

界首市泉河小流域农业面源污染调查与评价

刘德勤¹, 武升², 黄瑜², 陈坚³, 齐峰³, 姜家生^{1,4*}, 马友华²

(1. 安徽农业大学经济管理学院, 合肥 230036; 2. 安徽农业大学资源与环境学院, 合肥 230036;

3. 界首市农村能源管理服务中心, 界首 236500; 4. 安徽农业大学研究生院, 合肥 230036)

摘要: 为了解界首市泉河小流域农业面源污染现状和特征, 制定相应的农业面源防控措施, 对流域内农业面源污染情况进行了调查分析和评价。通过对该典型小流域内陶庙镇、王集镇、代桥镇、泉阳镇 4 个乡镇的 11 个行政村的农田污染源、养殖污染源及人居生活污染源进行实地走访, 调查数据应用等标污染负荷法进行评价分析。结果表明, 界首市泉河小流域内 4 个乡镇的农业面源污染排放源中, 农田污染源的污染物总量和污染负荷率分别是 17.44 t 和 4.68%; 养殖污染物排放总量和污染源负荷率分别是 99.31 t 和 26.63%; 生活源污染物的排放量和污染负荷率最大, 分别达到 256.19 t 和 68.69%; 在 COD、TN、TP 3 个主要评价因子中, 污染负荷率最高的是 COD, 达 80.22%, TN 污染负荷率为 9.22%, TP 的污染负荷率为 10.56%; 养殖业污染和人居生活污染源是界首市泉河小流域农业面源污染的主要来源, 也是该小流域农业面源污染防治的重点。在治理该小流域农业面源污染时, 应大力发展绿色、生态、循环农业, 严格控制畜禽养殖污染, 加大农村人居环境整治, 强化政府在农业面源污染治理中的统筹引导作用等。

关键词: 小流域; 农业面源污染; 评价; 治理

中图分类号: X71

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2020)04-0547-07

Investigation and evaluation of agricultural non-point source pollution in Quanhe small watershed of Jieshou city

LIU Deqin¹, WU Sheng², HUANG Yu², CHEN Jian³, QI Feng³, JIANG Jiasheng^{1,4}, MA Youhua²

(1. School of Economics and Management, Anhui Agricultural University, Hefei 230036; 2. School of Resources and Environment, Anhui Agricultural University, Hefei 230036; 3. Rural Energy Management Service Center of Jieshou City, Jieshou 230036; 4. Graduate School of Anhui Agricultural University, Hefei 230036)

Abstract: In order to understand the current situation and characteristics of agricultural non-point source pollution in Quanhe small watershed of Jieshou city, the situation of agricultural non-point source pollution in the watershed was investigated and the corresponding measures for prevention and control of agricultural non-point source pollution were formulated. The farmland pollution sources, aquaculture pollution sources and living pollution sources in 11 administrative villages in 4 towns as Taomiao town, Wangji town, Daiqiao town and Quanyang town in this typical small watershed were visited on the spot, and the investigation data were evaluated and analyzed by equal standard pollution load method. The results show that among the non-point source pollution emission sources in the four villages and towns in Quanhe small watershed of Jieshou city as below. The total amount of pollutants and pollution load rate of farmland pollution source is 17.44 t and 4.68%, respectively, and pollutant emission and the total pollution source load is 99.31 t and 26.63%, respectively. The emission and load rate of domestic source pollutants are the largest, reaching to 256.19 t and 68.69%, respectively. Among the three main evaluation factors of COD, TN and TP, the highest pollution load rate is COD, which reaches 80.22%, while TN and TP pollution load rate is 9.22% and 10.56%, respectively. Aquaculture pollution and human living pollution sources are the main source of agricultural non-point source pollution in Quanhe small watershed of Jieshou city, and they are also the key point of agricultural non-point source pollution prevention and control in the small watershed. In controlling the agricultural non-point source pollution in this small watershed, we should vigorously develop green,

收稿日期: 2019-10-16

基金项目: 国家发改委界首市农业突出环境治理项目 (17352002) 和安徽省教育厅项目 (SK2016A0309) 共同资助。

作者简介: 刘德勤, 硕士研究生。E-mail: 1053842516@qq.com

* 通信作者: 姜家生, 博士。E-mail: zyj123@ahau.edu.cn

ecological and circular agriculture, strictly control the pollution of livestock and poultry breeding, increase the improvement of the rural human settlements environment, and strengthen the overall guidance of the government in the control of agricultural non-point source pollution.

