

中国土木工程学会

污水灌溉学术会议
论文选集

中国工业出版社

中国土木工程学会

污水灌溉学术会议
论文选集

中国工业出版社

本书是根据中国土木工程学会市政工程委员会1963年12月在长沙召开的污水灌溉学术会议的论文资料选编的。

全书共收入25篇文章，其中多数的内容是综述或总结各地污水灌溉经验的；另一些文章则就不同专题进行了探讨或总结，如卫生防疫、养鱼、土壤变化、净化效果等。

本选集可供给排水工程技术人员、农田水利和卫生防疫人员参考，对高等学校有关专业师生也有参考价值。

中国土木工程学会
污水灌溉学术会议论文选集

建筑工程部图书编辑部编辑(北京西郊百万庄)

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $12^{1/4}$ ·字数273,000

1966年2月北京第一版·1966年2月北京第一次印刷

印数0001—1,830·定价(科六)1.50元

统一书号: 15165·4282(建工-483)

前 言

中国土木工程学会市政工程委员会于1963年12月，在长沙召开了污水灌溉学术會議。出席这次會議的有中央各有关部門，各省、市、自治区的城市建設、农业、水产、卫生、科学研究、設計、生产、行政管理部門和高等院校等81个单位的99名代表，提出交流的論文資料共73篇。

这次會議認真貫徹了“百花齐放、百家爭鳴”的方針，以水质处理为中心，对灌溉前預处理、灌溉制度、水质淨化、环境卫生和終年利用等方面，进行了热烈的討論，达到了检閱成績，交流經驗，提高学术水平的目的，同时又提出了今后需要研究的主要課題。

會議通过大会发言、小組討論、和現場参观，进一步明确了利用城市污水灌溉农田，是城市直接支援农业的工作之一，不仅可使农业增产，同时对污水也起到一定程度的淨化作用。为了广泛的交流經驗，特将会議論文資料选編成册，供有关方面参考。

本选集承建筑工程部給水排水設計院协助編輯，特此致謝。

中国土木工程学会市政工程委员会

1964年4月

目 录

前 言

污水灌溉經驗总结·····	建筑工程部建筑科学研究院市政工程研究所	(1)
污水灌溉文献資料綜述·····	建筑工程部給水排水設計院	(6)
污水灌溉試驗总结·····	北京市市政工程局市政管理处	(12)
利用污水灌溉农田情况和一些經驗·····	西安市城市建設局	(17)
关于利用污水灌溉农田若干問題的商榷·····	洛阳市建設局 崔靜一	(27)
污水灌溉若干問題的探討·····	撫順市建設局	(36)
污水灌溉工程設計·····	北京市市政設計院	(42)
中南地区污水利用經驗·····	建筑工程部給水排水設計院中南分院 李汉昭	(47)
生活污水灌溉水稻試驗研究·····	江苏省建設厅科学研究所	(57)
試論污水灌溉技术与水稻丰产的关系·····	撫順市农业科学研究所 張玉麟 夏国瑞 徐宝山 赵宝清	(75)
污水灌溉效果調查·····	南昌市污水污泥綜合利用办公室	(84)
利用生活污水养魚的研究·····	广州市廢水廢气研究所 广州市建設局市政工程試驗研究室	(88)
华丰造紙厂废水处理与利用的研究报告·····	杭州市污水利用研究小組	(107)
西安和兰州市污水灌溉調查·····	建筑工程部給水排水設計院西北分院	(112)
关于污水灌溉中水质处理研究技术途径的意見 ·····	建筑工程部建筑科学研究院市政工程研究所 过祖源	(116)
水田的污水淨化·····	天津市建設局科学研究所 徐 鏡	(120)
沈撫污水灌渠“水质自淨”“田間淨化”和“灌田效果”的研究 ·····	辽宁省建筑科学研究所	(135)
生产污水浅水氧化塘污水灌溉水生作物田的观测 ·····	成都市卫生防疫站 建筑工程部給水排水設計院西南分院 王炳礼 顾金龙等	(147)
污水养魚塘水质观测研究初步报告·····	长沙市城市建設局	(153)
城市污水的天然淨化、养魚和卫生問題探討·····	济南市建設局	(162)
生活污水灌溉农田卫生方面科研工作的初步报告·····	南京市卫生防疫站	(167)
关于污水灌溉如何防止流行病的几点意見·····	湖南省基建局設計院 楊大聰	(175)
城市污水灌溉对土壤的影响·····	吉林农业大学土化系 长春市建設局	(178)
污水灌溉地区土质变化的初步研究·····	天津市卫生防疫站 董善亨	(185)
污水灌区土壤盐漬化的調查·····	河南省建工局勘察設計院	(188)

