

# 長春市污水灌溉增产效果的 調查研究初报\*

周祖澄 金振玉 蔡元定 刘啓箴

(吉林农业大学)

## 提 要

本文概述了长春市污水的排量、性質及利用狀況。指出污水灌溉具有兩面性，如使用得当，可使水稻和蔬菜增收10—30%；反之，則效果不良。污水灌溉的效果与污水水質及灌溉技术密切相关。摸清水質，严格控制污水灌溉水質标准和采用正确的灌溉技术，并适当配合其他农业技术措施是有效利用污水的关键。

利用污水灌田，不仅可以供給作物肥、水，促进农业生产，而且还能达到淨化水質的目的，所以，它是一种最有发展前途的处理城市污水的方法。目前，国内外各城市正在广泛采用〔1,2,3〕。但是，污水灌溉具有兩面性。当污水的水分和肥分利用得当时，能成倍地提高农作物的产量；反之，則影响作物生長，造成減产〔1〕。

解放以来，随着农业的发展，長春市的污水灌溉工作取得了一定成績，但也存在着若干問題〔4〕。为了进一步有計劃有步驟地开展此項工作，我們于1963年进行了污水灌溉效果的調查研究。現將結果报告如下。

## 一、長春市的污水及其利用概况

長春市每天排出的污水量为11万多立方米，其中生活污水占56.5%，工业廢水占38.8%，有毒工业廢水占4.7%〔4〕。按污水管的自然流向，可將全市的污水划分为六个排水区，各排水区排出的污水量見表1。

\* 長春市建設局盧品卿、吉林省建設厅邸宝英和本校土化系59年級严明华等8名學生参加部分調查研究工作。

表 1

长春市每日污水排出量

单位: 立方米

排水区名称	生活污水量	工业废水量	有毒工业废水量	合计	备注
一、铁北区	6,284	5,116	910	12,310	市区的污水直接流入伊通河
二、市中心区					
1. 东安屯	17,100	6,971	1,000	25,071	
2. 永安桥	24,000	—	—	24,000	
小 计	41,100	6,971	1,000	49,071	
三、二道河子区	1,100	5,010	1,809	7,919	
四、西安广场区	6,200	11,889	—	18,089	于城市下游流入伊通河
五、汽车厂区	7,000	9,130	870	17,000	流向城西的新开河然后再汇入伊通河
六、南湖区	13,000	5,200	600	7,100	
总 计	62,984	43,316	5,189	111,489	

上述各排水区的污水，绝大部分都排入伊通河（其中约7万立方米/日在市区排入，4万立方米/日在市郊排入），从而严重地污染了河水，使流量不大的伊通河变成了臭水沟。这种情况尤其在枯水季节表现最为突出，大大妨碍了环境卫生。

关于各排水区污水的水质状况，根据有关部门的部分资料〔4〕和我们的调查分析整理如表2。

由表2可以看出，长春市的污水水质有如下几个特点：

（一）酸碱度适中，除个别吐口污水的pH偏低外，大部分均在6.4—8.4之间，符合灌溉的要求。

（二）肥分丰富，大多数吐口的污水均含有氮、磷、钾三种营养元素，其中氮素含量尤为丰富。若按平均含氮30毫克/升，每日排出11万立方米算，每年能排出1188吨氮素（相当硫酸铵11,880,000斤），比一个年产800吨合成氨的小型氮肥厂的年产量还高。这是一笔较大的肥料资源。

（三）各种有害物质的含量除个别吐口个别项目偏高外，一般均在允许范围之内。如酚的含量除个别高达231毫克/升外，一般均为数毫克至40毫克/升；氯化物及硫酸盐的含量除个别吐口高达400—550毫克/升外，一般均在200毫克/升以下；在油的含量方面分析样本不多，但总的趋势偏高。

由此可见，长春市的污水，除部分工业废水外，绝大部分均属水质良好的污水，经过适当处理，是可以用于农田灌溉的。

早在伪满时期，长春市郊区农民就自发地利用污水灌溉农田，但规模很小。1956年农业合作化后，为大面积灌用污水创造了有利条件，各农业社纷纷争污灌田。与此同时，政府有关部门也主动地配合农业需要，修建各种引污灌田的工程和设备（修建了永安桥污水泵站及新开河污水库等）。因此，污水灌溉事业得到了迅速发展。特别是在1958年全国污水灌溉现场会议以后，全市引污灌溉的面积大增。直到目前为止，据不完全统计，全市利用污水灌溉的农田面积已扩大到13,000亩。并已发展成五个主要灌区，即汽

