饲喂技术,精准饲喂减少浪费提高利用率,如液体饲喂技术,不仅利于饲料加工而且能使猪只生长均匀、减少

排污、减少呼吸道疾病。

从管理端出发,组织开展水肥一体化、有机肥生产、高效还田等畜禽粪污资源化利用先进工艺技术和装备研发,加强沼气发酵工程设备自动化、一体化发展,加强研发配套农机设备。促进畜禽粪便资源化利用。加强配套技术集成,推广粪污全量收集还田利用、污水肥料化利用等经济实用技术模式。

3.3 鼓励组织多元主体模式发展现代循环农业

从组织模式上看,小农户以及传统家庭农场在一定程度上制约了现代农业的发展,应转向联合。现代农业要求分工专业化、组织规模化经营,对小农经济产生直接冲击,大户、合作组织、业主等主体必然会取代小农成为未来农业经营的主体。以单一农户为主的种养循环模式(如“猪+沼+粮”)会因生产主体和经营方式的变化而随之改变,以“企业(业主)+农户+基地”模式或“企业(业主)+合作社+农户+基地”的多元主体模式将成为现代种养循环农业的主要组织形式。这样的组织形式将土地、资金、技术等资源整合优势明显,打造完整产业链,可以建立有效的可持续运营长效机制,促进农村经济发展、增加农民收入、改善农村生活条件、提高农村社会效益。

考虑建设成本问题,可以采取“契约还田”的方式。畜禽养殖场建设粪污收集处理和粪肥还田利用设施,根据畜禽粪污农田消纳要求,与周边经营一定规模农田、果园、茶园等种植业或其他没有粪污处理装置的农户、家庭农场、合作社、龙头企业等签订畜禽粪肥还田合作契约,明确粪肥还田的方法、标准、用量和付费机制。为种植业提供粪肥并帮助其他养殖场消纳了粪污,达到双赢。例如,牧原集团在河南省南阳市内乡县灌涨镇后马村、王店镇宋沟村建设的生猪废弃物综合利用试点项目。猪场与周边农户签订畜禽粪肥供应协议,农户提供与养殖量相适应的粪污资源化利用消纳土地;猪场免费为周边农田铺设沼液施肥管网,通过管网将沼液输送到农田。施肥前,猪场对液肥的各项指标进行化验检测,并定期对土壤进行监测,根据需要科学施肥,按照以地定养、测土施肥的方式实现种养结合、精准还田。

3.4 从政策和法律上保证现代循环农业发展

3.4.1 从政策上给以三个方面的支持 首先,在用地方面,应落实畜禽规模养殖用地政策,并与土地利用总体规划相衔接,将以畜禽养殖废弃物为主要原料的有机肥厂、沼气工程、规模化生物天然气工程、集中处理中心等建设用地纳入土地利用总体规划。其次,在基础设施方面,应扩大标准化规模养殖场改

扩建政策扶持范围,重点支持贮粪(污)池、节水、干湿分离、雨污分流等设施建设,支持大型龙头企业或养殖场配套建设粪污无害化处理或有机肥生产设施,扶持建立粪污集中处理中心,支持、补贴养殖废水公共沟渠管道建设。第三,在财政方面,应对实施种养循环模式的农场给予奖励与补贴,调动农民积极性,安排专项资金用于粪污资源化利用工作的奖补,扶持并鼓励农民实施种养循环模式。

3.4.2 在法律方面完善配套的法律法规 建立一个良好的法律政策体系,如严格规定养殖场粪污处理的详细标准及其处罚措施等,引导种养循环的规范化实施,做到有法可依。学习借鉴国外经验,通过立法制定适合我国国情的法律政策体系,有利于各级政府、社会民众了解推行种养循环农业模式的重要意义,认识到自身的责任和义务,明确发展种养循环的途径和方向。

