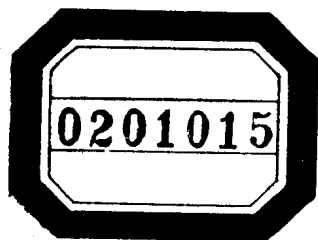


灌溉水质标准研究

农牧渔业部环境保护科研监测所编



农业出版社



006576 水利部信息所

分类号

S272

灌溉水质标准研究

农牧渔业部环境保护科研监测所 编

农业出版社

主 编：买永彬

副 主 编：傅克文

编辑人员：刘雅儒 刘铭简 姚永让 蔡思义
王德荣 徐国炳 李秀玲 王 今

2048/02

灌溉水质标准研究

农牧渔业部环境保护科研监测所 编

农业出版社出版（北京朝内大街130号）

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 7.5 印张 172 千字

1985 年 3 月第 1 版 1985 年 3 月北京第 1 次印刷

印数 1—3,800 册

统一书号 16144·2960 定价 1.20 元

前 言

当今,在淡水资源十分紧张的情况下,我国许多地区利用污水灌溉农田。未经处理的污水,既含有农作物生长所必需的营养分,又含有有毒成分。盲目使用污水,不仅会污染土壤,而且还会影响农作物的生长和产品质量,损害人体健康。为了科学利用污水,做到化害为利,原农业部于1974年组织全国15个农业大专院校和科研单位,一百二十名科技人员参加科研协作攻关,由原中国农业科学院农业生物研究所四室(即农牧渔业部环境保护科研监测所的前身)主持,开展了农田灌溉水质标准的科学研究。

几年来,协作组在全国各污水灌区广泛调查和采样分析的基础上,并结合盆栽、小区试验,对灌溉污水中的有毒物质进行了比较系统的研究,提出了有关水温、pH、全盐量、氯化物、硫化物、汞、镉、砷、六价铬、铅、铜、锌、硒、氟化物、氰化物、石油类、挥发性酚、苯、三氯乙醛、丙烯醛等二十个项目的专题学术报告,它为制定我国第一个《农田灌溉水质标准》,提供了重要的科学依据。

《农田灌溉水质标准》,在我国尚属首次制订。在编制过程中,曾先后两次在全国范围内征求意见并在北京召开了有关部委和同行专家参加的审议会。最后,由国务院环境保护领导小组、国家基本建设委员会、国家经济委员会和农业部正式批准,作为全国通用标准,并于1979年2月5日,联合发出了“关

于颁发《农田灌溉水质标准》的通知”。

本文集主要收集了1974年以来到1978年起草《标准》上这一阶段的主要研究成果。这些文章在汇编时，又经原作者重新作了修改补充。文章按照《标准》的顺序编排。

由于缺乏经验，在编辑工作中难免有不妥之处，望读者指正。

《灌溉水质标准研究》论文选集编辑小组

1983年8月

目 录

前言

pH 值、含盐量对作物生长发育的影响·····	徐国炳	(1)
制革废水中的盐、碱类物质对土壤、农作物的 影响·····	杨居荣	(9)
汞对作物、蔬菜影响的研究初报 ·····	瞿爱权 东惠茹 李俊国	(19)
应用同位素汞-203研究灌溉水中微量汞在作物和土 壤上的残留···	上海市农业科学院土肥植保研究所	(28)
镉对水萝卜生长、产量和质量的影响 ·····	翟宝杰 钱德俊	(36)
灌溉水中镉的最高容许浓度·····	袁一傲	(42)
灌溉水中镉对小麦、水稻及土壤污染的初步研究 ·····	中国农业科学院农业生物研究所四室	(47)
用同位素镉-115研究水稻对镉的吸收和分配 规律·····	陈铨荣 石英	(53)
不同剂量砷对水稻影响的试验总结 ·····	黑龙江省环境保护研究所 东北农学院	(61)
含砷污水灌溉农田对土壤和作物的影响 ·····	河北师范大学地理系土壤组 石家庄市城建局养护处	(67)
砷对作物、蔬菜影响的研究·····	北京市农业科学院	(74)