表 2 長春市各排水區污水水質分析

排水區	取樣地點及污水種類	pH	總硬度 (毫克/當量/升)	總固體或 焦炭殘渣 (毫克/升)	懸浮物 (毫克/升)	全鹽量 (毫克/升)	氯化物 (毫克/升)	硫酸鹽 (毫克/升)	酚 (毫克/升)	油 (毫克/升)	總氮量 (毫克/升)	氨態氮 (毫克/升)	硝態氮 (毫克/升)	磷酸鹽 (毫克/升)	鉀 (毫克/升)	耗氧量 (毫克/升)	分析單位 和時間	灌溉污水 單位	
一、鉄北区	鉄北小河混合污水	7.0—7.8	5.61	—	246.6	373	88.8	—	37.3	43.9	51.7	36.8	—	1.0	12.00	—	吉林農大 1963年	畜進公社 团山大队	
二、市中心區	東安屯混合污水	7.3—7.8	7.31	—	254.6	345	122.6	—	5.2	71.9	75.0	52.9	—	11.9	27.3	—	同 上	福利农場和 宏盛农場	
	永安桥生活污水	7.3	4.76	—	489.5	251	129.9	—	0.5	78.0	36.7	27.5	—	10.0	20.5	—	同 上	宏盛农場	
三、二道河子區	光榮路混合污水	7.0	—	3,100	—	—	400	48	—	—	—	7.2	12.0	0.5	16	—	長春市衛生 防疫站	宏偉农場	
	東新踏混合污水	6.8	—	1,160	—	—	600	19	—	—	—	0.9	9.3	0.5	2	—	1958—1959	宏偉农場	
	阜丰踏混合污水	6.5	—	1,100	—	—	120	—	—	—	—	—	24.0	—	—	—	—	宏偉农場	
	八道街混合污水	6.4	—	1,160	—	—	110	110	—	—	—	5.0	0.3	5.6	1.2	400.0	—	宏偉农場	
四、西安广場區	西安广場混合污水	7.6	—	800	—	—	60	57	—	—	—	25	0.9	7.0	4.0	25.5	同 上	大房身大队	
五、汽車厂區	13号道工業廢水	6.6	—	550	—	—	27	—	112	—	32.5	20	0.3	1.2	2.0	66.4	長春市衛生 防疫站1958	西新公社和 同心农場	
	14号道工業廢水	5.2	—	750	—	—	60	555.5	231	—	73.3	11	1.3	—	1.3	712.0	—1960年分 析資料与汽 車厂資料平 均	同心农場	
	2号道生活污水	8.4	—	1,200	—	—	20	15	0.05	—	—	20	0.3	1.2	18.0	—	—	同心农場	
污水灌溉的水質标准		6—8.5	—	—	<200 —300	<800 —1,000	<200 —350	<350	<50 100	<10 20	—	—	—	—	—	—	—	1963年12月全國污水灌 溉学术會議初步建議	—

車厂灌区、西安广场灌区、鉄北灌区、宏偉灌区、福利——宏盛灌区等。用污水灌溉的作物計有水稻、大白菜、小白菜、菠菜、芹菜、葱、韭菜、水萝卜、番茄、黄瓜、西葫蘆、辣椒、茄子等十余种。

## 二、污水灌溉水稻的效果

長春市有不少生产單位利用污水灌溉水稻，但效果很不一致。有的單位增产效果較显著，如东风农場污水灌溉水稻比清水灌溉增产 33.3%〔5〕；有的單位效果不穩定，如同心农場有时增产，有时減产。为了查明污水灌溉水稻的效果，我們选择了灌溉污水年限較長、灌溉水稻面积較大的汽車厂灌区进行調查了解。

汽車厂附近的农場和公社經常用汽車厂的混合污水灌溉农田。該地区历年来引污水灌溉水稻面积是：1960年1805亩，1961年1650亩，1962年1320亩，1963年減少到675亩（以上数字系汽車厂灌区主要水稻产区西新公社开原大队和同心农場的合計种植面积，1960年前未統計）。兩單位的引污水灌溉面积都逐年縮小，开原大队由1960年的1205亩下降到1963年的300亩，減少了四倍。同心农場1963年种稻面积也比1960年減少200余亩。从产量上看也是逐年下降。如同心农場1954年、1955年水稻亩产500—600斤，1956年—1957年水稻亩产400—500斤，1958年、1959年水稻亩产500—650斤。而1960年以后，水稻产量連年下降，如1960年水稻亩产300—400斤，1961—1962年又下降到亩产水稻250—300斤，減产一倍左右。