污 水 灌 溉 經 驗 总 結

建筑工程部建筑科学研究院市政工程研究所

我国各地利用城市污水灌溉农田自1958年試驗推广以来，取得了很大的成績，目前污水灌溉已成为城市支援农业的重要措施之一。我們根据6个典型城市的現場調查，結合近年的科学研究成果，并經主要城市的污水处理和利用經驗交流預备會議討論，在水质、农业、卫生三方面进行綜合分析，把比較一致的經驗、問題以及巩固提高的途径，归納成为以下十六条意見，作为各地因地制宜地进一步推广污水灌溉的参考。

一、总 則

1. 城市污水的排出应当无碍生产，无碍卫生，处理污水力求与生产利用相結合。

城市污水如排入农田或魚塘，不仅須无碍生产，还需无碍卫生；如排入河流湖海，也須无碍水产繁殖、水体卫生以及下游灌溉和水源的使用。因此，污水必須经过适当处理，才能排入田間或水体。一般情况是：利用污水进行灌溉或养魚，要求处理的程度低；而污水排入水体时，要求处理的程度高。

处理污水如能与生产利用相結合，就可使消费性的处理构筑物变为生产性設備，意义很大。污水灌溉，污水养魚，污水养殖海帶以及污水沉淀池培植水生植物等办法，是污水处理与利用相結合的有效措施，都可使污水在生产利用过程中获得净化，而在水质符合标准时再排入水体，或作为工业用水或补給地下水源。

2. 污水灌溉和养魚，有提高生产、节约劳力和净化水质的作用。

实践和試驗結果說明，一般情况下，污水灌溉水稻可增产30~50%；灌溉小麦可增产50~150%；灌溉蔬菜及茭白、荸薺、藕、海帶等，可增产50~200%；养魚可增产2~4倍；培植水浮蓮可增产5~10倍。利用污水灌溉，每亩稻田还可节约劳动力3~4个工日，每亩菜田可节约5~7个工日。

利用污水合理灌溉旱田，有土壤净化污水的作用。利用污水的水田和魚塘有繁殖藻类和氧化塘净化污水的作用。一般水田和魚塘净化水质效果可达70~95%。普通氧化塘有占地面积較大的缺点，而这种氧化塘并不額外占地，有較大的优越性。

3. 污水灌溉、污水养魚和污泥利用，要从农业增产、水质净化、卫生保健全面考虑，并使当前利益与长远利益相結合。

污水污泥的利用，既要考虑对农业和魚业的增产效果，也要考虑污水污泥的处理效果；又要贯彻卫生为生产、生产讲卫生的方針，考虑对卫生保健的影响。有害的污水和污泥，应經過无害化处理才可利用。如因污水、污泥利用不当，以致发生地下水被污染、发

病率增加、农作物受损害或土壤变质等迹象时，就应加强调查研究，加强对污水、污泥的处理或采取其他必要措施，及时纠正。

在增产节约方面，尤应从当前利益和长远利益结合出发，不仅要能够当年增产，还应保证长期多收。若只顾目前增产利益而忽视全面经营管理，就可能引起土壤恶化和传染疾病的危险。

