

中小城市污水排放处理与利用的研究初报

王玉坤 赵殊怀 邵春霞 赵瑾 商树林 宋尧谋
(省农业环保监测站) (绥化市科委) (省城市规划研究院)

前 言

目前,我省中小城市污水排放和处理的问题尚没有很好地解决,寒冷地区尤为严重。城市污水采用二级处理造价昂贵,当前的经济条件是无法解决的。在这种情况下,发展污水在农业上综合利用是一项切实可行的根本性措施。我们认为采用生物氧化塘和污水灌溉组成的、完善的土地处理系统是解决中小城市污水排放和利用的有效途径。

我省冬季寒冷,采用该系统具有更大的意义。很多小城市附近没有河流,排水问题无法解决,致使冬季污水淹没农田,影响生产,有水体的小城市,冰封期河流处于不利自净条件下,污水排放后严重地污染水体。采用上述污水处理系统,冬季贮存,其它季节对污水进行自然的生物处理和农业利用。既解决了污水排放和处理问题,也有效地防止了对水体的污染,并且支援了农业。

一、绥化市氧化塘污灌区的概况

绥化市氧化塘污灌区地处呼兰河与泥河冲积平原之间的漫岗地带,年平均降雨量536毫米,地下水位20~25米。土壤为发育在第四纪黄土粘土母质上的黑土,pH值为6.6,耕层有机质含量为3.48%。

该氧化塘的污水主要来自绥化市化肥厂、烟厂、化工厂等十几家废水,城市生活污水、地市两级医药卫生部门排放的污水,日排放量一万多吨。氧化塘的灌溉面积6000

亩左右,随着水量的不断增加,污灌面积还将不断扩大。

二、氧化塘污水对农业环境质量的影响

绥化市氧化塘污水排灌和利用工程已投产运行了十六年。实践证明,以净化后的污水灌田,促进了蔬菜的增产,可使各类蔬菜提早成熟7~10天,产量可提高13~43.9%。然而利用这种净化污水灌田是否会造成土壤污染,地下水水质变坏,蔬菜残毒增高,直接关系到人体的身心健康发展,也是我省今后中小城市污水排放及利用能否采用绥化市氧化塘模式进行推广的大问题。为了回答这一问题,我们对氧化塘污灌区的土壤、地下水、蔬菜以及氧化塘污水普遍进行了取样分析,并与清灌区进行对照,结果见表1、2。

黑龙江省黑土本底各元素含量及污染起始值				
表 1				
项目	含量范围	平均含量 毫克/公斤	标准差	污染起始值
钾	17.146~78.270	43.782	1.660	47.102
钠	11.336~84.480	26.690	1.903	30.396
钙	4.036~25.000	10.622	1.618	13.738
镁	0.025~0.101	0.042	0.022	0.086
磷	40.708~96.893	71.746	3.219	74.184
汞	0.205~0.607	0.381	0.124	0.629
铜	138.214~326.262	292.348	1.460	295.268
砷	6.167~12.306	9.450	1.620	12.680

表 2		绥化市氧化塘污灌区与清灌区各种元素含量结果							毫克/公斤		
地 点	项 目	锌 Zn	铜 Cu	铅 Pb	镉 Cd	铬 Cr	氟 F	砷	氨 ON	砷 As	说 明
九三一队		51.40	21.93	4.60	0.0030	53.47	228.67	—	0.0070	5.60	污 灌
九三二队		48.43	21.23	4.24	0.0036	59.33	260.00	0.0112	0.0028	6.01	污 灌
九三三队		40.40	26.40	7.80	0.0040	66.40	246.00	0.0196	0.0070	6.85	污 灌
九三四队		48.60	21.50	3.90	0.0040	57.80	241.50	0.0391	0.0048	6.65	污 灌
九三五队		35.60	22.20	4.60	0.0030	59.20	258.00	0.0581	0.0070	5.55	污 灌
四平二队		33.40	20.15	4.80	0.0040	58.60	237.00	0.0436	0.0033	6.05	污 灌
四平三队		38.80	20.00	5.50	0.0043	73.53	245.33	0.0467	0.0045	5.83	污 灌
九三一队		55.54	21.66	4.60	0.0033	54.32	270.00	—	0.0059	5.90	清 灌
九三三队		50.67	21.06	3.72	0.0040	60.72	280.80	0.0059	0.0009	5.90	清 灌
四平一队		44.80	19.90	6.00	0.0050	52.00	262.00	0.0446	—	6.45	清 灌