該地区水稻产量下降原因是十分复杂的，其主要因素如下：

首先，水稻的产量与灌溉水的水質密切相关。由表2可以看出：汽車厂排出的工业廢水中含有多量的酚和硫酸鹽；生活污水中含有大量的固体物質；它們的酸硷度也很不穩定。这样的污水如果不經過处理，直接灌入农田必然会对水稻造成危害。据同心农場場長叙述：1962年正当水稻孕穗时期，汽車厂的污水突然漂浮大量黑油，一夜之間危害成災，致使180亩水稻顆粒无收（占全部水田的43%左右）。又据1963年5月現場調查和观察，汽車厂排出的污水含有大量的悬浮物質，灌入稻田后，隨即形成了厚度不等的淤泥层。淤泥层淹沒了种子，大大影响了水稻的发芽和出苗（出苗率最高仅达10%左右）。淤泥层危害的面积达75亩之多，占水稻总面积的20%左右。

其次，灌溉技术也直接影响着污水的效果。众所周知，在水稻的田間管理措施中，控制肥、水本来就是一项最为重要而又十分复杂的工作。采用污水灌溉，一个措施同时就要控制水、肥两个因素，問題就显得更为复杂。在进行时，必須按照水稻需水需肥規律，严格控制灌水量、灌水深度及灌水时期，以充分發揮其效用。上述各生产單位，主要采用串灌的方法来利用污水。含有丰富氮素的新鮮污水源源不断地流入田間，致使水稻在后期因氮素过多而普遍发生貪青倒伏現象，严重影响产量。

此外，劳力不足，田間管理粗放等也在一定程度上影响了水稻产量。但与上述两种因素相比，它們究竟是居第二位的。

### 三、污水灌溉对蔬菜的增产效果

蔬菜是需水需肥较多的作物，利用污水灌溉蔬菜，必然能获得良好效果。据长春市建设局和建工部给排水设计院东北分院1961年9月调查资料〔5〕，混合污水灌溉菜田能使各种叶菜增收10—20%。为了查明城市污水对果菜类及叶菜类作物的增产效果，我们在宏伟农场进行了西葫芦和番茄的污水灌溉效果试验。土壤属高度熟化的草甸土，肥力较高，前作物是小白菜，春季种小白菜时曾施入粪1400斤/亩。灌溉用的污水是厂址附近柴油机厂排出的混合污水（柴油机厂生活污水与工业废水混合而成），并用井水作对照。水质状况见表3。

表3 清水及污水水质分析表

项 目	水质类别		柴 油 机 厂 混 合 污 水				井 水
	采 样 日 期		6月26日	6月28日	7月1日	7月11日	6月24日
水 温 ℃			—	21.5	31	24	7—12
耗 氧 量 毫克/升			20.59	36.43	22.17	36.00	—
全 氮 毫克/升			78.40	53.20	67.20	56.00	0.00
磷 酸 盐 毫克/升			17.00	17.00	20.00	175.50	0.50
钾 毫克/升			11.25	8.75	13.70	—	12.50
总 碱 度 毫克/升			6.40	6.60	8.00	6.00	2.20
硫 酸 盐 毫克/升			75.04	53.60	46.45	46.40	32.31
氯 化 物 毫克/升			78.00	66.50	86.50	62.00	80.00
总 固 体 毫克/升			496.00	528.00	1,062.00	458.00	808.00
悬 浮 物 毫克/升			112.00	142.00	640.00	146.00	440.00
溶 解 性 固 体 毫克/升			384.00	386.00	422.00	312.00	368.00
酚 毫克/升			7.97	5.56	8.76	—	—
pH			7.8	7.5	7.5	7.5	8.0

试验是在已灌过两年污水的生产田中进行的。西葫芦于5月18日移栽，生长前期曾灌两次污水。6月中旬在大片的西葫芦地中选择了植株大小一致的四个池子（28.21平方米）灌污水，四个池子（29.41平方米）灌清水，并随机取样定株观察（20株）。定株观察后共灌污水和清水四次（6月26日、6月28日、7月1日、7月11日）。每次均测定水温、水量及水质。每次的灌水量平均为66立方米/亩。在定株观察前后进行了三次植株生育情况的调查。6月21日开始进行分批分区收获，记录产量，7月17日全部收获完毕。调查资料及产量结果见表4及表5。

表 4 污水灌溉对西葫蘆生長发育的影响 (20株平均)

