

廖 伟. 南方典型水稻种植区氮、磷排放及迁移规律研究[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(5): 216–221.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.05.039

南方典型水稻种植区氮、磷排放及迁移规律研究

廖 伟^{1,2}

(1. 江西省灌溉试验中心站江西省农业高效节水与面源污染防治重点实验室, 江西南昌 330201;

2. 南昌大学资源环境与化工学院鄱阳湖环境与资源利用教育部重点实验室, 江西南昌 330031)

摘要:研究了赣抚平原灌区灌溉水渠、双季稻高标准种植示范区排水、单季稻为主农民种植区排水水质氮、磷迁移时空变化规律。研究结果得出,灌溉期间灌溉用水、示范区沟、示范区塘、农民种植区沟、农民种植区塘总氮平均值分别为 (1.35 ± 0.33) 、 (1.21 ± 0.67) 、 (0.62 ± 0.25) 、 (2.62 ± 1.57) 、 (2.52 ± 1.43) mg/L,总磷平均值分别为 (0.04 ± 0.01) 、 (0.06 ± 0.05) 、 (0.02 ± 0.01) 、 (0.25 ± 0.11) 、 (0.26 ± 0.14) mg/L。灌溉水渠总氮峰值分别出现在 5 月和 8 月,总磷峰值分别出现在 4 月和 8 月;示范区总氮峰值分别出现在 5 月和 8 月,总磷峰值分别出现在 4 月和 8 月;农民种植区总氮峰值出现在 6 月,总磷峰值出现在 4 月。稻田排水总氮、总磷与水稻种植农事活动相关,排水中总氮迁移速度和消除速度高于总磷。研究结果可以为水稻种植区农业面源污染治理、湖泊富营养化防治提供参考。

关键词:面源污染;富营养化;水稻种植;氮磷迁移

中图分类号: X712 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)05-0216-05

2010 年环境保护部、国家统计局、农业部公布的全国污染物普查公报指出:农业污染中种植业总氮流失量 1.60×10^9 kg,总磷流失量 1.09×10^8 kg,占农业污染源的 59.1% 和 38.2%^[1]。水稻是我国种植最广的粮食作物之一,虽然单产量高于玉米、小麦等粮食作物,但其耗水量也高于其他粮食作物。水稻生产过程中需要大量灌溉用水,同时也会产生大量排水,化学肥料伴随排水流入环境中,使得水稻种植业成为农业面源污染氮磷排放的重要来源。

鄱阳湖平原地区是我国重要的水稻产地之一^[2]。根据江西省水资源公报提供的数据,2017 年全省总用水量 2.48×10^{10} m³,其中农田灌溉用水占 59.5%,达 1.48×10^{10} m³^[3],稻田排水在鄱阳湖水环境的改变中扮演了重要角色。随着鄱阳湖流域人口的增加和社会经济的快速发展以及农田生态系统中化肥用量和耕作强度的不断增加,农田土壤中的氮磷含量和农田氮磷的流失量也在不断增加,受纳地表水体的富营养化趋势不断加剧,地下水的硝酸盐含量增加,给环境管理带来了风险^[4-7]。面

源污染成为全球水环境的重要污染源,是造成江河湖泊水体富营养化的主要推手^[8-11]。近期鄱阳湖水量水质监测数据显示,鄱阳湖水量持续减少,水质状况持续变差,鄱阳湖环湖流域农业面源污染越来越受到人们关注^[5,12]。

鄱阳湖流域的水环境健康状况将不仅关系到周围地区每一个老百姓的切身利益,还与鄱阳湖生态经济区的发展密不可分。选取南方鄱阳湖平原典型水稻种植区——赣抚平原灌区作为研究区域,监测区域内灌溉用水、双季稻高标准种植区(示范区)稻田排水、单季稻为主农民种植区(农民种植区)排水水质氮、磷的时空变化,进一步分析典型水稻种植区氮、磷排放规律,研究结果可以为水稻种植区农业面源污染治理、湖泊富营养化防治提供参考。

