

# 农田污灌的环境影响及其对策

吴劭辉<sup>1</sup>, 周建方<sup>2</sup>, 陈晓锋<sup>3</sup>, 汪湖江<sup>1</sup>

(1. 浙江余姚市水利局, 浙江 余姚 220032; 2. 丹阳市水利局, 江苏 丹阳 212300; 3. 河海大学农业工程学院, 江苏 南京 210098)

**摘要** 针对目前我国水资源缺乏和水污染严重, 阐述了进行农田污水灌溉的必要性和农田污灌的效益。但大量未经处理的污水直接用于农田污灌存在不少问题: ①河道灌溉功能退化; ②水质超标, 农田污染; ③农作物产量、品质受影响; ④污水恶臭, 滋生蚊蝇, 污染大气、水源和土壤。应采取的措施: 加强部门间的协调; 加强水质监测; 控制污水超标排放; 推行灌溉污水预处理技术等。

**关键词** 污水灌溉; 环境影响; 污水利用

**中图分类号** S273.5      **文献标识码** B      **文章编号** 1004-693X(2007)S1-0032-02

## 1 中国农田污水灌溉现状

自古以来, 中国就有利用废水灌溉的习惯。自 20 世纪 40 年代起, 在北京附近开始利用工业与生活废污水进行农田灌溉; 1957 年, 当时建工部联合农业部、卫生部把污水灌溉列入国家科研计划, 从此开始兴建污水灌溉工程, 污水灌溉得到了初步发展。据统计, 我国 1999 年污水排放量达 401 亿  $m^3$ , 污水灌溉面积从 1963 年的 4.2 万  $hm^2$  发展到 1998 年的 361.8 万  $hm^2$ , 占全国灌溉总面积的 7.3%, 特别是 20 世纪 70 年代末至 90 年代中期, 污水灌溉面积由 33.33 万  $hm^2$  猛增到 333.33 万  $hm^2$ 。

## 2 农田污水灌溉的效益

多数污水灌区在合理灌溉的条件下, 都取得了高产稳产的生产效益。沈抚污水灌区是以石油化工废水为主的污水灌区, 1957 年新建李石寨干渠, 1960 年后又修建沈抚干渠, 共灌溉 1 万  $hm^2$  农田, 以稻田为主, 在东北地区实现了水稻稳产高产。西安市沣惠灌区以前是引沣河水的清水灌区, 1953 年开始引污水灌溉, 以后新建了污水库、渠, 逐步发展成为以城市污水为主的大型灌区, 总面积 1.51 万  $hm^2$ , 年消耗污水量达 4200 万 t。由于污水既是可靠的水源, 又是方便的肥源, 灌区农业取得大的发展。石家庄从 1956 年开始试行污水灌溉, 逐步发展成为拥有 1.70 万  $hm^2$  灌溉面积的大灌区, 每年消耗污水 9000 万 t, 灌区内许多农田粮食产量超过 7.5 t/ $hm^2$ 。其他

多数灌区的情况也与此相似, 污水灌溉是许多城郊乡村农业发展、不断走向富裕道路和保证供给城市的基础生产条件之一。

## 3 污水灌溉产生的环境影响

### 3.1 农田土壤污染

根据普查资料, 我国 37 个污水灌区有明显污染的农田面积 3.2 万  $hm^2$ , 占调查面积的 8.4%, 明显污染地点 22 个, 粮食中污染物明显高于清水灌溉对照样品的农田面积 3.7 万  $hm^2$ , 占调查面积 9.7%; 污染物在土壤中开始有积累, 但未引起粮食中污染物明显积累的农田面积 17.7 万  $hm^2$ , 占调查面积的 47.6%。在调查中发现, 明显污染的地点, 一般是老灌区或者离水源近, 引水量大的农田; 此外, 也有一些是就近重复用了污水库塘污泥引起的。污泥中重金属污染物含量较高, 施用污泥相当于若干年污水灌溉的重金属投加量, 因此, 施污泥应严格控制用量, 不能多次重复施用。

### 3.2 对农作物产量、品质的影响

污水灌溉并非总是增产的, 选用水源不当, 污水中有时含高浓度有害物质, 或者灌溉方法和农作措施不当等, 也会引起减产、绝收。事故性死苗在许多灌区发生过, 多数是由于水中含过量酸、碱、三氯乙醛等有害物质。多种农作物对三氯乙醛敏感, 我国曾多次发生大面积三氯乙醛污染减产、绝收事件。

石油化工废水中油膜影响稻田氧化还原反应, 沾污水稻叶片, 影响光合作用, 造成减产。石油废水

中硫化物含量过高也会造成秧根腐烂等疾病。有些工业废水中有电石渣,会引起土壤板结。污水中铁、锰、钙和有机与无机胶结物质也会影响土壤理化性质,钙质土壤多年灌溉污水而不注意深耕时,耕层以下会逐渐淀积铁、锰、钙等物质,逐渐硬结起来。西安老灌区多年未深耕的农地耕层硬如三合土,严重妨碍作物生长。B、Zn、Cu、Ni等元素和盐分等在土壤中含量过高也会引起农作物减产。