Key words: small watershed; agricultural non-point source pollution; evaluation; governance

农业面源污染是指在农业生产中不合理的使用化肥、农药等及居民生活过程中产生的、未经科学处理的污染物对水体、土壤和生态环境造成的污染^[1-4]。近年来,随着我国农业和农村经济的快速发展,小流域农业面源污染对流域内水体环境造成严重污染,以小流域为单位进行农业面源污染防治已经成为主要方法。万年生等^[5]和张忠明等^[6]分别对洞庭湖区沧浪河和沙港河流域农业面源污染物的排放进行调查分析,研究表明该小流域农业面源污染的主要来源是养殖业污染。赵彪等^[7]对洱海流域凤羽河小流域典型农业面源污染现状采用综合调查的方法,将调查情况进行分类汇总,并用产污系数法和排污系数法推算该区域农业污染物产量和排放污染物的总量,进行分析比较。孙海军等^[8]对浙江北部山区典型小流域农业面源污染调查与评价,并给出综合治理的对策。武升等^[9]对安徽省巢湖流域众兴水库小流域农业面源污染进行分析评价,研究表明养殖业污染是该流域内主要污染源,是农业面源污染防治的重点。

界首市泉河属于安徽段淮河流域,为了解该流域农业面源污染现状和特征,对流域内农业面源污染情况进行调查分析评价,文章选取该区域典型小流域进行评价分析,以期对泉河生态经济示范带建设,淮河流域农业面源污染治理提供科学依据。

1 研究方法 with 评价计算方法

1.1 研究区概况

研究区位于安徽省界首市,属泉河生态经济示范带的重要区段,为界首市农业面源污染综合治理试点项目区,位于界首市南部,地理坐标为33.10°N, 115.41°E,总面积2 770.09 hm²。区域涉及陶庙镇东经(李腰庄村)、王集镇(朱大村、朱庄村、杨老家、陆集村、郝王村)、代桥镇(王竹园、冯庄村、扎扒集)、泉阳镇(王富全村、胡集村);区域内人口分布较密集、农作物种植面积广阔,分布许多大、中、小养殖场主要以生猪、畜禽(蛋鸡)养殖为主。

1.2 研究方法

为详细地了解界首市泉河小流域农业面源污染现有的农业农村生产、农民生活方式对界首市泉河小流域内农业面源污染的影响现状,根据调查需要设计农业面源污染调查表,在界首市泉河小流域陶

庙镇、王集镇、代桥镇、泉阳镇4个乡镇的11个行政村内随机对农户种植农作物种类、农田化肥施用、畜禽养殖、生活固体废弃物产生量情况进行实地问卷调查。通过实地调查农户基本情况并结合有关统计资料,分析界首市泉河小流域内种植业、养殖业、人居生活对农业面源污染的影响。

1.3 计算评价方法

为了更好地分析比较,反应各污染源对环境影响总量的大小以及确定主导污染源。本次评价计算方法采用等标污染负荷评价法对研究区域内的农业面源污染现状进行综合评价,选用化学需氧量(COD)、总氮(TN)和总磷(TP)作为评价因子。主要计算公式如下:

$$P_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_{oi}} \times Q_{ij} = \frac{M_{ij}}{C_{oi}} \quad (1)$$

式1中: P_{ij} 为第*j*个污染源的第*i*种污染物的等标污染负荷($\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$); C_{ij} 为第*j*个污染源的第*i*种污染物的排放浓度; C_{oi} 为第*i*中污染物的评价标准; Q_{ij} 为第*j*个污染物的介质排放量($\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$); M_{ij} 为第*j*个污染源第*i*种污染物流失量($\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$)。

第*j*个污染源有*n*个污染物,其源内的等标污染负荷为:

$$P_j = \sum_{i=1}^n P_{ij} \quad (2)$$

式2中: P_j 为有*n*个污染物在第*j*个污染源,其源内的等标污染负荷($\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$); P_{ij} 为第*j*个污染源的第*i*种污染物的等标污染负荷($\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$)。

某地区有*m*个污染源,则该地区等标污染负荷为:

$$P = \sum_{j=1}^m P_j = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n P_{ij} \quad (3)$$