从表 2 的结果告诉我们用净化后的污水灌溉农田已十六年，但土壤中所测得各毒物元素含量与清灌区土壤各元素含量相比较，均未有明显差异，基本在同一水平。再用表 2 的结果与全省土壤本底值相对照，除锌的含量比本底值平均含量稍高，但还在本底值范围之内，其余各元素均小于土壤本底值。说明用氧化塘净化后的污水灌溉了十六年之久对土壤没有污染。

为了摸清绥化市氧化塘污水灌溉对地下水的影响，我们1982在灌区的地下水流向的

上游、下游、灌区周围选定考察了六眼地下水井，其结果见表 3。

其中：一、二号水井位于灌区地下水流向的上游，距灌区 1.5 公里左右，不会受到污水的影响，其他的水井均在灌区范围内。

用表 3 数值和生活饮用水水质标准进行对照，除各井锰的含量都超过标准，并检出有氨氮外，其它各项均符合饮用水标准，并且六个水井的水质没有什么大的差异，说明灌区对地下水没有影响。

表 3		绥 化 市 地 下 水 水 质 分 析 情 况					毫克/升
项 目	样 点	自来水公司 1	烟 岸 2	四平二队 3	表 干 校 4	党 校 5	九三一队 6
PH		7.33	6.83	7.19	7.16	7.29	7.15
总 固 体		32.5	41.4	25.1	24.0	25.9	21.4
总 硬 度		19.88	17.2	11.8	10.6	11.3	10.09
总 碱 度		4.50	4.50	4.70	3.90	4.0	3.63
氨 氮		0.6	0.1	0.6	0.58	0.32	0.50
硝酸盐氮		0.02	0.20	未检出	0.02	0.02	0.02
亚硝酸盐氮		未检出	0.005	未检出	0.001	0.007	0.001
氯 化 物		8.0	5.0	1.0	5.2	2.4	2.7
硫酸盐		2.0	8	10	10	4.0	6.0
重 化 物		未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
氟		0.0712	0.0675	0.088	0.0838	0.0813	0.0813
磷		22	20	18	18	18	18
铁		0.1	0.1	0.1	0.05	0.04	0.1
锰		0.4	0.5	2.4	2.4	0.9	2.6
耗 氧 量		3.55	3.03	3.54	3.6	3.59	3.57

表 4		氧化塘污水灌区茄子分析结果					毫克/公斤		
采 样 点	项 目	铜 Cu	锌 Zn	铅 Pb	镉 Cd	砷 As	氟 F	酚	氨 ON
九三一队污灌		1.135	9.535	0.450	0.080	未检出	23.75	0.0018	未检出
九三四队污灌		1.268	11.210	未检出	0.088	未检出	30.25	0.023	未检出
四平二队污灌	—	—	9.710	未检出	0.080	0.002	未检出	0.029	未检出
九三三队清灌		1.143	12.283	0.417	0.057	未检出	痕 量	0.017	未检出
九三王队清灌		1.378	13.42	0.458	0.076	0.002	痕 量	0.026	未检出