灌溉水中铬对稻、麦作物及土壤污染危害的研究	
..... 中国农业科学院农业生物研究所四室	(78)
灌溉水中铬、镉、铅、铜标准的试验总结	
..... 张信之 王建鼎 张蕴	(87)
灌溉水中硒对作物影响的研究	
..... 上海市农业科学院土肥植保所	(93)
氟化物灌溉水质标准研究	
..... 成都市农田灌溉水质标准科研协作组	(99)
氰对农作物、蔬菜影响的研究.....北京市农业科学院	(112)
酚、氰化合物在蔬菜中的残留研究	
..... 沈明珠 董克虞 高宣德	(128)
石油化工污水危害水稻的临界浓度试验	
..... 辽宁省抚顺县污水灌溉试验站	(137)
石油化工废水灌溉的农作物中酚的含量	
..... 王淮洲 穆乃强	(147)
不同浓度含酚石油污水灌溉水稻小区试验... 李伍保	(152)
酚对水稻、小麦生长的影响及其在籽实中的积累	
..... 中国农业科学院农业生物研究所四室	(159)
酚对作物、蔬菜影响的研究初报.....曹洪法 东惠茹	(167)
含苯污水灌田试验的探讨	
..... 曹洪法 东惠茹 瞿爱权 王崇孝	(176)
苯对几种蔬菜生长、产量和质量的影响	
..... 沈明珠 东惠茹	(182)
异丙苯、二甲苯等七种有机毒物灌溉蔬菜试验	
..... 沈明珠 东惠茹	(189)
三氯乙醛废水对作物危害及其防治措施的研究	
..... 中国农业科学院农田灌溉研究所	(197)

三氯乙醛对小麦危害的研究·····	曹洪法	冯国洲	(207)
含丙烯醛污水灌溉农田的研究·····	曹洪法	东惠茹	(214)
土壤污染计算模式与农田灌溉水质标准			
·····	吴峙山	李长生	(222)
附录：关于颁发《农田灌溉水质标准》的通知 ·····			(229)

pH值、含盐量对作物生长发育的影响

中国农业科学院农田灌溉研究所 徐国炳

植物对pH值和盐类的要求,在质和量的方面都有自己严格的选择性。因此,pH值和含盐量也被作为农田灌溉水质的控制项目列入标准之中,供农业生产参考使用。

一、pH值对作物生长发育的影响

(一) pH值对作物种子萌发和幼苗生长的影响 据室内发芽试验表明:pH2.9—5.4的水质,对玉米的萌发有一定的影响。发芽率比清水对照低4—8%,但对幼苗生长无影响。水质对小麦种子的萌发比对玉米的影响更大。在室内土培条件下,发芽率比清水低8%,在水培条件下,比对照低12%。pH大于5.5(但小于8.5)时,对小麦、玉米的种子萌发和幼苗生长无影响*。

1972年,我们利用某厂各车间废水(pH分别为2.3、5.4—5.5、5.5—6.5、7—8.9、10—11、12以上)对小麦、玉米、水稻进行盆栽试验。结果pH为3以下、11以上的水质灌溉后,小麦、玉米、水稻幼苗全部枯死。pH在5以下,9以上的植株生长受到

* 中国农科院灌溉所:甲醛、三氯乙烯、pH值、锌、砷的灌溉水质标准问题 1975年3月。

抑制,随作物不同,被抑制的程度不一样。

从田间小区试验还可以看出:当土壤的pH值为8时,用pH 2—4的水灌溉玉米幼苗,一星期后叶色淡黄,生长停止,有的死亡。灌溉水的pH在4以下时对小麦幼苗生长有抑制作用,pH值为6—7时,对小麦幼苗生长的影响不明显。

(二) pH对植物养分吸收的影响 植物对营养物质的吸收,均与pH值有关。pH值越大,阳离子进入细胞的越多;pH值越小,阴离子透入细胞越多。某些重金属元素吸入植物体内,或植物营养元素进入植物细胞的过多或过少,都会对植物产生抑制作用和伤害现象。如植物必需的钾是以离子状态被植物吸收的。pH较小, K^+ 进入植物细胞过少,造成缺钾,使植物不能正常发育。pH较大, K^+ 大量透入细胞,对原生质造成伤害。又如:钙盐是植物生长必需的矿质营养,植物缺钙,根系发育不良,停止生长,茎叶失绿,不能结实。