式3中: P 为该地区等标污染负荷总数($\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$); P_j 为第*j*个污染源有*n*个污染物,其源内的等标污染负荷($\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$); P_{ij} 为第*j*个污染源的第*i*种污染物的等标污染负荷($\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$)。

该地区第*j*个污染源的污染负荷比为:

$$K_j = \sum_{i=1}^n P_{ij} / P \quad (4)$$

式4中: K_j 为该地区第*j*个污染源的污染负荷比, K_j 中最大值表示该地区内主要污染源,其值从大到小,可确定重点污染源; P_{ij} 为第*j*个污染源的

第 i 种污染物的等标污染负荷 ($\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$); P 为该地区等标污染负荷总数 ($\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$)。

该地区第 i 个污染物的污染负荷比为:

$$K_i = \sum_{j=1}^n P_{ij} / P \quad (5)$$

式 5 中: K_i 为该地区第 i 个污染物的污染负荷比, K_i 中最大值表示该地区内主要污染物, 根据其值从大到小排序可以确定该地区主要污染物; P_{ij} 为第 j 个污染源的第 i 种污染物的等标污染负荷 ($\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$); P 为该地区等标污染负荷总数 ($\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$)。

1.3.1 化肥施用折纯量计算公式 分别为: N 含量=复合肥×N 含量比例系数+尿素×0.467; P_2O_5 含量=复合肥× P_2O_5 含量比例系数;

K_2O 含量=复合肥× K_2O 含量比例系数。

1.3.2 污染源排污量计算公式 畜禽养殖粪污排放

量=排污系数×养殖数量; 生活废污排放量=排污系数×居住人口数; 化肥污染物排放量=流失系数×化肥施用量。

2 结果与分析

2.1 农田污染源分析

通过农户调查及相关资料汇总显示, 界首市泉河小流域涉及陶庙镇(李腰庄村)、王集镇(朱大村、朱庄村、杨老家、陆集村、郝王村)、代桥镇(王竹园村、冯庄村、扎扒集村)、泉阳镇(王富全村、胡集村), 各镇涉及耕地面积分别为 328.93 hm^2 、 $1\,070.41 \text{ hm}^2$ 、 619.42 hm^2 和 751.33 hm^2 , 总耕地面积 $2\,770.09 \text{ hm}^2$ 。小流域内各乡镇主要农作物播种面积情况详见表 1, 主要种植小麦、玉米和瓜果蔬菜(果林及经济作物)等作物。

表 1 界首市泉河小流域内各乡镇主要农作物播种面积

Table 1 Sown area of main agricultural crops in Quanhe small watershed of Jieshou city

乡镇 Town	主要农业作物播种面积/ hm^2 Sown area of main agricultural crops			
	小麦种植面积 Wheat planting area	玉米种植面积 Maize planting area	经济作物种植面积 Cash crops planting area	总播种面积 Total sown area
陶庙镇 Taomiao town	260.00	233.33	53.33	546.66
王集镇 Wangji town	1\,066.67	840.00	133.33	2\,040.00
代桥镇 Daiqiao town	393.33	326.67	220.00	940.00
泉阳镇 Quanyang town	533.33	386.67	66.67	986.67
合计 Total	2\,253.33	1\,786.67	473.33	4\,513.33

表 2 界首市泉河小流域内各乡镇不同作物肥料使用情况

Table 2 Fertilizer usage of different crops in Quanhe small watershed of Jieshou city

乡镇 Town	小麦种植/ $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ Wheat planting			玉米种植/ $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ Corn planting			经济作物种植/ $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ Melon, fruit and vegetable planting		
	氮肥	磷肥	钾肥	氮肥	磷肥	钾肥	氮肥	磷肥	钾肥
陶庙镇 Taomiao town	357.00	135.60	105.60	337.95	121.05	110.70	451.50	157.50	157.50
王集镇 Wangji town	323.10	136.20	136.20	337.20	141.00	141.00	462.00	189.00	189.00
代桥镇 Daiqiao town	353.10	104.55	104.55	363.00	103.50	103.50	481.65	171.00	171.00
泉阳镇 Quanyang town	330.15	121.20	121.20	394.50	85.05	85.05	451.50	157.50	157.50
平均数 Average	340.80	124.35	116.85	358.20	112.65	110.10	461.70	168.75	168.75