污灌后的蔬菜是否受到污染的问题，我们重点对九三大队的茄子、白菜、萝卜进行了取样分析并就污灌和清灌进行对照比较，见表4、5、6。

表 5		氧化塘污水灌区萝卜分析结果					毫克/公斤		
采 样 点	项 目	铜 Cu	锌 Zn	铅 Pb	镉 Cd	砷 As	氟 F	酚	氨 ON
九三一队污灌		0.620	8.186	0.143	0.025	0.0028	未检出	0.0042	未检出
九三三队污灌		0.570	7.693	0.180	0.019	未检出	未检出	0.0005	未检出
九三二队清灌		0.700	8.180	未检出	0.025	0.0020	未检出	0.0007	未检出
九三四队清灌		0.640	5.458	0.112	0.009	0.0018	未检出	0.0016	未检出

表 6		氧化塘污水灌区白菜分析结果					毫克/公斤		
采 样 点	项 目	铜 Cu	锌 Zn	铅 Pb	镉 Cd	砷 As	氟 F	酚	氨 ON
九三二队污灌		0.706	8.186	0.226	0.044	0.0098	48.33	0.0087	未 检 出
九三一队清灌		0.708	8.77	未 检 出	0.039	未 检 出	未 检 出	未 检 出	未 检 出
九三四队清灌		0.701	5.883	0.256	0.043	0.0022	65.60	0.0068	未 检 出

从表4、5、6结果看，茄子、萝卜、白菜各点污灌与清灌对照都无明显差异，说明对蔬菜没有污染。我们又对氧化塘污水进行了采样分析，并和农田灌溉水质标准进行了比较见表7。

从表7结果看出，氧化塘内的水质情况完全符合农田灌溉水质标准。

试验结果证明：中小城市的混合污水经

过氧化塘处理之后，可以达到农田灌溉水质标准的要求。处理后的污水灌溉农田一般不会造成对农业环境的污染，而达到污水综合利用的目的。

所以在中小城市发展氧化塘污水灌溉是一项综合性工作。既涉及到城市排水，又涉及到农村用水；既涉及到保护环境，又涉及到综合利用，是切实可行的措施。

表 7 绥化市氧化塘水质情况分析结果					
项 编 号	7	9	10	11	农田灌溉水质标准
pH	6.95	6.98	7.00	7.02	6.5~8.5
全 盐 量	466	378	357	379	≤1500
氧 化 物	77.25	65.75	64.85	65.50	≤300
硫 化 物	未 检 出	未 检 出	未 检 出	未 检 出	≤ 1
磷	未 检 出	未 检 出	未 检 出	未 检 出	≤0.005
砷	未 检 出	未 检 出	未 检 出	未 检 出	≤0.05
铜	未 检 出	未 检 出	未 检 出	未 检 出	≤0.1
铅	未 检 出	未 检 出	未 检 出	未 检 出	≤0.1
镉	未 检 出	未 检 出	未 检 出	未 检 出	≤1.0
锌	0.16	未 检 出	0.665	未 检 出	≤ 8
氟	0.028	0.031	0.029	0.030	≤ 8
酚	未 检 出	未 检 出	未 检 出	未 检 出	≤ 1
氰	未 检 出	未 检 出	未 检 出	未 检 出	≤0.5
BOD ₅	36.2	25.4	22.2	26.4	

三、 绥化市氧化塘污水灌溉经济效益评价

氧化塘是发展中小城市污水排放和处理的有效途径，也是进行污水灌溉、保护环境的好措施，它具有明显的经济效果。

1. 利用氧化塘净化后的污水灌田，不仅节约了地下水资源，也有效地防止了水体污染，水体污染与世界淡水不足，是许多国家面临急需解决的环境问题。由于我国自然条件的特点，水资源在地理上的分布很不平衡。因此，有些地区水资源不足的问题也日趋突出。除水资源在地理上分布的不平衡外，作为水资源根本来源的降雨量，在时间上分布也很不均匀。例如：绥化市年平均降雨量536毫米，多集中在7、8两个月，而该地区的春菜和秋菜生长季节降雨量却很少。因此，感到水源不足，很需要补充。氧化塘的污水却弥补了水源不足的矛盾。否则每年将