3.5 提高农业生产者专业水平

随着时代不断发展、科技不断进步,农业逐渐机械化、智能化,生产效率大大提高,就要求从事农业生产的农民应具有较高的综合素质,所以我们需要对农业生产者进行相关技术的专业性培训,培养有文化、懂技术的高素质新型农民。要加强农民宣传教育,克服偏见,提高重视程度。发展职业农民,提高农民社会地位、增加农民收入,激发人们从事农业的积极性和热情,以促进农业现代化的发展建设。

参考文献:

- [1] 杨景晔,周开锋,侯世忠,等.山东省农牧结合发展现状、存在问题与对策建议[J].中国畜牧杂志,2018,54(5):149-152. DOI:10.19556/j.0258-7033.2018-05-149.
- [2] 孟祥海,沈贵银.畜禽养殖业种养结合:典型模式、运营要点与推广路径[J].环境保护,2022,50(16):34-38. DOI:10.14026/j.cnki.0253-9705.2022.16.003.
- [3] 王文龙.吉林省种养结合生态循环农业发展问题及对策研究[D].吉林:吉林农业大学,2022. DOI:10.27163/d.cnki.gjlnu.2022.000316.
- [4] 刘琼峰,周峻宇,吴海勇,等.国内种养复合循环农业模式应用现状[J].农学学报,2022,12(7):81-88.
- [5] 刘渝,杜江.国外循环农业发展模式及启示[J].环境保护,2010,442(8):74-76. DOI:10.14026/j.cnki.0253-9705.2010.08.017.
- [6] 陈玺名,尚杰.国外循环农业发展模式及对我国的启示与探索[J].农业与技术,2019,39(3):52-54. DOI:10.19754/j.nyyjs.20190215023.
- [7] 姜天龙,朱新方,舒坤良.农户开展种养结合的积极效应、制约因素及政策建议[J].经济纵横,2022,439