石油废水灌溉的稻米色泽变暗,米质黏性变差,米易碎,米饭有矿物油味等。城市污水灌溉的蔬菜味道变差,易腐烂不耐储藏,马铃薯块变形,红薯或萝卜煮不烂或黑心、空心等。污水灌溉对农作物品质的影响有待深入研究。

### 3.3 对环境卫生影响

污水灌溉对灌区环境卫生有一定影响。城市污水含粪尿等生活污水,即使经过沉淀、发酵等初级处理,水质污染程度仍然很高,成分复杂,而且有污水特有的恶臭,容易滋生蚊蝇,污染大气,如管理和使用不当还会污染水源和土壤。

## 4 污灌存在的问题

由于大量未经处理污水直接用于农田灌溉,水质超标、灌溉面积盲目发展,已经造成土壤、作物及地下水的严重污染,污水灌溉已成为我国农村水环境恶化的三大原因之一,直接危害着污灌区的饮水及粮食安全。

### 4.1 河道灌溉功能退化

河道的管理未纳入城市的规划,致使有些灌溉用水的河道变成城市污水和工业废水排放的河道,久而久之变成了名副其实的污水河,如山东的小清河、河北漳河的邯郸段,目前已变成污水河道,失去了灌溉的功能。

### 4.2 污水处理跟不上,污灌水质超标、农田污染增多

目前污水灌溉存在的首要问题是:①城市及工业废污水总体处理率低,排放水质超标,据统计1998年全国污水处理率不足30%,大部分污水未经处理直接排放;②污灌前普遍缺少必要的污水预处理措施,因此,导致许多农田受到污染。

### 4.3 污灌面积盲目发展,监控管理体系不健全

污水灌溉大都是农民自发的,农民在得不到清水的情况下,自发引用污水作为农业用水的水源,这在城市郊区最为突出。虽然国家颁布了《农田灌溉水质标准》,但由于污灌水质无人监督,灌灌部门没有按标准检验把关,导致污水灌溉面积的发展存在着严重的盲目性。污灌的作物大都为供食用的粮食和蔬菜,对农产品的残留污染物质也无检查制度。

污水灌溉至今没有监督管理的主管部门。

## 4.4 污水灌溉研究滞后

因涉及面宽、多部门多学科交叉等原因,全国性的污水灌溉研究有待加强。尽管国家颁布了《农田灌溉水质标准》,但由于政府管理、部门监控、科学研究与技术指导等措施不配套,实际上没能很好执行,超标污水灌溉造成了农村水环境日益恶化,令人担忧。

## 5 污灌应采取的措施

目前这种大量未经处理污水直接用于农田灌溉的状况,是以牺牲农村水环境为代价的,由此造成的农田土壤和地下水污染,污染物质残留危害了污灌区人民的饮水及粮食安全。

在当前污水处理未能跟上的情况下,污水灌溉带来很多隐患。加强污水处理、控制污水水质、科学引导是我国污水灌溉当前的主要工作。

### 5.1 加强部门之间的协调

城市和工业的发展,需水量日益增大,原有灌溉功能的水库变为城市供水的水源地,农业用水得不到保障。虽然也兴建了一些大型的调水工程,但这些工程都是为城市和工业供水提供的。农业用水工程逐渐萎缩,应有相应的机构向国家有关部门协调,保障农业用水的供给。污水灌溉问题牵涉水利、农业、城建与环保等部门,城市污水排放属于城建、环保部门管理,而污水灌溉利用属于水利部门,污水灌溉对土壤和作物的效应则又属于农业部门管理,因而形成了污水灌溉既多头管理又无人管理的局面,尽快成立有关污水管理的协调机构是科学污水灌溉的首要条件。

### 5.2 加强水质监测

水质和农业是密切相关的,如果不考虑水质的好坏,即使再好的栽培技术也很难实现农业丰收,而且可能还会减产。目前水污染已影响到城市饮用水和工业用水,同样也影响到农业。有一些灌溉年限长的污灌区已经报废,另外,一些大城市的郊区,如北京、天津、上海也有相当部分农田和菜园实行污水灌溉,这将直接威胁着城市农副产品的供应。针对上述情况,水利与农业部门应加强水质监测,控制水污染对农业的危害。

### 5.3 控制废水污水超标排放

为了弄清全国污水灌溉的实际状况,首先需要污灌水源、水质、污灌面积、灌溉作物及污水灌溉方式等进行一次全国性的调查摸底。在此基础上,进行科学规划,从总体上保证污灌区水、土环境平衡。与此同时,有关部门严格控制(下转第49页)