4. 做好水质和土壤分析工作，是污水灌溉、污水养鱼的重要措施。

在利用污水时，由于污水中含有有利成分和有害成分，必须切实掌握水质，以便充分发挥有利因素，限制、防止或改变有害因素，为生产安全、卫生保健和净化水质服务。同时，还须避免有利成分使用过度反而变为有害，如污水含氮浓度过大，可以引起水稻贪青、倒伏。为了保证年年增产，应当每年检查土壤中有利成分和有害成分的积累情况，以便及时采取必要措施。

这项分析化验工作非常重要。因此较大的农场或鱼场应该培养专人进行简易快速的水质、卫生、土壤成分、种子、产品质量等化验工作和技术指导工作。在有条件地区应建立化验室。通过水质水量的分析化验、测量，结合当地老农“看天、看地、看水、看苗”的经验，就能科学而简捷有效地控制和利用污水，有利生产。

二、水质方面

5. 污水水质应符合灌溉或养鱼的标准。在无法检定时，应先做小型试验，证明无害后方可使用。

污水中杂质多，浓度太大时，须经过适当处理或用一定倍数的清水稀释，才能用于灌溉和养鱼。一般污水的允许浓度、pH值、溶解固体、钠吸附率、氯化物、硫酸盐等，都有一定标准可供参考采用。当工业废水量多而水质复杂无法检定时，还须做盆栽、小畦或养鱼等小型试验，证明无害生产或求出安全稀释倍数才可参照使用。

在含酚工业废水方面，石油废水灌溉水稻含酚可达50毫克/升，煤炼油废水灌溉、玉米、小麦、小萝卜、菠菜等含酚可达50~200毫克/升，可作为小型试验参考。但如对地下水有污染可能时，就应适当降低含酚浓度。含酚废水养鱼浓度甚低，且因不同酚类毒性有别，而混合后酚的毒性可能增大，所以必须经过当地小型试验，才能确定水质标准。

6. 生活污水在利用前应经过沉淀，沉淀污泥应经过无害化处理。

生活污水中不仅含有固体杂质，还有寄生虫卵，必须经过适当沉淀除去，以免大量杂质逐渐阻塞土壤，传染疾病。由于大部肥分溶解于水中，沉淀也会使肥力均匀，有利于灌溉。沉淀池的污泥可采用堆肥发酵法处理，以除去寄生虫卵，并使有机氮转化为易被植物吸收的速效氮，促进作物生长。

污水沉淀一般地区集中处理比田间分散处理为经济，而且容易管理。沉淀时间不小于1.5小时，水平流速一般不大于3毫米/秒，水流分布要均匀。沉淀池应有排泥设备，以便及时排泥。

7. 工业废水有害浓度超过规定时，应先在厂内单独处理或采取其他合理有效措施使水

质无害。

工业废水含大量有害杂质超过容許浓度时，应先在厂内进行回收处理利用，使毒性降低，达到排放标准，然后排出，以减少集中处理的困难。有条件时，可采取厂間废水彼此中和、沉淀等其他合理有效的处理措施，使水质无害，再用于灌溉。

传染病医院、生物制药厂、屠宰場等有传染病毒的废水，不經净化消毒不得排出利用。在利用含放射性物质的废水时，应遵守专门指示。

8. 污水出厂和排入田間或水体时，都应結合当地具体情况，协商訂立水质排放标准。

污水排放，須有水质管理标准，由当地主管单位与有关工厂参照国家統一标准結合当地具体情况协商訂立，以便遵守。当污水出厂后，如在排入水体前有集中处理場或經過灌溉养魚能使水质終年净化时，出厂排放标准可适当降低。在污水不能終年利用地区，則应在不利用时期，进行补充处理，使水质达到标准要求再排入水体，或用沟渠引入較大水体，以利排放。排入水体的水质标准按照国家統一規定办理。