表 3 界首市泉河小流域内各乡镇化肥年施用量与施用强度

Table 3 Annual application rate and intensity of chemical fertilizer usage in Quanhe small watershed of Jieshou city

项目 Item	陶庙镇 Taomiao town	王集镇 Wangji town	代桥镇 Daiqiao town	泉阳镇 Quanyang town
化肥总用量/t Total amount of chemical fertilizer	329.34	1\,267.33	568.53	574.78
氮肥折纯用量/t Conversion amount of phosphate fertilizer	195.74	689.49	363.43	358.72
磷肥折纯用量/t Pure amount of potassium fertilizer	71.89	288.92	112.55	108.03
钾肥折纯用量/t Pure amount of potassium fertilizer	61.71	288.93	112.55	108.03
化肥施用强度/ $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ Fertilizer application intensity	602.46	621.24	604.82	582.55

界首市泉河小流域内各乡镇不同作物肥料使用情况详见表 2, 肥料施用量均指折纯后 N、P₂O₅、K₂O 含量。由表 2 可知, 该小流域内不同种植作物类型施肥量存在较大差异, 小麦、玉米和蔬菜的氮肥施用量过大, 磷肥和钾肥施用相对较少。化肥使用过程中过多的氮素会随雨水、地表径流进入水体引起富营养化及土壤酸化等问题, 影响流域内的生态环境^[10]。

由表 3 可知, 界首市泉河小流域内的 4 个乡镇的年度化肥施用量和施用强度中王集镇施用强度最

高, 分别为 1 267.33 t 和 610.46 kg·hm⁻²; 陶庙镇、代桥镇和泉阳镇化肥施用强度均在 600 kg·hm⁻² 左右。该流域内化肥的施用强度高, 远高于 225 kg·hm⁻² 的发达国家公认的安全水平^[11]。

小流域内主要农作物的化肥污染负荷定量分析根据农作物污染负荷指标计算。小流域内各乡镇种植业化肥污染排放量(详见表 4)依据《全国农田面源污染排放系数手册》, 氮肥、磷肥流失量分别按当年施肥量的 0.950% 和 0.375%^[12]计算。

表 4 界首市泉河小流域内各乡镇种植业化肥污染物排放量

Table 4 Discharge of chemical fertilizer pollutants from planting in Quanhe small watershed of Jieshou city

乡镇 Town	总氮含量/t TN	总磷含量/t TP	合计/t Total	污染负荷率/% Pollution load rate
陶庙镇 Taomiao town	1.86	0.27	2.13	12.21
王集镇 Wangji town	6.55	1.08	7.63	43.75
代桥镇 Daiqiao town	3.45	0.42	3.87	22.19
泉阳镇 Quanyang town	3.40	0.41	3.81	21.85
合计 Total	15.26	2.18	17.44	100
污染负荷率/% Pollution load rate	87.50	12.50	100	-

表 5 界首市泉河小流域内各乡镇人口及养殖业情况

Table 5 Population and aquaculture situation of villages and towns in Quanhe small watershed of Jieshou city

乡镇 Town	养殖业 Livestock				人口 Population	
	猪/头	牛/头	羊/只	禽类/只	人口/人	户数/户
陶庙镇 Taomiao town	2 300	90	700	60 000	3 534	973
王集镇 Wangji town	7 730	342	4 600	93 000	23 078	5 972
代桥镇 Daiqiao town	4 760	190	2 500	50 000	11 428	2 290
泉阳镇 Quanyang town	3 370	180	2 100	60 000	10 207	255
合计 Total	18 160	802	9 900	263 000	48 247	9 490

表 6 界首市泉河小流域内养殖业畜禽粪尿与人居排污系数和流失率

Table 6 Sewage discharge coefficient and wastage rate of livestock manure and urine and human settlements in Quanhe small watershed of Jieshou city

项目 Item	排污系数 Discharge coefficient			流失率/% Wastage rate		
	COD	TN	TP	COD	TN	TP
家禽粪 Livestock manure	1.17	0.28	0.12	6.20	5.60	5.10
牛粪尿 Cow dung and urine	20.68	5.09	0.84	56.16	55.68	55.50
猪粪尿 Pig dung urine	2.22	0.38	0.14	56.50	55.76	53.40
羊粪 Sheep dung	4.40	2.28	0.45	5.50	5.20	5.30
生活污水 Sanitary waste	5.12	0.16	0.03	62.00	62.00	62.00
人粪尿 Human excreta	19.80	3.06	0.52	10.00	10.00	10.00