1 研究区域概况

赣抚平原灌区位于江西省中部偏北的赣江和抚河下游三角洲平原地带,为江南最大的引水灌区,设计灌溉面积 8.0 万 hm²,有效灌溉面积 6.67 万 hm²。赣抚平原灌区以水稻种植为主,是江西省的粮食主要产区。研究区域多年平均气温、日照时数、多年平均降水量、蒸发量等气候特征见文献[13]。尽管南方地区降水量充沛,但受季风气候的影响,降雨的时间和空间分布并不均匀。因此,在

收稿日期:2020-04-25

基金项目:江西省水利科技计划(编号:201921YBKT29);江西省重点研发计划(编号:20171BBH80018)。

作者简介:廖 伟(1987—),男,江西新余人,博士研究生,工程师,主要从事水质基准和生态风险评价研究。E-mail:lovy21@163.com。

南方水稻种植区域修筑了大量的灌溉水渠,用于水稻等需水作物灌溉,必要时还可以排涝,以保障农业和农村用水需求。

在赣抚平原灌区选取灌溉水渠、示范区和农民种植区等 3 种不同灌(排)水为研究区域,监测不同区域灌(排)水中氮、磷含量变化情况。

2 研究方法

2.1 监测点布置与取样

选取赣抚平原灌区西总干渠为灌溉水渠代表,其水源为江西第二大河流抚河引水,其中灌溉期为 3 月至 10 月,水位较高,用以满足灌区农业用水,11 月至次年 2 月为非灌溉期,水位较低,仅维持适当的景观用水。灌溉水渠上游以双季稻种植为主,接纳

部分农业排水,根据试验设计从上游往下游分别设置了 4 个监测点。双季稻高标准种植示范区位于江西省灌溉试验中心站高田试验基地,其排水沟和水塘于 2016 年 3 月改造完毕,主要承接水肥高效利用双季稻种植为主的排水,改造内容有排水沟、水塘疏浚,种植湿地植物,构成简单的生态沟和生态塘,设置 9 个监测点,其中生态排水沟 6 个点,生态塘 3 个点。农民种植区位于江西省南昌市向塘镇高田村委礼坊自然村,于 2016 年 4 月改造完毕,改造内容有排水沟疏浚,部分护坡处理,在农民种植区构成简单的生态沟和生态塘。由于该区域农民离县城近,外出打工较多,务农劳动力缺乏,以单季稻种植为主,设置 13 个监测点,其中排水生态沟 7 个点,生态塘 6 个点。监测点分布见图 1,命名见表 1。