开采 400 万吨左右地下水，绥化市的所有污水还将排入松花江。造成了对江河的环境污染。而通过氧化塘进行灌田，可减轻对松花江的污染。

2. 利用氧化塘净化后污水灌田，不仅节约了肥料，也提高了土壤肥力，增加了蔬菜的产量。

据我们对该氧化塘污水进行的分析结果表明：含氮 7.13 毫克 /升，含磷 14.78 毫克/升，含钾 23.13 毫克/升。如每亩每年灌 300 方水，这样可每年节约氮肥 1.2 万余斤，磷肥 2.7 万余斤，钾肥 4.1 万余斤。

由于污水中含有丰富的氮、磷、钾和有机肥料，所以引污灌田后，使土壤变黑发松，提高土壤肥力，质地变好，蔬菜产量获得大幅度增产。

从表 8 中可以看出污灌后土壤中的氮、磷、钾和有机质的含量普遍高于清灌区，而污灌区的施肥量还小于清灌区，由此可见，净化后污水灌田可节约肥料，提高土壤肥力。

表 8

九 三 大 队 灌 区 养 分 含 量 的 对 比

灌 区 类 型	肥 料 种 类	有 效 氮	有 效 磷	有 效 钾	有 机 质
		毫克/100克土	毫克/100克土	毫克/100克土	%
污 灌 区		17.76	17.90	32.38	4.19
		15.66	15.95	32.33	3.75
	增加幅度%	13	12	0.15	12

表 9

小 区 试 验 蔬 菜 增 产 情 况 统 计

斤/亩

处 理 项 目	茄 子			甘 兰			萝 卜			白 菜		
	产 量	与 对 照 %	与 污 灌 %	产 量	与 对 照 %	与 污 灌 %	产 量	与 对 照 %	与 污 灌 %	产 量	与 对 照 %	与 污 灌 %
污 灌	4380	143.9	128.1	10913	110.7	108.3	6384	112.0	109.4	9993	88.5	108.1
对 照	3044	100		9862	100		5698	100		11289	100	
清 灌	3420	112.4	100	10077	10212	100	5833	102.4	100	9241	81.9	100

从表 9 看出：污灌与清灌的茄子、甘兰和萝卜处理区均比对照区增产，增产幅度为 2.2～43.9％。清水灌比对照增产，增产幅度 2.2～12.4％；污水灌的除白菜外都比对照增产，增产幅度为 10.7～43.9％。污水灌比清水灌增产效果 8.3～28.1％，平均增产 12％。但是，白菜污水灌的比清水灌的增产 8.1％，比对照减产 11.40％，减产原因是污水灌的白菜处理区，霜霉病较重，通过历年秋白菜大面积调查，清水灌的亩产量为 15～16 万斤，用污水灌的亩产量 20～25 万斤，平均每亩增产 5～8 万斤。

另外利用氧化塘净化后的污水灌田，不仅节约了能源，也降低了成本，增加了社员收入。目前绥化市每日排出污水一万多吨。如进行二级生物处理，每吨污水日曝气用电 0.01 度，抽升用电 0.05 度，这样全市污水耗电量为 6 千多度，每年用电需 216 万度，按每度工业用电费 0.10 元统计，每年共需电费 2160.00 元。如全部用清水灌田，可以增加水井 20 眼左右，每眼井要比污灌增加费用 2 万元左右（电费未在内）。同时用污水灌田每年大约可节约 7 万斤化学肥料，这样就大大降低了农业生产的成本，增加了社员的

• 54 •

收入。

再有利用氧化塘净化后的污水灌田，给国家节约了大量资金。绥化市氧化塘污水灌区，几年来，国家拔水利补助费不到 20 万元，各大队还逐年自行投资修建了防渗灌渠 16500 米，支渠 3000 米，日处理污水能力可达 5 万吨（按停留 7 天计算）。