三、农 业 方 面

9. 适当平整田地，掌握灌溉定額，防止深层渗漏，避免庄稼倒伏。

污水灌溉要求田地平整，避免肥力不均，造成低处肥多高处肥缺現象，影响生产。灌溉定額必須掌握恰当，一般以少量勤灌为宜；水量太多，水质太浓，都会引起深层渗漏污染地下水源，还会使水稻小麦貪青倒伏。

不同地区、不同土壤、不同作物、不同季节的灌溉定額可根据当地老农經驗确定。根据試驗研究和农民的經驗：在一般情况下，水稻每茬每亩灌水600~1000米³，灌氮肥8~10公斤，約折合硫酸銨40~50公斤。原則上以南方少北方多，粘土少砂土多，老污水灌区少新污水灌区多为宜。在作物生长期中一般是平时少灌，分蘖期多灌。蔬菜灌溉定額一般每茬每亩灌水50~200米³，灌氮肥15~30公斤，約折合硫酸銨75~150公斤。小麦灌溉定額一般每茬每亩灌水100~150米³，灌氮肥15~20公斤，約折合硫酸銨75~100公斤。茭白、水芹、水蕒、藕等耐水耐肥作物的灌溉定額可以适当增加。如条件允許，适当考虑清污輪灌，水旱輪作，則更有利于水质的净化，并可减少对地下水的污染。

10. 污水灌溉水稻要注意：精选耐肥品种，折中育苗，合理密植，調配水肥，間歇晒田，防治病虫害，合理冬灌。

污水灌溉水稻最好选用耐肥品种以抗倒伏。用污水直接育苗不如早育苗或将污水經過土壤过滤再育苗好。由于污水肥力大，稻苗分蘖棵数應該合理密植，以6×6寸至7×8寸的棵行距为宜。在水稻不同生长期，根据需肥要求，調配污水浓度，改换进水口使肥力均匀。間歇晒田可以提高地温，促进作物生长，并促使土壤中硫化氢氧化，以防烂根倒伏。还須加强田間管理，防治作物病虫害。合理冬灌可以保墒积肥，保証来年作物增产。地下水位高的盐碱地則应注意洗碱，并开沟排水。如用污水洗碱，則水中含盐量不宜超过千分之一。

11. 污水灌溉蔬菜要注意：清水育苗，畦田間灌，分散进水，配合基肥，控制灌水。

污水肥大，对灌溉蔬菜尤为适宜。灌溉蔬菜要求清水育苗，畦田間灌。南方采用深沟高畦，便于排灌，土块不宜过細避免雨后板結。分散进水可使肥效均匀。基肥追肥配合使用可使水中氮肥发挥更大作用。

污水温度较高，夏季天热尤应注意早晚灌水。叶菜类深灌間灌，果菜类浅灌勤灌。既要控制灌溉时间和定额，还要重视生食瓜菜的卫生。

12. 污水养鱼要注意：湖深适宜，搭配选种，密养輪捕，控制水质，拉网炼鱼，定期干湖消毒。

由于氧化塘作用，污水可以培养浮游生物作为鱼饲料，并净化水质，有利于鱼类的生长。污水养鱼湖深0.7~2.0米，过浅对鱼类覓食不利，过深对污水氧化不利。根据鱼类习性，选种搭配，以鱖、鯪为主，养鱼密度每亩600~800尾。輪放輪捕每年3~5次。每月拉网一次可以锻炼鱼体。

污水养鱼湖进水水质需符合养鱼要求，与湖水混合时，进水溶解氧应不小于3毫克/升，污水在湖内停留时间需在5天以上。还要定期干湖，晒泥消毒，每两年一次。

13. 通过輪作换茬、水田灌溉、非生长期灌溉和污水养鱼等计划用水措施，争取污水終年利用。

污水灌溉与污水养鱼和水田灌溉結合，可以争取污水終年利用，避免污染水体。灌溉和养鱼可分别进行或先后进行，各有利弊，必須因地制宜，选择采用。

在污水灌溉方面可通过輪作换茬争取在生长期內充分利用污水，而在非生长期也可进行灌溉，起保墒积肥作用。非生长期或暴雨时，灌溉水田还可作为氧化塘净化水质。由于作物用水有先有后又有季节性，因此必須按需分配，供需挂勾，统筹安排，余缺調剂，采取计划用水措施，对生产、水质、卫生三方面兼顧，才能达到最大增产节约的目的。