2.2 养殖业污染源分析

经调查, 界首市泉河小流域内的养殖以生猪、家禽(蛋鸡为主)为主, 养殖量统计如表 5 所示: 小流域内王集镇畜禽养殖数量较大, 主要原因是大

型规模养殖场较多; 代桥镇和泉阳镇畜禽养殖数量低于王集镇; 陶庙镇因政策等原因, 畜禽养殖以农户散养为主, 整体数量最少, 养殖场较少。

依据表 5 统计的数据, 结合表 6 的相关排污参

数^[13-14], 计算流域内 4 个乡镇的养殖业排污状况。流域内各乡镇生活污水排污系数及流失系数参考全国污染普查畜禽养殖业产排污系数手册。

由表 7 可看出, 流域内 4 个乡镇的养殖业污染源共向水体排放污染物 67 163.96 kg, 污染物主要以 COD 为主, 王集镇禽养殖污染物总量高达 26 250.37

kg, 占到污染物总量的 39.08%, 主要由于王集镇养殖场较多。代桥镇、泉阳镇的污染物总量和污染负荷率分别为 15 844.42 kg, 23.59% 和 14 260.62 kg, 21.24%。陶庙镇家禽养殖污染物总量和污染负荷率较低, 为 10 808.55 kg 和 16.09%。

表 7 界首市泉河小流域区内养殖业污染物排放量

Table 7 Discharge of pollutants from aquaculture in Quanhe small watershed area of Jieshou city

污染指标 Pollution parameter	养殖种类 Breeding type	陶庙镇 Taomiao town	王集镇 Wangji town	代桥镇 Daiqiao town	泉阳镇 Quanyang town	合计/kg Total	污染负荷率/% Pollution load rate
COD/kg	家禽	4 350.00	6 742.50	3 625.00	4 350.00	52 168.53	77.67
	猪	2 884.89	9 395.74	5 970.47	4 226.99		
	牛	1 045.25	3 971.95	2 206.64	2 090.50		
	羊	164.40	113.20	605.00	426.00		
	合计	8 444.54	20 223.39	12 407.11	11 093.49		
TN/kg	家禽	942.00	1 460.10	785.00	942.00	11 423.46	17.01
	猪	487.34	1 637.89	1 008.36	714.06		
	牛	255.07	969.27	538.48	510.14		
	羊	82.99	545.376	296.40	248.98		
	合计	1 767.40	4 612.64	2 628.24	2 415.18		
TP/kg	家禽	366.00	567.30	305.00	366.00	3 571.97	5.32
	猪	171.95	577.89	355.86	251.94		
	牛	41.96	159.44	88.58	83.92		
	羊	16.70	109.71	59.63	50.09		
	合计	596.61	1 414.34	809.07	751.95		
合计/kg Total	67 163.96	10 808.55	26 250.37	15 844.42	14 260.62	67 163.96	100
污染负荷率/% Pollution load rate	100	16.09	39.08	23.59	21.24		

表 8 界首市泉河小流域内常住居民产生的面源污染分析

Table 8 Analysis of non-point source pollution caused by permanent residents in Quanhe small watershed of Jieshou city

评价因子 Pollution parameter	陶庙镇 Taomiao town	王集镇 Wangji town	代桥镇 Daiqiao town	泉阳镇 Quanyang town	合计/kg Total	比例/% Rate
COD/kg	18 094.08	118 159.36	58 511.36	52 259.84	247 024.64	96.42
TN/kg	565.44	3 692.48	1 828.48	1 633.12	7 719.52	3.01
TP/kg	106.02	692.34	342.84	306.21	1 447.41	0.57
合计/kg Total	18 765.54	122 544.18	60 682.68	54 199.17	256 191.57	100.00
比例/% Rate	7.31	47.73	23.63	21.22	100.00	-

表 9 界首市泉河小流域内各面源污染综合排放量

Table 9 Comprehensive emissions of non-point source pollution in Quanhe small watershed, Jieshou city