处 理	項 目 調查日期	叶片长度	开张叶	节間数	最下部	花 数	果 数
		(厘米)	片 数 (片)	(个)	莖 粗 (厘米)	(个)	(个)
清水灌溉	6月17日 (未灌清水前)	39.50	12.9	11.9	2.00	—	0.5
	6月28日	59.70	19.4	15.4	2.01	0.7	0.6
	7月9日	69.80	22.7	21.7	2.10	0.4	0.6
污水灌溉	6月17日	39.10	12.7	11.7	1.90	—	0.5
	6月28日	61.95	14.2	13.2	2.10	0.8	0.7
	7月9日	71.80	24.5	23.5	2.20	0.7	0.7

表 5 污水灌溉对西葫蘆产量的影响

处 理	調查項目	每株果数	每株果重	每果果重	每果果长	产 量	增 产
		(个)	(斤)	(斤)	(厘米)	(斤/亩)	%
清 水 灌 溉		2.10	4.10	1.99	24.90	10,852	—
污 水 灌 溉		2.50	5.20	2.10	26.60	13,387	23.35

由表 4 可以看出,在清污水尚未处理以前(6月17日),各区植株的生長情况是近似的,自从6月26日分別灌溉清水污水以后,植株的生育情况就有了变化。污水灌溉的植株無論在叶片长度、开张叶片数、节間数、莖粗、花数及果数方面都比清水区增長快一些。正由于污水促进了西葫蘆的生長发育,因此無論在果数、果長及果重方面,污水区的数字都比清水区大,所以最后增产23.35%。

番茄試驗地为20—30年的清水灌溉地,1963年春种小白菜时,因清水不足,有部分地区改为污水灌溉。所以,番茄試驗地与西葫蘆試驗地略有不同。番茄于5月20日移栽。6月15日在清水灌区中选择了植株大小一致的七个池子(119.25平方米),在污水灌区中选择了八个池子(84.64平方米)进行定株观察(每处理20株)。定株观察后又于6月24日、6月28日、7月1日、7月11日分別灌污水和清水四次,每次灌水量为35—65立方米/亩。在定株观察前后曾进行了四次植株生育情况的調查,7月20日开始分批分区收获,记录产量。8月17日收获完毕。調查資料与試驗結果列于表6及表7。

从表6表7数据可以看出,污水灌溉的植株比清水灌溉的植株長得好。以后各时期的污水对番茄营养器官的生長及生殖器官的发育有着良好的影响。如开张叶片数多、植株高、节間数多、花序多、开花結果多、果实大等。这些生物学性状的改善为单株产量的提高奠定了基础。所以最終产量污水区比清水区增产11%。在調查过程中,还发现污水处理的番茄要比清水处理的早熟七天左右。

上述結果表明,污水灌溉对西葫蘆及番茄的增产效果是肯定的,增产幅度为11—

23%，与叶菜类相近似。

表 6 污水灌溉对番茄营养器官生长的影响 (20株平均)

处 理	项 目 日 期	开 张 叶 片 数	植 株 高	节 间 数	最 长 的 节 间 平 均 长 度	株 茎 下 部 三 个 节 间 平 均 长 度 (厘米)	株 茎 最 下 部 茎 粗 (厘米)
		(片)	(厘米)	(个)	(厘米)		
清 水 灌 溉	6 月 15 日	11.0	28.49	10.05	5.60	2.13	1.11
	6 月 28 日	12.9	56.97	11.90	8.07	2.70	1.42
	7 月 9 日	15.1	73.31	14.10	9.52	2.68	1.41
	7 月 19 日	15.1	73.57	14.10	11.21	2.37	1.45
污 水 灌 溉	6 月 15 日	11.6	33.45	10.60	6.05	2.37	1.21
	6 月 28 日	14.5	66.20	13.50	9.10	2.57	1.39
	7 月 9 日	16.7	77.65	15.75	9.75	2.80	1.49
	7 月 19 日	16.7	75.85	15.75	10.90	2.66	1.35