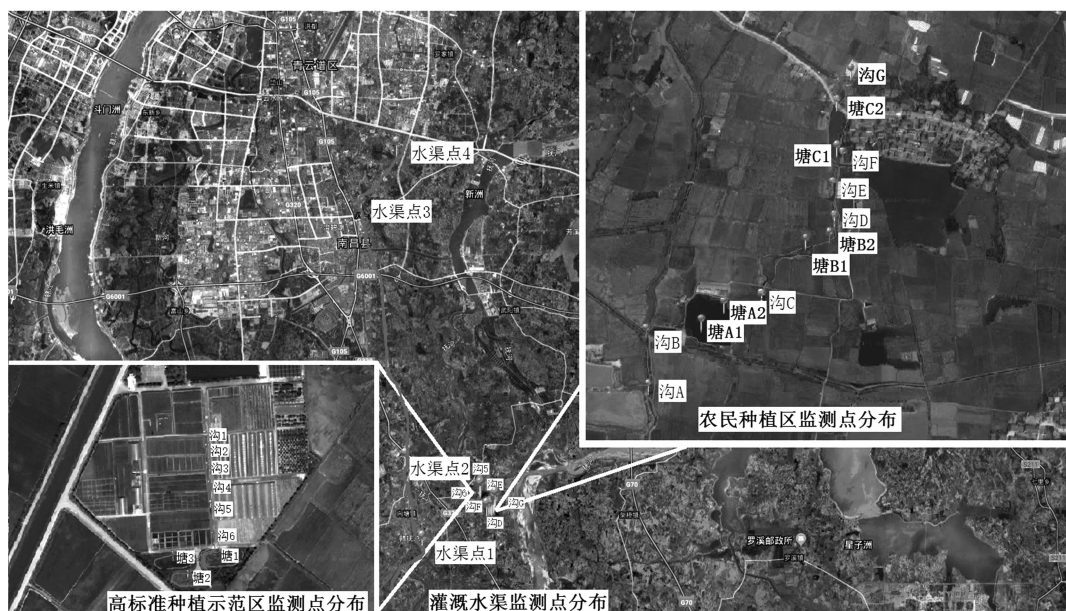


图1 研究区域监测点分布

灌溉水渠取样点每个断面布置 1 条水样垂线,在垂线水面 1/3 处取样,每个水样 1 000 mL;示范区取样点为每个生态沟断面中心位置和生态塘中心位置;农民种植区取样点为每个生态沟断面中心位置和生态塘进出口处中心位置。取样时间均为 2017 年 1—12 月,每月中旬取样 1 次。

2.2 样品测试

总氮含量测定采用碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法^[14],总磷含量测定采用过硫酸钾消解钼酸铵分光光度法^[15],每个样品测试 2 次,取平均值。

2.3 数据处理

使用谷歌地图软件对研究区域进行点位标识;利用 SPSS 22.0 软件进行数据处理,并采用单因素

方差分析两两比较对数据进行显著性比较;应用 Origin 9.1 Pro 软件作图。

3 结果与分析

3.1 灌溉水渠水质氮磷含量变化规律

如图 2 所示,灌溉水渠总氮、总磷的平均值分别为 (1.35 ± 0.33) mg/L 和 (0.04 ± 0.01) mg/L。总氮在 3 月、4 月持续升高,5 月出现峰值后,6 月、7 月明显降低,进入 8 月再次出现峰值,9 月、10 月总氮达到较低水平;总磷在 3、4 月持续升高,并在 4 月达到峰值,随后逐渐降低,降低速度慢于总氮,进入 8 月再次出现峰值,9、10 月逐渐降低,降低速度慢于总氮。综合上看,灌溉期间灌溉水渠总氮峰值分别

表 1 研究区域监测点名称

研究区域	监测点位	名称	水位情况	水源及作物种植情况
灌溉水渠	点 1	洲家铁路桥	全年不断流,3 月至 10 月为丰水期,满足农业灌溉用水,11 月至次年 2 月为低水位运行,不作灌溉	水源为地表河流引水。上游以双季稻种植为主
	点 2	山背桥		
	点 3	莲谢桥		
	点 4	桐林桥		
示范区	沟 1	紫芋沟进水	3 月至 11 月接纳稻田排水和灌溉自流水,水位随稻田排水和灌溉水渠变化。12 月至次年 2 月断流	水源为灌溉水渠为主,部分地下水补给为辅。以双季稻种植为主
	沟 2	紫芋沟出水		
	沟 3	旱伞草沟进水		
	沟 4	旱伞草沟出水		
	沟 5	菖蒲沟进水	接纳示范区排水,水位超过 60 cm 后自溢排出,常年水位在 40 ~ 60 cm	
	沟 6	菖蒲沟出水		
	塘 1	生态袋塘		
	塘 2	植草砖塘		
	塘 3	木桩塘		
农民种植区	沟 A	农沟进水	12 月至次年 2 月几乎断流。沟宽 50 ~ 60 cm	水源为灌溉水渠。研究区域水稻种植以一季稻为主,部分种植蔬菜等旱地作物。门塘 C 和沟 F、沟 G 承接部分农村生活污水
	沟 B	农沟汇流		
	沟 C	串联农沟		
	沟 D	斗沟进水	12 月至次年 2 月水位很低,沟宽 80 ~ 120 cm	
	沟 E	斗沟汇流		
	沟 F	南门塘引水沟		
	沟 G	北面斗沟		
	塘 A1	灌溉塘 A 进水	常年蓄水,用于调节灌溉	
	塘 A2	灌溉塘 A 出水		
	塘 B1	灌溉塘 B 进水		
	塘 B2	灌溉塘 B 出水		
	塘 C1	村门塘 C 进水	常年蓄水,附近住有农户	
	塘 C2	村门塘 C 出水		