四、卫 生 方 面

14. 污水灌溉和养鱼需有一定的卫生措施和卫生制度。

利用污水灌溉和养鱼时，除在利用前需經沉淀处理外，在灌溉生食蔬菜、瓜果时，还应该采取措施，减少污染机会。如，采用間灌或在有条件的地区采用地下灌溉等，避免污水与作物直接接触，并在收获前的一定时期內停灌或改用清水灌溉。停止使用污水灌溉的时间，可由当地卫生单位与其他有关单位协商規定。利用污水养鱼，禁止生吃。

15. 加强污水灌区环境卫生和个人卫生工作。

污水灌区的环境卫生和个人卫生工作应认真进行。环境卫生以灭蚊、灭蝇为主。应做好涨落水位，水田养鱼，培植水浮蓮和水边除草等灭蚊工作，以及管理污泥、粪便、垃圾等灭蝇工作。个人卫生以防治水田皮炎为主，做好卫生教育并研究簡易有效的防治水田皮炎方法。

16. 做好污水灌区飲水管理、传染病管理等公共卫生工作。

污水灌区的公共卫生工作非常重要，在集中水源的第一卫生防护带、部分第二卫生防护带、地下水露头区和易淹河滩地，不准进行污水灌溉。在污水干渠通过沙砾土壤地区时，

应在渠內鋪粘土防止滲漏污染地下水源。当水源受到污染时，应采取打深井或改用其他水源等措施，保証灌区居民飲水卫生。

对于污水灌区供应的生食瓜菜和污水魚，必須加强检查管理工作，以免传播疾病。对与污水灌溉和养魚有关的传染病和职业病，如胃腸传染病和皮炎等的防治管理工作也应加强。

污水灌溉园地和养魚湖应与集中居民点有一定的間隔距离。

污水灌溉文献资料综述

建筑工程部给水排水设计院

污水灌溉在一些国家相当发达，德国自1878年即开始使用，到现在已有80多年的历史；以后欧洲许多国家如苏联、英国、法国和意大利等国家，也相继使用。一般均系先将污水经过物理处理，即先行沉淀1~3小时；但有些国家，如印度和澳大利亚等国，则采用生物处理后的尾水去进行灌溉。近来许多国家对利用生产污水灌溉农田大下功夫，尤其是对食品工业的污水下力最大。如波兰、德意志民主共和国、西德和美国等，对乳品、制糖、淀粉、屠宰等污水，与部分生活污水混合后，进行灌溉。此外，德意志民主共和国还对造纸、纺织、煤气发生站等生产污水，苏联对氮肥及卡普隆等生产污水用于灌溉，进行大力研究工作。

我国利用石油污水灌溉稻田，也积累了多年的经验，取得了一定的成效。解放后，在党和政府的大力号召下，污水灌溉发展得很快，全国已有许多城市利用污水灌溉农田、养鱼和植藕等，总灌溉面积已达33万亩，对农业增产起了一定的作用。同时，对污水灌溉也展开了科学研究工作。通过多年实践证明，污水对水稻、蔬菜、养鱼和植藕等，均有增产效果，并且还能促使作物早熟，可以省肥、省劳动力、改良土壤，使砂土变肥，粘土变松和减少杂草等。为了使灌溉效果好，宜选择透水性良好土壤，如砂土、砂质壤土和砂质粘土等。总之，细的多孔土壤有200~400毫米厚，底部亦系较粗的多孔土壤，最适于灌溉。