但 Ca^{2+} 受pH的影响很大。pH小于5时,植物对钙吸收不良;pH大于8时, Ca^{2+} 被沉淀,植物因缺钙而受害。同样,pH增高使土壤中的铁和磷酸根沉淀,使植物不能吸收,造成植物缺铁、磷。

(三) pH值与土壤养分的关系 土壤溶液中的营养元素能否被植物吸收,主要看它们在土壤中存在的形态,而它们所存在的形态又取决于pH值的大小。

据研究:pH在5.5以下,土壤中的硝化细菌被抑制,硝化能力减弱,氮肥不能充分释放;速效磷被土壤固定;金属元素被溶解, Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 等容易淋失。部分重金属被植物吸收致害。pH值大于8,氮肥被氨化,钙、磷生成沉淀;pH在9以上,铁几乎全部沉淀, K^+ 、 Na^+ 活性增强。由于大量积累钾、钠破坏了土壤团粒结构,使土壤发生板结。

(四) 植物对pH值的反应 植物对pH的要求,因植物种类不同而异。叶菜类作物的大部分蔬菜和水稻、小麦适宜在偏酸性的环境下生存。大部分瓜果类蔬菜和高粱、棉花、向日葵及部分林木植物喜欢在微碱性条件下生活。1974—1975年,我们利用pH 4—5的水质对小麦进行盆栽试验,发现对小麦幼苗生长不但没有影响,而且有促进分蘖和提高产量的趋势。

据资料看,大部分栽培植物喜欢生长在pH 6—8之间(见表1)这是因为pH与植物的生长素有关。有生长素效果的吲哚乙酸是经过吲哚乙醛变来的,吲哚乙醛对碱和酸都很敏感。但在稀碱和稀酸中稳定。pH 低于 2,吲哚乙酸失去活性,pH 2—4时,吲哚乙酸过多的透入植物细胞,反倒对生长起抑制作用。

表 1 不同作物对pH的适宜浓度

作物名称	适应pH值	最适pH值	作物名称	适应pH值	最适pH值	作物名称	适应pH值	最适pH值
水稻	4.0—8.0	6.0—7.0	烟草	4.5—8.5	6.5—7.5	槐树	6—7	
小麦	4.0—8.0	6.2—7.5	草莓	4.7—6.4	5.0—6.2	松树	5—6	
玉米	5.0—8.0	6.5—7.0	茄子	4.8—6.2	5.2—6.0	玉杉	5—6	
谷子	5.0—8.0	6.0—7.0	南瓜	5.4—6.8	5.6—6.8	洋槐	6—8	
高粱	5.5—8.5	6.5—7.5	甘蓝	5.7—7.4	6.2—7.4	白杨	6—8	
马铃薯	5.0—6.5	5.5—6.0	菠菜	6.2—7.6	6.4—7.6	桑树	6—8	
棉花	6.5—8.5	7.0—8.0	萝卜	6.0—7.4	6.2—7.4	桦树	5—6	
油菜		6.0—7.0	芹菜	6.0—7.6	6.2—7.4	泡桐	6—8	
向日葵		6.0—8.0	苹果		6.0—8.0	榆树	6—8	
大豆	5.0—8.0	6.5—7.5	柑桔		5.0—7.0			
花生	6.0—8.0	6.5—7.0	西瓜		6.0—8.0			

因此,农田灌溉水质的pH值应定为5.5—8.5较为合适。

二、盐类物质对作物生长发育的影响

盐对植物的影响,一般指全盐。人们对全盐的概念,主要是钙、镁、钠、钾所形成的硫酸盐、盐酸盐和碳酸盐,它们对作物的影响主要是通过离子起作用。对作物危害最大的是钠盐,钙盐和镁盐对作物也有一定的影响,但并不占主导地位。