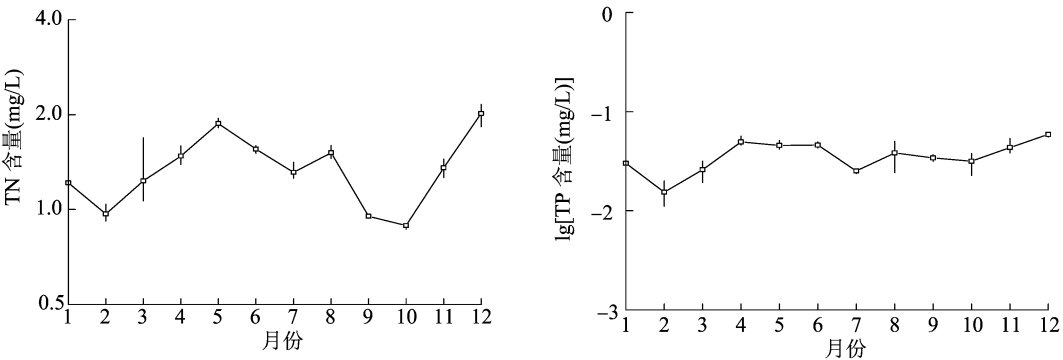


图2 灌溉用水水质总氮、总磷月平均值、最大值和最小值

出现在 5 月和 8 月,而总磷为 4 月和 8 月,水质总磷的迁移消减速度低于总氮。

3.2 示范区排水水质氮磷含量变化规律

如图 3 所示,示范区生态沟总氮、总磷分别为 (1.21 ± 0.67) 、 (0.06 ± 0.05) mg/L;生态塘总氮、总磷分别为 (0.62 ± 0.25) 、 (0.02 ± 0.01) mg/L。

生态沟总氮在 3、4 月持续升高,5 月出现峰值后,6、7 月明显降低,进入 8 月再次出现峰值,9、10 月再次到较低水平;总磷在 4 月达到峰值,随后逐渐降低,进入 8 月再次出现峰值,9、10 月逐渐降低,降低速度慢于总氮。受生态沟来水的影响,生态塘氮、磷含量变化规律与生态沟接近,总氮峰值均出现在 5