总的来看，污水灌田好处多，经济效益高。所以,建设氧化塘是处理中小城市污水和农业上综合利用的好方法。

四、存在问题和今后意见

- 1.城市排水系统不完善，全市污水的 30％左右没有进入氧化塘管线而流走，这样污水没有达到净化目的，也浪费了水肥资源。今后应使全部污水都要通过氧化塘处理后再进行灌溉或排入水体，这样既防治了污染也保护了环境。
- 2.污水管理体制不健全，排水、用水还存在很大的盲目状态，为此，应建立健全污水管理体制，排水、用水、监测都应有专人负责。
- 3.污水灌溉制度与灌溉技术的研究不深入。绥化市氧化塘污水灌溉已十多年的历史，

但还没有形成一套严格的灌溉制度和灌溉技术措施，建议农业部门，组织有关力量对此项工作加强研究。

4. 污泥的处理与利用还没有得到解决，因此，对污泥的处理与利用的研究工作也应作为一项重点工作。

5. 污水资源的利用率不高。绥化市的污水有相当大一部分没进入氧化塘，而直接排掉了，这样不仅浪费了水肥资源也污染了水体。所以,要充分利用水肥资源,扩大灌溉面积，发展养渔和种植水生植物，做到一水多用，综合利用污水资源。

国外生物工程的进展

赵浦 邱登玺 杨福珍
(黑龙江省科技情报所)

一、生物工程在重大经济领域中的作用

生物工程学是近十年来兴起的一门新兴学科，它是由生物学、化学、工程学等领域的最新成果，互相渗透交织而成的一门边缘学科。其内容一般包括 基因 工程、细胞工程、酶工程和发酵工程等新技术。而基因工程又是生物工程学的带头学科。生物工程学同信息科学和材料科学并重，为当今三大前沿科学，已经成为新技术革命的一个重要组成部分。它对今后人类的经济活动将产生巨大影响。

生物工程技术和传统的技术不同，它是运用单个的活细胞来进行工作的。其特点是1. 在细胞内通过酶反应进行多种化学反应，如水解、脱氢、醇醛缩合、烷化、氨解、酰化、氧化、还原等。2. 利用很简单的几种原料如水、二氧化碳或葡萄糖或甲基氮或氨及一些无机盐类，来合成多种化合物。3. 反应速度快，细胞中含有多种生物催化剂——酶。它可使反应速度增加百亿倍至万亿倍，比采用无机和有机催化剂高一亿至十亿倍。4. 细胞中进行的各种反应，都是在常温、常压下进行的，无需化工厂那种高温、高压的条

件，因此可大大节省能源。5. 细胞中各种反应的物料转化率及能量利用率都是任何化工厂所不可比拟的。

它主要作用有以下几个方面：

1. **开发新营养源。**随着世界人口的增加，营养源，尤其蛋白源日趋匮乏。而农、牧业蛋白质的增长又比较缓慢。通过生物工程技术用石油、乙醇和工农业废弃物等作原料，培养微生物来生产单细胞蛋白，用做饲料或人类蛋白质的来源，已成为当今解决世界饲料紧缺和粮食不足的一条重要途径。这种蛋白生长快,氨基酸齐全,其经济效益和营养价值都比动植物蛋白好得多。据分析其蛋白质含量高达72%，比一般植物高4~6倍。据报导，苏联生产单细胞蛋白的年产量已达110万吨，预计很快可发展到1,100万吨。英国生产的甲醇蛋白饲料，出口十几个国家，其中的淀粉蛋白已作为一种食品添加剂供人类食用。

2. **开发新能源和矿产资源。**近年来，巴西、美国、日本等应用生物工程技术更新能源，已取得了很大成绩。巴西从1975年开始，每年花费将近7亿美元生产乙醇，到1985年乙醇产品大约可达100亿公升。仅使用汽油酒精作燃料的汽车已达70万辆。巴西生产乙醇的主要原料是甘蔗、木薯粉和甜