(一) 灌溉水中含盐量对土壤积盐的影响 据研究:灌溉

表 2 灌溉水中的含盐量对土壤积盐的影响

灌溉水中含 盐量(mg/l)	土壤深 度(厘米)	土壤中的含盐量(%)			备注
		灌前	灌后	增减率(%)	
1300	0—20	0.127	0.166	+22.8	污灌15年后
2000	0—5	0.060	0.123	+105	
	5—20	0.060	0.071	+18	
	20—50	0.090	0.060	-32	
	50—100	0.093	0.067	-32	
	平均	0.077	0.080	+3.8	
3000	0—5	0.072	0.061	-15	
	5—20	0.104	0.121	+16	
	20—50	0.057	0.097	+70	
	50—100	0.031	0.035	+5	
	平均	0.076	0.091	+15	
6000	0—5	0.053	0.233	+340	
	5—20	0.056	0.087	+55	
	20—50	0.062	0.062	0	
	50—100	0.071	0.031	+14	
	平均	0.064	0.116	+94	

水中含盐量高于2克/升,就会引起土壤表层的积盐。由于灌溉水盐分含量不同,在不同土壤层次里盐的积累有所差别。水中含盐较少时,盐分多集中在耕层,含盐量较高时,盐分逐渐向土壤深层移动(见表2)。从污灌调查材料看:北京东郊污水含盐量在1300毫克/升(940—1950毫克/升),污灌15年后土壤盐分有所增加,含盐量达0.166%,比非污灌区的同类土壤的含盐量0.04—0.10%和该区的清水灌溉的含盐量0.127%都略有增高。

(二) 土壤盐分对植物生长发育的影响 各种可溶性盐对作物的危害程度不同。这因盐类在水中的溶解度和离子透入细胞的能力而异。盐在水中的溶解度越大,离子透入细胞的能力越强,对作物的危害就越大。以碳酸钠对作物的危害最大,硫酸钠危害较小。另外,还和作物的抗盐性有关(表3)。

表3 各种栽培作物的抗盐能力(0—20厘米土层的含盐量%)

作物种类	抗盐能力		作物种类	抗盐能力	
	苗期	生长盛期		苗期	生长盛期
花 生	0.10—0.15	0.15—0.20	棉 花	0.25—0.35	0.40—0.50
大 豆	0.15—0.18	0.18—0.25	大 麻	0.25	0.25—0.30
马铃薯	0.10—0.15	0.15—0.20	高 粱	0.30—0.40	0.40—0.55
谷 子	0.15—0.20	0.20—0.25	向日葵	0.40—0.50	0.50—0.60
玉 米	0.20—0.25	0.25—0.35	甜 菜	0.50—0.60	0.60—0.80
小 麦	0.22—0.30	0.30—0.40			

我们用硫酸盐进行种子发芽试验表明:当硫酸盐为1300毫克/升时,谷子的萌发受到抑制,比对照略有降低。谷子、玉米的幼苗生长均受到抑制。浓度在1000毫克/升以下,对种子萌发和幼苗的生长均无影响(表4)。

表 4 硫酸盐对谷子、玉米种籽发芽和幼苗生长的影响

硫酸盐 的种类	浓度 (mg/l)	谷 子		玉 米	
		发芽率(%)	株高(厘米)	发芽率(%)	生长情况
对 照	0	85	4.4	100	生长正常
硫酸钙	230	82	5.8	87.5	同上
	350	84	4.7	97.5	与对照近似
硫酸镁	360	86	5.5	92.5	同对照
	540	87	5.8	97.5	同对照
硫酸钠	700	88	5.0	87.5	以对照同
	1400	84	3.4	90.0	比对照补差
混合硫 酸 盐*	1300	76	4.6	92.5	生长受抑制比单因子好
	2300	78	3.5	97.5	生长受抑制

* 分别为硫酸钙230、硫酸镁360、硫酸700共1300毫克/升；2300毫克/升为硫酸钙350、硫酸镁540、硫酸钠1400。

从表4中还可看出：谷子比玉米受害严重。复因子的比单因子的危害较轻，这是金属离子的拮抗作用引起的。

盐对作物的影响还表现在植物对水分和养分的吸收方面。由于土壤盐分的增加，土壤溶液浓度的提高，造成植物对水分和养分的吸收困难。 Cl^- 、 Na^+ 的大量存在，抑制 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Mn^{2+} 、 SO_4^{2-} 进入植物细胞，造成植物营养代谢过程的破坏，内部生理机能失去平衡，导致作物受害和死亡。其次能抑制土壤微生物的活动，影响有效养分的转化，使植物缺