月和 8 月,但总磷峰值出现在 5 月和 8 月;受水流速度的影响,水质总磷、总氮变化范围低于生态沟;受

氮、磷迁移速度的影响,生态塘中总磷在 4 月迅速升高后,在 5 月达到峰值。

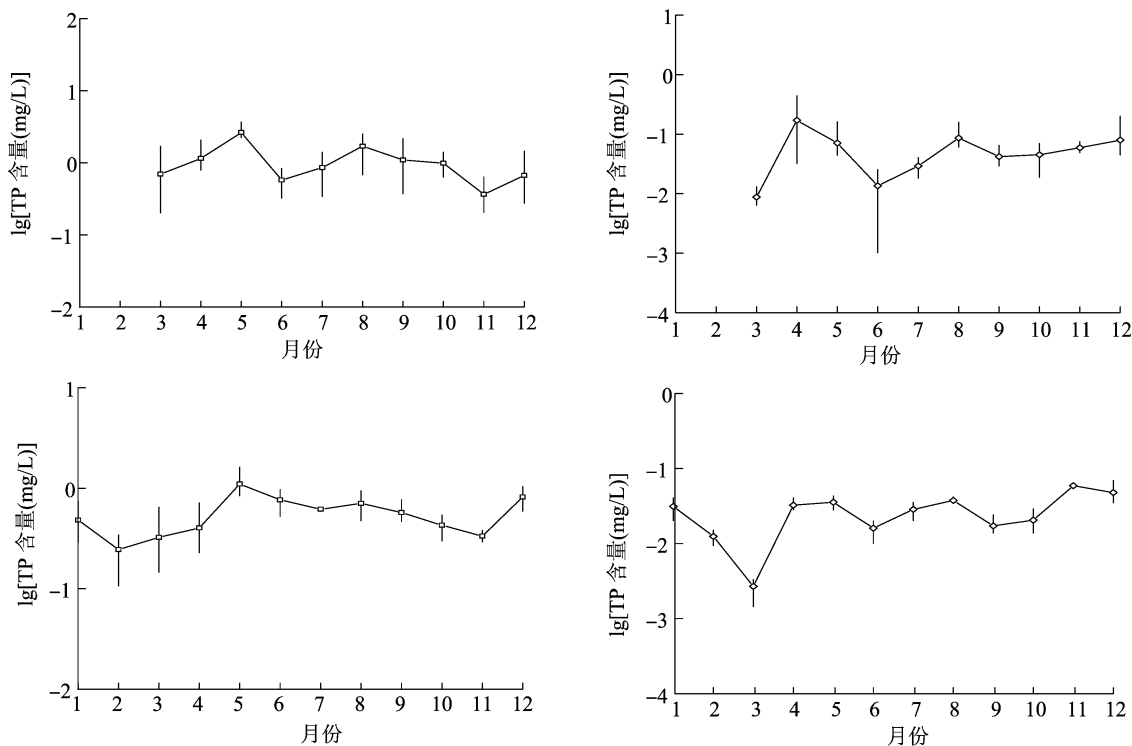


图3 2个示范区水质总氮、总磷月平均值、最大值和最小值

3.3 农民种植区水质氮磷含量变化规律研究

如图 4 所示,农民种植区生态沟总氮、总磷分别为 (2.62 ± 1.57) 、 (0.25 ± 0.11) mg/L;生态塘总氮、总磷分别为 (2.52 ± 1.42) 、 (0.26 ± 0.14) mg/L。生态沟总氮在 3、4 月持续降低后,6 月出现峰值,7 月后明显降低,9 月达到最低水平;总磷在 4 月达到峰值,随后逐渐降低,6、7 月稍微升高,但无明显差异,总磷的迁移速度稍低于总氮。受生态沟来水的影响,生态塘氮、磷含量变化规律与生态沟接近,总氮峰值出现在 6 月,总磷峰值出现在 4 月,但是生态沟水质总磷 6 月有 1 个小峰,而生态塘推迟到 7 月,说明水体中总磷的迁移消减速度低于总氮。

4 讨论与结论

化肥的施用为提高作物产量的同时,也增加了种植区氮磷污染的风险。示范区 2017 年双季稻早稻在 3 月 20—22 日播种,4 月 19—21 日移栽,7 月 18—20 日收割;晚稻在 6 月 19—21 日播种,7 月 21—22 日移栽,10 月 24—26 日收割。以示范区早稻为例,水稻种植期间氮肥不仅施用强度高于磷肥,施用时间跨度也大于磷肥。一般来说,磷肥全部在基肥,施肥时间约在 4 月中旬,氮肥则为基肥、

移栽后 10 d 分蘖肥和移栽后 35 ~ 40 d 拔节孕穗肥,施肥时间为 4 月中旬至 5 月底。所以在 4 月施用基肥后,磷素随着稻田排水,进入生态沟和生态塘,导致总磷增加,而氮素虽然在施用基肥后有所升高,但是后面的追肥让排水中总氮的含量进一步增加,因此,水稻种植区排水中氮磷含量受水稻农事活动影响较大。示范区的监测结果表明排水中总氮、总磷同时升高,但时间上总氮峰值在 5 月,晚于总磷(峰值在 4 月)。稻田排水总氮和总磷迁移速度表现为总氮迁移和消除速度高于总磷。唐国华等研究指出氮磷污染物入湖后,鄱阳湖湖区总氮消减速度快于总磷^[16],与本研究结果一致。