污水的肥效

城市污水和某些生产污水，大部均含有一定的肥效及或多或少的有毒物质，如能充分利用其中对农产有利的氮、磷、钾，并适当地掌握灌溉方法，往往可收增产的效果。城市污水和生产污水中所含氮、磷、钾成分，以及生产污水中有害物质浓度，分别如表1、2、3所列。

另外，据北京经验，不含肥效的热电站废水，可促使作物早熟；水温要控制在30~32℃之间，亦可增产25~33%，节约肥料40~60%，且不生杂草。

灌溉的净化效果

污水灌溉农田，由于土壤过滤，作物能补充氧，使污水中的有机物在需气条件下分解，可起改良土壤的作用；同时有机物质与各种细菌、酶和空气作用，能分解成氮、磷、钾及其他微量元素、刺激素和腐植素等，成为肥料；有些含有害物质的污水，如含酚污

城市污水中所含肥效浓度(毫克/升)

表 1

城 市	总 氮	氨 氮	磷	钾
上 海	93			19.5
哈 尔 滨	63~67	25~30		
包 头	57	10~23		
天 津	50	29	3.2	10
南 京	33		11	15
北 京(清河)	41.2	11.2		11.2
武 汉	28.7~47.5	25.2~40.3	11.5~34.5	29.1
北 京(右安門)	26.7~55.4	22~48	11~39	5.2~11.7
北 京(高碑店)	19~36		4~10	13~45
蕪 湖	15.0~23.7		20~24	1.8~3.9
株 州	13.7	11.2	3	
西 安	36	3.7~48	4~21	13~40
成 都	43.4			微量
平 均	39.8~45.1	17.2~30.1	8.5~18.2	13.1~20.6

生产污水中所含肥效浓度(毫克/升)

表 2

项 目	总 氮	氨 氮	磷	钾
洗毛車間	584~997	121~640		
撫順煤煉油污水	500~1700	400~1600	5~20	8~18
湘江机器厂污水	143		7	
北京含酚污水	140~580	2~10	3.5~17	8~13
鋼鐵工业污水	48	35	0.4	50~100
南昌制革污水	37	18.8	7.5	74.6
化工污水	30~76	28~56	0.9~11.2	1~16
济南造纸污水	21.6	6	10	14
印染污水	10~35			
武汉造纸污水	5.7		0.4	

生产污水中的有害物质浓度(毫克/升)

表 3

项 目	油 类	酚 类	硫 化 物	氯 化 物	氟 化 物
沈阳铁西区污水	422	22	2.7	113.6	1.5
撫順石油污水	414	62.5	64.8	110	6.4
化工污水		60~377		75	
鋼鐵工业污水		55	7.4		2.8
石油工业污水		25~300			0.5~1.5

水, 还能杀菌消灭害虫, 如蚜虫、蜘蛛等, 且酚类在稻田中能氧化。当含酚污水流进稻田后, 酚受到水稻的同化作用, 所放出的氧和空气中的氧自然氧化, 再加土壤中微生物作用, 能迅速地除去酚。此外, 造纸污水可以浇灌微酸性土壤, 使土壤得到改良。

污水必须先经过处理后, 再行灌溉, 使有害的虫卵先行沉下, 并去除悬浮物等, 以免堵塞土壤孔隙。沉淀去除虫卵的效果如表 4:

表 4		污水中油、酚和硫化物在农田 中去除效果(%)			表 5
沉淀时间(小时)	去除效果(%)	种 类	48小时	96小时	
1	50	挥发酚	77.3	85	
1½	60~70				
2	80~90	油 类	55.4	70	
3	100	硫化物	80		

污水通过渠道, 亦能起到净化的作用, 以抚顺至沈阳的污水渠道为例, 经过21½小时, 流经32公里, 去除污水中的油脂88%, 酚100%, 硫化氢84%, 生化需氧量25%, 悬浮物46%, 溶解氧上升134%。可以看出, 含油和酚的污水, 当通过渠道时, 便起了天然曝气作用, 故净化作用与流经时间、土壤渗透性能、微生物矿化作用, 以及水面曝气污水流速等, 均有一定的关系。