- (6): 104-110. DOI: 10. 16528/j. cnki. 22-1054/f. 202206104.
- [8] 程华, 卢凤君, 谢莉娇, 等. 种养业现代化发展的瓶颈及突破路径[J]. 中国农业资源与区划, 2020, 41(2): 187-193.
- [9] 赵立欣, 孟海波, 沈玉君, 等. 中国北方平原地区种养循环农业现状调研与发展分析[J]. 农业工程学报, 2017, 33(18): 1-10.
- [10] 王军玺, 聂申奥, 唐奕妍. 种养结合生态循环农业的模式研究与实践[J]. 现代农业研究, 2022, 28(5): 113-115. DOI: 10. 19704/j. cnki. xdneyj. 2022. 05. 003.
- [11] 吴小琳, 张兴. 生态种养循环农业发展简述[J]. 猪业科学, 2023, 40(2): 88-90.
- [12] 刘趁. 全国绿色种养循环农业试点初见成效[N]. 农民日报, 2023-01-10(007). DOI: 10. 28603/n. cnki. nmmrb. 2023. 000172.
- [13] 赵馨馨, 杨春, 韩振. 我国畜禽粪污资源化利用模式研究进展[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2019, 56(4): 4-7, 13. DOI: 10. 13881/j. cnki. hljxmsy. 2018. 09. 0256.
- [14] 方义成. 种养结合中的畜禽养殖现状与对策[J]. 基层农技推广, 2017, 5(8): 100-102.
- [15] 欧艳萍. 农牧配套种养结合型生态循环农业技术模式[J]. 农业与技术, 2014, 34(11): 1-2.
- [16] 高深, 马国胜, 陈娟, 等. 农牧配套种养结合型生态循环农业技术模式[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(1): 307-309. DOI: 10. 15889/j. issn. 1002-1302. 2014. 01. 030.
- [17] 郭晓鸣, 廖祖君, 张鸣鸣. 现代农业循环经济发展的基本态势及对策建议[J]. 农业经济问题, 2011, 35(12): 10-14. DOI: 10. 13246/j. cnki. iae. 2011. 12. 002.
- [18] 唐佳丽, 金书秦. 中国种养结合研究热点与前沿——基于 1998 年以来的文献分析[J]. 中国农业资源与区划, 2021, 42(11): 24-31.
- [19] 周捷, 张万钦, 董仁杰, 等. 沼气发酵猪粪管理系统对温室气体排放的影响[J]. 可再生能源, 2012, 30(8): 59-63.
- [20] 张培栋, 李新荣, 杨艳丽, 等. 中国大中型沼气工程温室气体减排效益分析[J]. 农业工程学报, 2008(9): 239-243.
- [21] 张晨, 李永涛, 李强, 等. 中国畜禽粪污资源化种养循环现状与效益分析[J]. 化工管理, 2022, No. 631(16): 99-103. DOI: 10. 19900/j. cnki. ISSN1008-4800. 2022. 16. 026.
- [22] 黄淑琦. 养殖场农牧结合生态循环模式与实例[J]. 福建畜牧兽医, 2021, 43(3): 35-37.
- [23] 余佳洋. 种养循环典型模式应用及推广价值分析[J]. 南方农业, 2022, 16(11): 131-135. DOI: 10. 19415/j. cnki. 1673-890x. 2022. 11. 034.
- [24] 李双喜, 吕卫光, 郑宪清, 等. 都市型郊区循环农业发展模式探讨——以上海市崇明区菜蚜立体种养模式为例[J]. 上海农业学报, 2017, 33(6): 23-27. DOI: 10. 15955/j. issn1000-3924. 2017. 06. 05.
- [25] 林贵富, 郭年东, 赖诗盛. 沼液喂猪实用技术[J]. 农业与技术, 2015, 35(22): 163.
- [26] 胡江林, 权金鹏. 张掖市秸秆饲料化开发利用[J]. 中国畜牧业, 2013(13): 78-79.
- [27] YANG G, Li J, LIU Z, et al. Research Trends in Crop-Livestock Systems: A Bibliometric Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Jul 13; 19(14): 8563. doi: 10. 3390/ijerph19148563. PMID: 35886413; PMCID: PMC9318012.
- [28] Mixed crop-livestock systems: an economic and environmental-friendly way of farming

(上接第 29 页)

- [18] 李萌, 于靖文, 丁媛, 等. 基于文献计量学的中医药干预胃黏膜肠上皮化生、异型增生研究可视化分析[J]. 中国老年学杂志, 2021, 41(24): 5551-5555.
- [19] 李瑶琴, 毛钰琪, 王绪, 等. 皮内针研究热点及趋势: 文献计量学及知识图谱分析[J]. 成都中医药大学学报, 2022, 45(2): 1-5.
- [20] 王晴, 杨宗帅, 尹立普, 等. 有机污染土壤和地下水生物修复研究热点和趋势——基于 Web of Science 数据库的文献计量学分析[J]. 生物工程学报, 2021, 37(10): 3549-3564.
- [21] 肖飞, 丁旭升, 王维红. 基于文献计量学分析的好氧颗粒污泥研究进展[J]. 广西师范大学学报(自然科学版), 2022, 40(2): 1-14.
- [22] 谢浩, 李军, 邹胜章, 等. 基于文献计量学的地下水污染研究现状[J]. 南水北调与水利科技(中英文), 2021, 19(1): 168-178.
- [23] 唐敬伟. 浅析鲤鱼养殖现状及对策[J]. 现代畜牧科技, 2018(1): 36.
- [24] 刘真, 王海凤. 水产养殖废水污染危害及处理技术研究[J]. 农业与技术, 2022, 42(5): 119-121.
- [25] 陈家长, 孙正中, 瞿建宏, 等. 长江下游重点江段水质污染及对鱼类的毒性影响[J]. 水生生物学报, 2002(6): 635-640.
- [26] 潘怀剑, 田家怡. 黄河三角洲水质污染对淡水鱼类多样性的影响[J]. 水产科学, 2001(4): 17-20.