目前农业面源污染治理技术应用较多的是排水沟和塘堰湿地净化技术。潘乐等指出塘堰湿地能有效降低农田面源污染的氮磷排放^[17],吴永红等也将拦截作为减少面源污染的重要措施^[18]。本研究通过构建生态沟,保证充分的塘堰湿地面积,监测得到稻田排水氮磷含量可达到地表Ⅲ类水,与多数研究结论一致。另外,研究发现冬季非灌溉期间灌溉水渠和农村排水水系氮、磷含量较高,主要是由于灌溉水渠引水减少导致水量不足以及冬季水体自净能力差引起,适当增加冬季非灌溉期间农村

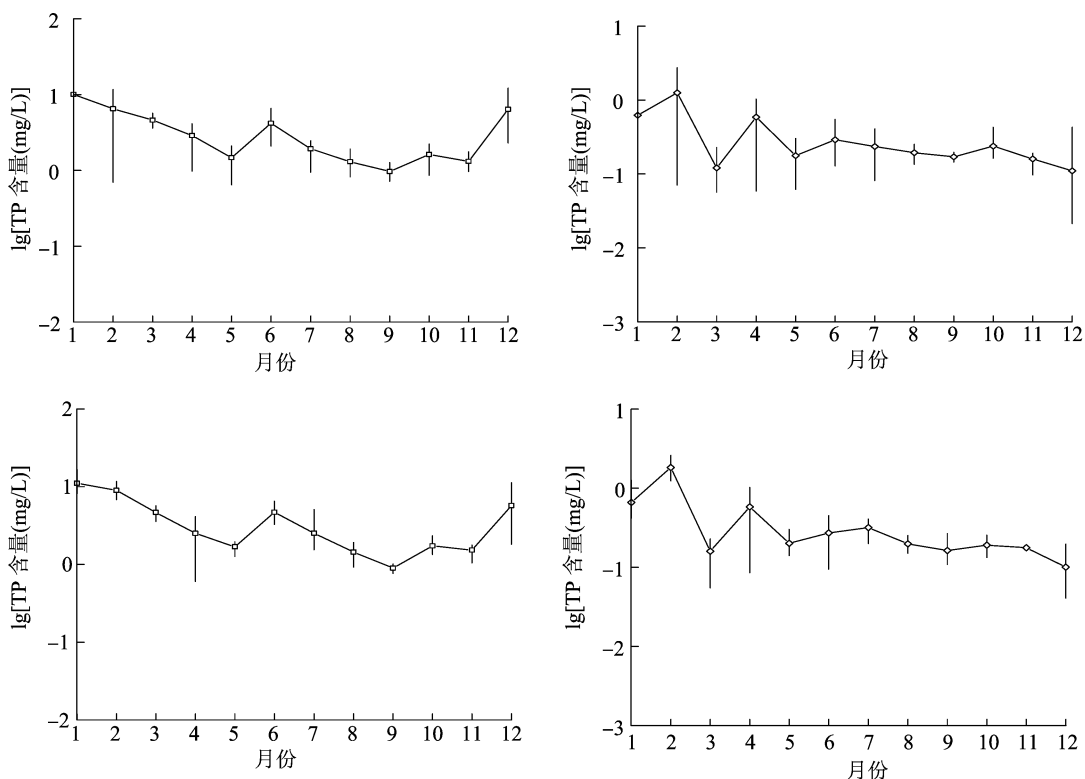


图4 2017 年度农民种植区监测点总氮、总磷月平均值、最大值和最小值

灌溉水系流量,有利于提升冬季农村水系水环境质量。

控制水体中氮、磷含量是农业面源污染研究的重点,本研究以水稻种植区域为研究对象,区分不同种植模式和不同过水方式,研究了排水中总氮、总磷在农业沟塘中的随时间变化的规律,得出以下结论和展望:(1)灌溉水渠和示范区总氮峰值分别出现在5月和8月,总磷峰值分别出现在4月和8月;单季稻农民种植区总氮峰值出现在6月,总磷峰值出现在4月。排水中总氮、总磷含量同水稻种植农事活动(施肥时间)相关,排水中总氮迁移速度和消除速度高于总磷。(2)构建生态沟,保证充分的塘堰湿地面积,可有效降低种植区排水氮磷的含量。(3)进一步研究排水氮磷差异规律的机理机制,充分利用氮磷迁移速度的差异,可为水体富营养化治理提供新的发展思路。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国环境保护部,中华人民共和国国家统计局,中华人民共和国农业部. 第一次全国污染源普查公报[R]. 2010.
- [2] 胡振鹏. 鄱阳湖流域生态修复的理论、方法及其应用[J]. 长江流域资源与环境,2012,21(3):259-267.
- [3] 江西省水利厅. 2017 年江西省水资源公报[EB/OL]. [2020-04-01]. <http://www.jxsl.gov.cn/slgb/szygh/index.html>.
- [4] 彭畅,朱平,牛红红,等. 农田氮磷流失与农业非点源污染及其防治[J]. 土壤通报,2010,41(2):508-512.
- [5] 陈晓玲,张媛,张琳,等. 丰水期鄱阳湖水体中氮、磷含量分布特征[J]. 湖泊科学,2013,25(5):643-648.
- [6] 杨金玲,张甘霖,张华,等. 丘陵地区流域土地利用对氮素径流输出的影响[J]. 环境科学,2003,24(1):16-23.