评价因子 Evaluation factor	种植业污染 Planting pollution	养殖业污染 Livestock pollution	生活源污染 Living pollution	合计/t Total	比例/% Rate
COD/t	-	52.17	247.02	299.19	80.22
TN/t	15.26	11.42	7.72	34.40	9.22
TP/t	2.18	35.72	1.45	39.35	10.56
合计/t Total	17.44	99.31	256.19	372.94	100.00
比例/% Rate	4.68	26.63	68.69	100.00	-

由表7可看出,流域内4个乡镇的养殖业污染源共向水体排放污染物67 163.96 kg,污染物主要以COD为主,王集镇禽养殖污染物总量高达26 250.37 kg,占到污染物总量的39.08%,主要由于王集镇养殖场较多。代桥镇、泉阳镇的污染物总量和污染负荷率分别为15 844.42 kg, 23.59%和14 260.62 kg, 21.24%。陶庙镇家禽养殖污染物总量和污染负荷率较低,为10 808.55 kg和16.09%。

2.3 人居生活污染源分析

由于界首市泉河小流域内各乡镇各行政村人居生活垃圾由政府统一处理,各乡镇配有固定的垃圾清运车定时定点地进行生活垃圾清运,每家每户配有固定的垃圾桶,对生活产生固体垃圾进行回收。因此,在人居污染源分析中只考虑计算常住人口带来的生活污水污染排放量。据表5中人口的统计数据 and 表6的各排污参数,计算出表8中界首市泉河小流域内4个乡镇生活产生的面源污染负荷情况。人居生活产生的面源污染污染物排放总量为25 6191.57 kg;以COD为主,占比96.42%;其次为TN,占比3.01%;TP最低,占比0.57%。

2.4 农业面源污染综合分析评价

根据陶庙镇、王集镇、代桥镇、泉阳镇4个乡镇涉及11个行政村的农业面源污染情况综合种植业化肥使用、养殖业污染排放及人居生活污水排放的统计分析,得出界首市泉河小流域内各面源污染综合排放量数据(表9)。

由表9可看出,界首市泉河小流域农业面源污染排放源中,生活污染源污染物的排放量和污染负荷率最大分别为256.19 t和68.69%;其次是养殖业污染物的排放量和污染负荷率分别为99.31 t和26.63%,种植业化肥施用带来的污染物总量和污染负荷率最小分别是17.44 t和4.68%;各面源污染综合排放量主要以COD的排放量为主,达到299.19 t;其次TP为39.35 t;TN最少为34.40 t。在3个评价因子中,COD的污染负荷率最高,达80.22%;其次TN污染负荷率为9.22%;TP的污染负荷率为10.56%。

3 泉河小流域农业面源污染治理建议

针对上述界首市泉河小流域内农业面源污染的现状分析,提出相关治理建议如下:

(1)应转变农业发展方式,大力发展绿色、生态、循环农业。大力推广测土配方施肥技术,推进化肥减施增效。提高农业资源、投入品利用效率和废弃物回收利用水平,鼓励秸秆还田,推广缓控释

肥料、水肥一体化水溶性肥等新型高效肥料和高效施肥技术。因地制宜建设生态沟渠、缓冲带等有效拦截和消纳农田退水和农村生活污水中各类有机污染物。

(2)严格控制畜禽养殖污染,提高养殖废弃物处理和资源化利用水平。提高规模养殖场粪污处理设施装备配套率,建设粪污贮存处理利用设施,大力推广节水、节料等清洁养殖工艺和实用技术,提高集约化、自动化、生态化养殖水平。

(3)加大农村人居环境整治,提高垃圾污水治理水平和卫生厕所普及率。实现厕所粪污的有效处理或资源化利用,严管乱排乱放现象发生,提高农村生活污水治理水平。

(4)强化政府在农业面源污染治理中统筹引导等作用,加强农业环保宣传,提高居民农业环保意识。通过经济、法律和行政等手段,在小流域内推行绿色生产生活方式,实现社会经济与生态环境的和谐发展。

4 结论

本研究针对泉河小流域的三类主要污染源,包括农田的化肥污染、养殖业污染、生活污染中的污染物进行定量分析及评价,并提出了农业面源污染的治理建议。主要结论如下:

(1)界首市泉河典型小流域内的种植业污染物主要以TN为主,排放量达到15.26 t,污染物负荷率为87.50%;TP污染物排放量达2.18 t,污染负荷率为12.50%。应大力推广测土配方施肥技术,推进化肥减施增效,减少化肥施用所带来的农业面源污染。

(2)界首市泉河典型小流域内养殖业污染物总量达67 163.96 kg,以COD为主。畜禽养殖业中王集镇污染负荷率较大,占总污染量的39.08%;陶庙镇污染负荷率最小,为16.09%。严格控制畜禽养殖污染,提高养殖废弃物处理和资源化利用水平。

(3)界首市泉河典型小流域内人居生活产生的面源污染排放量和污染负荷最大,以COD为主,其排放量占污染物排放总量的96.42%;其次为TN,占3.01%;TP最低,占0.57%。人居生活污染是小流域内农业面源污染的最大污染源,需谨慎对待、严格管理生活污染物。

(4)综合分析评价后可知,在COD, TP, TN这3个评价因子中,以COD的污染负荷率最高,达80.22%;其次为TP,污染负荷率为10.56%;TN的污染负荷率为9.22%。小流域内农业面源污染物主要来自于农村生活污染和畜禽养殖污染,是威胁

小流域生态环境安全的主要因子,也是该地区农业面源污染防控的重点。

通过以上分析结论可知,界首市泉河小流域农业面源污染的主要来源于养殖业污染和人居生活污染源,也是该小流域农业面源污染防控的重点,当然农田污染源也应得到重视。在进行农业面源污染治理时,除了一些有效工程措施外,也应有效发挥政府职能作用,大力发展绿色、生态、循环农业的同时,也要严格控制畜禽养殖污染排放以及加大农村人居环境整治等。

参考文献:

- [1] 李胜男,李冀,何康,等. 洞庭湖区沧浪河流域农业面源污染现状调查与分析[J]. 湖南农业科学, 2018(5): 56-60.
- [2] CHEN H, DUAN C Y. Research on the pattern of comprehensive improvement of small watershed pollution in Guangxi Province[J]. Appl Mech Mater, 2014, 535: 394-398.
- [3] VILLAMIZAR M L, BROWN C D. Modelling triazines in the valley of the River Cauca, Colombia, using the annualized agricultural non-point source pollution model[J]. Agric Water Manag, 2016, 177: 24-36.
- [4] HAN P, KUMAR P, ONG B L. Remediation of nutrient-rich waters using the terrestrial plant, *Pandanus amaryllifolius* Roxb[J]. J Environ Sci China, 2014, 26(2): 404-414.
- [5] 万年生,黄活军,朱坚,等. 洞庭湖区沙港河流域农业面源污染调查[J]. 湖南农业科学, 2018(6): 56-60.
- [6] 张忠明,周立军,宋明顺,等. 太湖苕溪流域农业面源污染评价及对策[J]. 环境污染与防治, 2012, 34(3): 105-109.
- [7] 赵彪,孙治旭,胡万里,等. 大理洱海流域凤羽河小流域农业面源污染调查与分析[J]. 云南农业科技, 2016(6): 11-14.
- [8] 孙海军,吴家森,姜培坤,等. 浙北山区典型小流域农村面源污染现状调查与治理对策[J]. 中国农学通报, 2011, 27(20): 258-264.
- [9] 武升,张俊森,管飞,等. 安徽省巢湖流域众兴水库小流域农业面源污染调查与评价[J]. 水土保持通报, 2018, 38(2): 198-203.
- [10] 连慧妹.太湖平原水网区氮磷流失特征及污染负荷估算[D].北京:中国农业科学院,2018.
- [11] 王桂苓,马友华,孙兴旺,等. 巢湖流域麦稻轮作农田径流氮磷流失研究[J]. 水土保持学报, 2010, 24(2): 6-10.
- [12] 任天志,刘宏斌,范先鹏. 全国农田面源污染排放系数手册[M]. 北京:中国农业出版社, 2015.
- [13] 谭心,李方敏,熊勤学. 湖北省江陵县农业非点源污染负荷特征研究[J]. 长江大学学报(自科版), 2018, 15(18): 41-46.
- [14] 常志州,黄红英,靳红梅,等. 农村面源污染治理的“4R”理论与工程实践: 氮磷养分循环利用技术[J]. 农业环境科学学报, 2013, 32(10): 1901-1907.