表 7 污水灌溉对番茄繁殖器官及产量的影响

处 理	项 目 日 期	第一花序		第二花序		第三花序		第四花序		第五花序		每 株 果 重 (斤)	产 量	
		着 花 数 (朵)	坐 果 数 (个)	着 花 数 (朵)	坐 果 数 (个)	着 花 数 (朵)	坐 果 数 (个)	着 花 数 (朵)	坐 果 数 (个)	着 花 数 (朵)	坐 果 数 (个)		斤/亩	增 产 %
清 水 灌 溉	6 月 15 日	3.1	1.6	1.5										
	6 月 28 日	0.2	4.4	0.2	2.5									
	7 月 9 日		4.8	0.7	4.3	2.2	3.5	3.4	1.8			1.7	8,306	
	7 月 19 日		4.8	0.3	4.6	1.0	4.6	1.8	4.6					
污 水 灌 溉	6 月 15 日	3.0	2.1	1.9										
	6 月 28 日	0.4	4.2	1.2	4.4									
	7 月 9 日	0.9	4.0	0.7	4.6	2.4	3.4	3.8	2.3	1.9	0.3	1.9	9,221	11
	7 月 19 日	0.1	4.1	0.3	4.9	1.1	4.5	1.6	4.6	0.9	1.8			

## 四、討 論

綜合上述，污水灌溉对水稻和蔬菜的增产效果是肯定的。但效果不够稳定，主要原因是：

### 一、污水水质不同，灌溉效果不同。

污水中既含有利成分，也含不利成分。如果污水中的有害物质含量低，性质适宜，营养成分高，则灌溉后可能促进作物生长，提高产量；反之，则阻碍作物生长，降低产量。

由上述材料可以看出，柴油机厂的污水是符合灌溉水质标准的，它是一种性质良好的污水。而汽车厂的污水水质极不稳定，许多杂质的浓度都超过了允许的范围。因此，柴油机厂污水灌溉西葫芦、番茄能增产，而汽车厂污水灌溉水稻不能增产，甚至减产。

长春市有不少单位在利用污水灌溉农田时，对污水的水质未作调查了解，也未进行

处理，就直接灌入农田。这样盲目地进行灌溉，不仅效果较差，甚至可能带来严重灾害。我们认为，要利用污水，首先就必须了解污水，摸清水质，切实掌握水质的变化规律，严格控制灌溉水质标准，这是正确处理和利用污水的首要条件。

## 二、使用方法、农业措施不同，灌溉效果也不同。

有了好水，不一定就会产生好效果，还要使用得合理，才能收到好的效果。利用污水灌田，应该根据土壤、气候、作物及污水肥分含量与性质等来确定灌水量、灌水时期、灌水次数和灌水方法，必要时还应该适当配合其他农业技术措施。若灌溉不当，不仅不能变有害为有利，反而因有利成分使用过度而变为有害。汽车厂灌区采用串灌的方法来灌用污水，致使水稻后期产生贪青倒伏现象，反而大大降低了使用污水的效果。又如在番茄生长期间，我们没有施用肥料，而灌入了柴油机厂混合污水，该污水中含有大量的氮、中等量的磷和少量的钾（表3）。这样，随灌水送入的养分，虽部分满足了番茄的需要，但却没有解决土壤供肥与番茄需肥之间的矛盾，甚至在一定程度上加剧了这个矛盾，造成了土壤氮、磷过多，钾素贫乏的不平衡现象，以致使番茄发生偏食，造成体内营养上的失调，从而降低了污水的效果。例如，从表6看出番茄的生长前期，污水区番茄植株下部的茎秆比清水区的粗壮，生长后期则茎秆细长，负荷不了数量多而沉重的果实，以致出现了倒伏现象，这是番茄体内氮磷钾不平衡的必然结果。如果在试验期间能够按照土壤的供肥情况，番茄的需肥情况及污水的肥分状况，适当控制污水灌入量（借以控制氮素用量），并同时配合施用草木灰或硫酸钾等，估计污水的增产效果一定更高。

由此看来，根据气候、土壤、水质和作物等具体条件，严格控制灌水量，合理制定灌溉制度以及配合其他农业技术措施（如施肥），是合理利用污水，充分发挥其有利因素的重要保证。怎样根据不同气候，不同土壤，不同水质，制定不同作物的灌溉定额和灌溉制度，还有待进一步总结老农经验和进行试验研究。

## 参 考 文 献

- (1) 建工部技术情报局：污水灌溉学术会议资料简介。1963年12月。
- (2) 建工部建筑科学研究院市政工程研究所：污水灌溉译文参考资料。1963年12月。
- (3) 建工部建筑科学研究院市政工程研究所：污水灌溉经验总结（修正稿）。1962年。
- (4) 吉林农业大学、长春市建设局等：长春市1958—1963年污水、废水处理和利用调查报告。1963年5月。
- (5) 建工部给排水设计院东北分院：长春市排水工程技术改造调查报告。1961年12月。