- [7] 陆宏鑫,吕伟娅,严成银. 生态沟渠植物对农田排水中氮磷的截留和去除效应[J]. 江苏农业学报,2013,29(4):791-795.
- [8] Basnyat P, Teeter L D, Lockaby B G, et al. The use of remote sensing and GIS in watershed level analyses of non-point source pollution problems[J]. Forest Ecology and Management, 2000, 128(1):65-73.
- [9] Ning S K, Chang N B, Jeng K Y, et al. Soil erosion and non-point source pollution impacts assessment with the aid of multi-temporal remote sensing images[J]. Journal of Environmental Management, 2006, 79(1):88-101.
- [10] 李妍,席运官,张纪兵,等. 太湖流域水稻生产的氮、磷投入阈值[J]. 江苏农业学报,2015,31(5):1017-1023.
- [11] 陈曼雨,崔远来,郑世宗,等. 基于 SWAT 模型的农业面源污染尺度效应研究[J]. 中国农村水利水电,2016(9):187-191.
- [12] 王圣瑞,倪栋,焦立新,等. 鄱阳湖表层沉积物有机质和营养盐分布特征[J]. 环境工程技术学报,2012,2(1):23-28.
- [13] 廖伟,邓海龙,谢亨旺,等. 鄱阳湖平原区农村水环境治理工程示范及应用[J]. 江西农业学报,2018,30(9):103-107.
- [14] 中华人民共和国环境保护部. 水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法:HJ 636—2012[S]. 北京:中国标准出版社,2012.

朱 欣,李龙兴,龚正发,等. 贵州省主要蜜源植物及泌蜜习性的调查研究[J]. 江苏农业科学,2021,49(5):221-225.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.05.040

贵州省主要蜜源植物及泌蜜习性的调查研究

朱 欣¹,李龙兴¹,龚正发¹,陈光燕²,代兴红¹,赵丽丽³

(1. 贵州省草地技术试验推广站,贵州贵阳 550025; 2. 贵州众智恒生态科技有限公司,贵州贵阳 550025;
3. 贵州大学动物科学学院,贵州贵阳 550025)