系统的岩溶地下水潜力资源总量为 3.02 亿  $m^3/a$  ,其中裸露型岩溶水分布区潜力资源量为 0.78 亿  $m^3/a$  ,覆盖型岩溶水分布区潜力资源量为 2.24 亿  $m^3/a$ 。

### 3.2 可有效利用资源潜力评价

根据表 2、表 3 ,韶关市地下水资源潜力评价见表 4。韶关市地下水资源量一般为贫乏—中等 ,局部丰富 ,可开采潜力中等—大。

表 4 岩溶水可开采资源潜力评价

水系统	潜力指数 $P$		潜力模数 $Q_{模}/$ ( $万 m^3 a \cdot km^2)^{-1}$ )		资源潜力类别	
	裸露型	覆盖型	裸露型	覆盖型	裸露型	覆盖型
乳源岩溶谷地	4.27	5.06	13.18	5.84	潜力大	潜力大
韶关—乐昌岩溶盆地	7.36	6.67	9.71	12.48	潜力大	潜力大
梅花—大桥岩溶中山	30.04	2.98	16.69	3.83	潜力大	潜力大
曲江岩溶丘陵及谷地	48.54	3.18	13.30	22.92	潜力大	潜力大
仁化岩溶谷地	3.72	0.81	14.76	8.29	潜力大	潜力中等

## 4 结 论

### a. 韶关市地下水资源量贫乏—丰富 ,空间分布

(上接第 33 页)

城市的工业废污水超标排放 ,严格执行国家颁布的《农田灌溉水质标准》,从源头抓起。

### 5.4 推行灌溉污水预处理技术

在正确选择污灌水源 ,提高废污水达标处理率的基础上 ,污灌区应根据污灌水质状况 ,大力推行一些简便易行 ,经济可行的污水预处理技术。氧化塘或氧化沟处理法、污水土地处理技术、污水生态处理系统等污水预处理技术已经成熟 ,其推广应用可有效地减轻原生污水或只经过一级处理污水对土壤及作物的危害。

### 5.5 开展污水灌溉技术研究

重点研究污灌对土壤肥力、作物生理生化、农产品品质和产量的影响 ,研究不同类型污水、不同灌溉定额条件下的土壤肥力变化、作物生长发育状况、作物产量及品质的变化 ,研究不同土壤-植物系统对污水中有机物及主要有害物质的安全承受量 ,为科学制定不同类型土壤-植物系统的污灌定额及污灌水质标准提供依据 ;在综合应用上述研究成果的基础

上 ,提出不同污水类型、不同土壤条件下主要农作物的污灌方式、次数、最佳灌溉时间及灌溉定额 ,实现科学适度的污水灌溉。此外 ,应充分利用生物资源的遗传变异性 ,根据不同作物的耐污特点和降解污水中污染物的能力 ,进行作物资源的优化配置 ,以达到利用污水的目的。将来也可随着基因工程的发展 ,把耐污植物中的基因导入其他耐污能力低的植物中 ,以达到生物净化污水的目的。

b. 岩溶盆地区地下水资源丰富 ,适宜采用群井开采和作为集中供水水源地。

c. 韶关市地下水资源量一般为贫乏—中等 ,局部丰富 ,可开采潜力中等—大。

### 参考文献 :

- [1] 广东省地质矿产局水文工程地质一大队. 粤北岩溶石山区地下水资源勘查与生态环境地质调查报告[R]. 2002.
- [2] 地质矿产部水文地质工程地质技术方法研究会. 水文地质手册[M]. 北京:地质出版社,1985.
- [3] 《供水水文地质手册》编写组. 供水水文地质手册[M]. 北京:地质出版社,1986.
- [4] 广东省地质矿产局水文工程地质一大队. 韶关市区域水文地质调查报告[R]. 1998.

(收稿日期 2006-10-19 编辑 舒 建)

上 ,提出不同污水类型、不同土壤条件下主要农作物的污灌方式、次数、最佳灌溉时间及灌溉定额 ,实现科学适度的污水灌溉。此外 ,应充分利用生物资源的遗传变异性 ,根据不同作物的耐污特点和降解污水中污染物的能力 ,进行作物资源的优化配置 ,以达到利用污水的目的。将来也可随着基因工程的发展 ,把耐污植物中的基因导入其他耐污能力低的植物中 ,以达到生物净化污水的目的。

### 参考文献 :

- [1] 邵孝侯. 农业环境学[M]. 南京:河海大学出版社,2005.
- [2] 沈振荣. 中国农业水危机对策研究[M]. 北京:中国农业科技出版社,1998.
- [3] 张智,阳春. 城镇污水资源化技术发展状况[J]. 重庆环境科学,1999(4):18-20.
- [4] 董克虞著. 北京市污水农业利用区划的研究[M]. 北京:中国环境科学出版社,1994.
- [5] 郑鹤龄. 污水资源化利用及对环境的影响[M]. 天津:天津科技出版社,1999.

(收稿日期 2007-05-25 编辑 舒 建)