污水灌溉农田净化效果 (去除的%)							表 6		
地区及农田类别	生化需氧量	悬浮物	耗氧量	总 氮	氨 氮	大 肠 菌	细 菌	固 体	
北京(稻田)	80~91	70~80							
武汉(养藕)	90								
成都(稻田)	94	85	60		96		90	18.6	
济南(养藕)	94	70						50	
武汉(稻田)	80~95			84	45~64				
上海(稻田)	85~91.5								
广州(稻田)	90		90						
天津(稻田)	24		89	75		99.9	99	10	
南京(稻田)			28		86	90		15	
吉林(稻田)	30		54~62		20				
抚顺(稻田)	97	85	96				98		

用于灌溉的水质标准

水质标准, 各地规定不一, 但总的要求是不传染疾病, 不使土质盐碱化, 不使农作物枯干等。兹参考国内经验和国外标准, 提出水质标准的主要指标如表 7。

含盐污水, 不能用生物处理法去净化, 因盐不能分解, 也不能被细菌吸收, 且当污水

用于灌溉的水质标准主要指标

表 7

项 目	数 值	单 位	备 注
pH	6 ~ 8		国外 4 ~ 8
温 度	40以下	°C	
悬 浮 物	200~300	毫克/升	
含 盐 量	1700	毫克/升	国外4000
氯 化 物	200~350	毫克/升	国外 350
酚 类	一般30~50, 最大125	毫克/升	国外 125
油 类	一般10~20, 最大100	毫克/升	
总 固 体	1000	毫克/升	国外1700以下
氰 化 物	0.1	毫克/升	
铅	0.1	毫克/升	
砷	1.0	毫克/升	
氨 氮	5~30	毫克/升	
硫 化 物	20~30	毫克/升	
硫 化 氢	0.1	毫克/升	
氯 化 钠	250	毫克/升	
铬	1.0	毫克/升	适用于蔬菜
铜	7.0	毫克/升	适用于蔬菜
硼	1.0	毫克/升	适用于蔬菜

被蒸发后, 盐类便积聚在土壤中。含盐量达4000毫克/升时, 土壤开始盐渍化; 到6000毫克/升时, 已不适用。国外的标准是:

$$1. \text{Na}_2\text{SO}_4 : \text{NaCl} : \text{Na}_2\text{CO}_3 = 1 : 3 : 10$$

2. 在渗透性良好的土壤中, 允许含盐量应为:

Na_2SO_4 5000毫克/升

NaCl 2000毫克/升

Na_2CO_3 1000毫克/升

$$3. \frac{\text{Na}^+}{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}} = 1$$

4. 钠的吸附比 A 值 (表 8)

$$A = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}}} \text{ (毫克当量/升)}$$

表 8

A (毫克当量/升)	适 用 情 况
> 20	对灌溉有害
15~20	边缘或临界值(美国用12~15)
< 8	相当安全

5. 按灌溉系数 K_a 分, 可将水分为四级 (表 9), K_a 计算公式如表10。

表 9

K_e 值	使 用 价 值
>18	好 水
6~18	适合的水
5.9~1.2	不太适当
1.2	不能使用

表 10

条 件	公 式
$Na^+ < Cl^-$, 有NaCl存在时	$K_e = \frac{288}{5Cl^-}$
$Na^+ > Cl^- + SO_4^{2-}$, 有NaCl及 Na_2SO_4 存在时	$K_e = \frac{288}{Na^+ + 4Cl^-}$
$Na^+ > Cl^- + SO_4^{2-}$ 有NaCl、 Na_2SO_4 及 Na_2CO_3 存在时	$K_e = \frac{288}{20Na^+ - 5Cl^- - 9SO_4^{2-}}$

6. 按水中含有的总固体等的含量分, 一般将水质等级分为5级:

水 质 等 级	总 固 体 (毫克/升)	Na(%)	氯化物 (毫克当量/升)	硫酸盐 (毫克当量/升)
优 良	<175	<20	<4	<4
良 好	175~525	20~40	4~7	4~7
可 用	525~1400	40~60	7~12	7~12
可能有害	1400~2100	60~80	12~20	12~20
有 害	>2100	>80	>20	>20

表中:

$$Na\% = \frac{Na}{Na + K + Ca + Mg}$$

7. 微量元素和毒物对农作物有促进生长的作用, 也积累了一些资料, 成都的经验是:

元 素 名 称	含 量 (毫克/升)	元 素 名 称	含 量 (毫克/升)
铁	4.0	酚	0.08
铜	0.27	油	12.3
铅	0.07	硫化氢	1.3
砷	0.04	氰化物	0.09
锌	0.15		

污水灌溉的副作用

污水灌溉可以普遍地使农业增产，但也存在着有害的一面，需要加以妥善的解决。如飲用水水井被污染，亚硝酸盐含量上升，硬度增大，氯根加高，农民害皮肤病等，均比較普遍，其中尤以污染地下水源較严重，且使地下水位上升。故污水需要消毒与否，以及将灌溉渠道加作成不透水层等，均值得研究。

* * *

污水灌溉在我国有广阔的前途，因为污水量很大，目前尚未全部利用。如終年灌溉問題，防止污染地下水源問題，抑止土壤盐碱化問題等，均有待进一步研究，将来通过实践，一定能充分地得到利用。

污 水 灌 溉 試 驗 总 結

北京市市政工程局市政工程管理处

于1960~1962年分别在酒仙桥和高碑店两个污水处理场属土地上进行了污水灌溉农作物的試驗。試驗目的主要是了解农作物对污水灌溉的适应情况。試驗面积酒仙桥13亩,高碑店27亩。根据历年记录資料綜合总结如下:

一、基 本 情 况

1. 土地处理和田间管理工作。两处的土地都是高洼不平的,高差約30~80厘米。

经过机耕和灌溉(約200米³/亩)污水浸泡后又覆翻土和人工平整,然后进行了整畦、播种。

表 1

場 別	时 間	粒 径 范 围	%	土 別	pH	N%	P ₂ O ₅ %	K ₂ O%	C/N
酒仙桥	1960	<0.002	10	砂质粘土	7.1~8.1	0.15~0.65	1.03~2.11	1.77~2.02	—
		0.002~0.02	15						
		0.02~2.0	75						
	1962.3.12	0.02~2.0		砂质粘土	7.7~7.9	0.01~0.23	1.35~0.45	0.10~0.34	3.4~164
	1962.11.1	0.02~2.0		砂质粘土	7.8~8.5	0.50~1.20	0.40~0.96	0.29~0.60	—
高碑店	1962	0.02~2.0	20	砂质粘土	1.5~7.9	0.11~0.17	0.31~0.56	0.10~0.22	9~28.3
		0.02~2.0	20						
		0.02~2.0	60						

表 2

場 別 名 称	酒 仙 桥			高 碑 店	
	1960年	1961年	1962年	1961年	1962年
浮悬体	195.20	124.00	2.7~186.5	133.55	81~434.7
pH	7.6	7.68	7.5~8.0	7.71	7.05~7.85
总氮(毫克/升)	44.16	38.59	53.65~97.41	24.90	25.0~140.06
氨氮(毫克/升)		26.40	5.3~29.46	16.24	6.39~37.75
PO ₄ (P ₂ O ₅)(毫克/升)	20.39	28.13	(24.05~208.08)	21.65	10.0~49.30
K ⁺ (K ₂ O)(毫克/升)	16.2	20.49	(18.30~1293.34)	19.57	2.10~179.20
耗氧量(毫克/升)	75.86	68.91	80.42~10218	68.03	61.28~143.67
Q ⁻ (毫克/升)	139.52	100.55	—	103.87	71.31~330.67
C/N	—	—	0.35~0.69	—	0.3~1.35