摘要:贵州省蜜源植物资源丰富,具有广阔的开发和利用前景。在阐述贵州省自然概况的基础上,通过采用野外调查与森林资源 2 类调查相结合的方法,辅以蜂农走访、培训期间问卷调查、放蜂路线调查、文献及书籍查阅等方法,对贵州省主要蜜粉源植物的分布情况进行初步调查和了解,归纳出贵州省四季常见蜜源植物种类、花期及主要集中分布地域,常见可利用蜜源种类以春季居多,夏季次之,秋季和冬季较少,同时简述了主要蜜源植物泌蜜习性、产蜜量、蜜产品品质等。并结合调查结果分析了贵州省蜜源植物利用存在的问题,提出了贵州省蜜源植物资源的利用开发策略,以期能为贵州省蜜源植物资源的开发及利用提供借鉴与参考。

关键词:贵州省;资源分布;蜜源植物;泌蜜习性;利用

中图分类号: S897⁺.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)05-0221-05

蜜源植物是供蜜蜂采集花蜜、蜜露和花粉的植物,蜜源是蜂群赖以生存及养蜂生产的物质基础,而优良的蜜源植物品种是提供优质、稳定蜜源的保证,蜜源植物资源收集与创新又是蜜源植物品种培育的前提。贵州省相关部门对蜜源植物资源研究非常重视,20 世纪 80 年代对省内野生蜜源和栽培蜜源植物种类、分布进行了一系列的调查,发现贵州省蜜源植物资源十分丰富,全省有养蜂价值的蜜源植物 60 余种^[1],花期长,流蜜稳定,据此对全省养蜂生产进行区域规划及放蜂路线的规划,为贵州家庭式养蜂模式发展提供了有效的指导。目前,贵州省脱贫攻坚路上投资小、见效快的种养产业各具特色,养蜂产业就是其中一个脱贫致富的快路子,它劳动力投资小,成本低,收益较高。但随着社会经济的发展,家庭式养蜂模式已不能满足生产需要,

规模化、标准化的养蜂产业模式是促进农民增收的有效措施。由于贵州省境内海拔高、气候差距大,具体到各地蜜源的种类不同,一年四季蜜源并不一定衔接,严重限制了当地规模化养蜂模式的发展,俗话说“多收少收在蜂群,有收无收在蜜源”,可见蜜源植物的数量与质量直接影响着养蜂业的命运和发展速度。但贵州省对本地主要蜜源植物及其泌蜜习性的调查研究却较为分散,不利于蜜源植物资源的开发、利用,因此加强对贵州省主要蜜源植物及泌蜜习性的调查及利用研究,具有重要现实意义。

1 材料与方法

1.1 贵州省自然概况

贵州省地处我国西南腹地,总面积 17.61 万 km²,地势西高东低,自中部向北、东、南 3 面倾斜;境内河流密布,沿地势从西向北、东、南 3 面分流;地形以山地和丘陵为主,是典型的山区省份,山地和丘陵高达 92.5%;平均海拔 1 000 m,亚热带湿润季风气候,年平均气温在 15 ℃左右,绝大多数地区在 12 ~

收稿日期:2020-06-23

基金项目:贵州省科技计划(编号:黔科合支撑[2019]2295 号)。

作者简介:朱 欣(1988—),女,贵州毕节人,硕士,畜牧师,从事牧草种质资源、饲草料加工及贮藏研究。E-mail:764091308@qq.com。

通信作者:赵丽丽,博士,副教授,从事牧草种质资源研究。E-mail:zhaolili_0508@163.com。

[15] 中华人民共和国环境保护总局. 水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法:GB 11893—1989[S]. 北京:中国标准出版社,1990.

[16] 唐国华,林玉茹,胡振鹏,等. 鄱阳湖区氮磷污染物分布、转移和削减特征[J]. 长江流域资源与环境,2017,26(9):1436-1445.

[17] 潘 乐,茆 智,董 斌,等. 塘堰湿地减少农田面源污染的试验研究[J]. 农业工程学报,2012,28(4):130-135.

[18] 吴永红,胡正义,杨林章. 农业面源污染控制工程的“减源-拦截-修复”(3R)理论与实践[J]. 农业工程学报,2011,27(5):1-6.