乏养料,生长受抑制,甚至会导致作物死亡。

(三) 盐分的拮抗作用和协同作用 由于盐分的增加, K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 离子也相应增加。因 K^+ 、 Na^+ 离子能使原生质膨胀,自己容易进入植物细胞。但 K^+ 、 Na^+ 过多的积累,又会造成对细胞的伤害。 Ca^{2+} 能使原生质收缩,缩小离子进入细胞的通路,不仅抑制 K^+ 、 Na^+ 的进入,同时也抑制自己进入细胞。这种现象叫盐类对离子的拮抗作用。因此,加入钙盐能消除钾、钠对细胞的伤害。 Ca^{2+} 不仅对 K^+ 、 Na^+ 具有拮抗作用,对 H^+ 也有拮抗作用。在某种情况下,由于 H^+ 被拮抗, Ca^{2+} 能和 OH^- 一起进入细胞,对细胞显示出伤害作用。 Ca^{2+} 对弱酸分子不但没有拮抗作用,还能促进它进入细胞,加剧了酸的危害。这种现象叫离子的协同作用。

据上所述:灌溉水中含盐量为1000毫克/升以上时,对植物生长和土壤积盐有一定的影响,由于盐类对离子的拮抗作用和其他自然因素的作用,我们认为在非盐碱土上,农田灌溉水质标准的含盐量定为不超过1500毫克/升为宜。

三、小 结

(一) pH 值除直接影响植物生长外,pH还会使一些营养物质被淋失或被土壤固定,造成植物缺乏养分而致害;或吸收了有毒的元素,造成生理危害,这些都是导致植物死亡的原因。

(二) pH值小于4,大于9时,对作物产生不良影响。用pH 低于3,高于11的水灌溉作物后,作物很快死亡。大部分栽培植物喜欢在弱酸性和弱碱性条件下生长。它们对pH值的适应范围为4—9。最宜范围为pH5—8.5。不同作物对pH

值要求不同。小麦在弱酸性条件下比在中性条件下生长得好。

(三) 灌溉水含盐量在1000毫克/升以上, 对作物生长有抑制作用, 有使土壤积盐的可能性。含盐 2000毫克/升以上, 使土壤积盐明显, 会导致植物产量下降。

(四) 土壤盐分增加, 使土壤溶液浓度提高, 物质形态变化, 造成植物吸收水分和养分的困难, 植物因缺乏养料导致减产或最后致死。

(五) 因盐类对离子的拮抗作用和协同作用, 在灌溉水中, 必须注意多种盐类的存在, 以防止单因子盐类对作物的伤害。

制革废水中的盐、碱类物质 对土壤、农作物的影响*

北京师范大学 杨居荣

制革工业是需水量较大的行业，也是重要的轻工业污染源。据美国51家制革厂调查结果，每100斤原皮，日排水量约1.9—14.8立方米，在中小企业中，一张大牛皮每日排水量约0.8—1.4立方米。据对北京市一中型制革厂的调查，日产牛皮44张、猪皮1500张，日排水量约为1500吨。制革废水中含有大量有机物、硫化物、盐、碱类物质及铬等。生化需氧量高，有色泽和臭味，悬浮物和固体物也较多。因此，如处理不当或不加处理直接用于农田灌溉，不仅影响农作物的正常生长发育，而且破坏土壤理化性状，淤塞农田灌溉渠道。另一方面，制革废水富含蛋白质、氨基酸、脂肪等有机物，氮素含量高，处理利用得好，可收到培肥土壤、提高农作物产量、改善环境的良好效果。因此，研究制革废水的农田灌溉问题，具有十分重要的意义。

近年来，对于制革废水注意较多的是铬污染问题。一些单位研究了制革废水中的铬对农田的污染。然而，对于制革废水中含量较大的盐、碱类物质却较少重视。为全面评价制革废

* 参加本项工作的还有北京市农科院李国安、中国科学院地理所李森照、北京大学徐云麟、王玉珠、张建国等同志。