

汞对水稻、油菜影响的研究初报

瞿爱权 东惠如 李俊国

(中国环境科学研究院)(中国农业科学院蔬菜研究室)

汞是化工、制药、电镀、仪表等工业废水中的主要有害物质之一，它是积累性的金属毒物。污水中的汞，通过灌溉积累在土壤和农作物(包括饲料)中，最后通过食物链进入人体，危害很大。为制定农田灌溉水质指标、和对大面积污灌提供一定的科学依据，我们分别于1974、1975年做了水稻及油菜的盆栽试验*。

材料及方法

一、试验方法

采用土培盆栽，供试农作物为水稻(京越一号)、油菜(五月蔓)。盆栽土为沙壤土，按重量法装盆，按容量法灌溉。

二、试验处理

(一) 灌溉水中汞(浓度按 HgCl_2 中 Hg^{+2} 计算)对水稻、油菜的影响

1. 1974 年处理浓度：0、0.025、0.25、2.5、25、50 毫克/升。

2. 1975 年处理浓度：0、0.005、0.01、0.1、0.5、2.5 毫克/升。

在全生育期用以上各处理浓度的含汞水浇灌。每一处理四个重复。

(二) 土壤中汞对水稻、油菜的影响

在1974年以不同浓度汞液灌溉的盆栽试验的土壤中，于1975年分别种植水稻、油菜，并在全生育期浇灌清水。每一处理四个重复。

汞在农产品及土壤中的残留量用五氧化二钒法、590型测汞仪测定。

结果与分析

一、灌溉水中的汞对水稻、油菜生长与产量的影响及其在植株与土壤中的残留和累积

(一) 不同浓度汞对水稻、油菜生长及产量的影响

从表1的水稻试验和表2的油菜试验中

表1 不同浓度汞对水稻产量构成因素的影响

调查项目 处理浓度 (毫克/升)	株高 (厘米)	有效穗数 (穗/株)	每穗粒数 (粒)	空秕粒 (粒/穗)	千粒重 (克)	产量 (克/株)	减产 (%)
0	103.2	6.8	103.8	2.1	25.20	14.5	—
0.025	107.1	6.8	98.2	4.1	24.95	15.6	—
0.25	109.2	7.2	99.3	4.0	24.30	16.1	—
2.5	90.5	6.5	74.9	4.1	24.15	11.4	21.4
25	70.0	5.4	55.3	4.7	24.40	7.1	51.0
50	52.3	1.0	30.3	11.4	21.80	0.2	98.6

* 试验在北京市农科院进行

可看出：以 0.25 毫克/升以下汞液灌溉水稻对生长及产量无不良影响。以 2.5 毫克/升汞液灌溉水稻，对水稻生长有抑制作用，使生长受阻，产量降低。在此浓度下油菜单株鲜重则较对照降低 12.3%。

水稻产量是由其有效穗数、每穗粒数、千粒重等因素构成。从表 1 看出，2.5 毫克/升汞对水稻产量的影响与对照相比，主要是因每穗粒数降低 27.8%、千粒重减少 1.05 克、空秕粒增加所致。这说明汞对水稻发育的影响在穗分化时较严重，在水稻灌浆时也有影响。随着处理浓度的增高，对水稻产量各构成因素的影响加大，25 毫克/升处理的水稻，

表 2 不同浓度汞对油菜生长的影响

处理浓度 (毫克/升)	日期 1975 年 5 月 23 日		
	最大叶长 (厘米)	最大叶宽 (厘米)	鲜重 (克/株)
0	19.7	8.3	30.9
0.005	20.2	7.9	31.1
0.01	20.2	8.0	30.0
0.1	20.3	7.8	29.5
0.5	20.4	8.6	29.6
2.5	19.4	8.2	27.1

每株有效穗数比对照减少 20.6%，每穗粒数降低 46.7%，空秕粒为对照的 2.2 倍。50 毫克/升处理的，无分蘖穗，只有主茎成穗，每穗粒数比对照降低 70.8%，空秕粒急增为对照的 5.4 倍，每株只有 0.2 克的产量。

(二) 不同浓度的汞在糙米、油菜中的残留量

根据盆栽试验中全生育期灌入汞量和糙米、油菜中汞残留量，计算出汞在糙米及油菜中的残留率。汞在农作物中的残留量随灌溉水中汞的浓度的增加而增加，不同浓度汞在油菜中的残留率大致相同。这说明油菜几乎按相同的比例吸收汞。而在糙米中的残留率却是与灌溉浓度成负相关，即灌溉浓度越高，

进入糙米中汞的比例越低。此外，汞的残留量与农作物种类和灌溉量有关。如处理浓度同是 0.1 毫克/升，汞在水稻糙米中的残留量为 0.28 毫克/公斤，在油菜中为 0.14 毫克/公斤。这是因为水稻本身生物学特性和灌溉量大的缘故。整个生长期内水稻一直保持一定的水层，有利于稻根从土壤溶液中吸收汞。

汞 0.01 毫克/升以上灌溉水稻，糙米中含汞量超过我国《食品中汞允许量》0.02 毫克/公斤的国家标准。不同浓度汞液灌溉水稻，在水稻收获后对根、茎叶、壳、糙米进行含汞量的测定，其单位含汞量的顺序为根>茎叶>壳>糙米。根中含汞量为整株含汞量的 59.22%，茎叶占 31.28%，壳占 5.02%，糙米占 4.46%。

(三) 灌溉水中汞在水稻、油菜土中的累积

水稻、油菜收获后，取盆土 0—20 公分进行分析，土壤汞的累积随灌溉水中汞的浓度增加而增加(见图 1)。含汞 0.005 毫克/升的

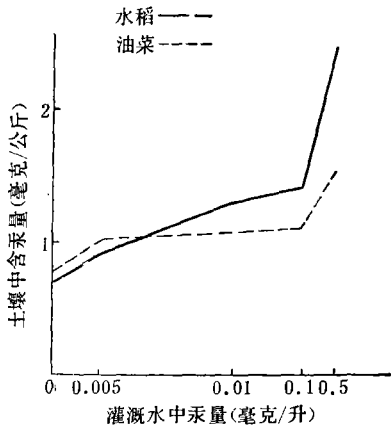


图 1 灌溉水中汞在盆土中的累积

灌溉水，长期灌溉仍可造成汞在土壤表层的积累。同一处理中，水稻土中汞的残留较油菜土为多，这主要是水稻灌量大所造成的。

若分层按 0—5 公分、5—20 公分分层进行含汞量的测定。结果表明，汞主要集中在土壤表层 0—5 公分处。以浓度 2.5 毫克/升

处理水稻为例,盆土中 0—5 公分表层土比对照增高 7.9 倍,而 5 公分以下仅增高 1.9 倍。这说明随灌溉水进入土壤中的汞能被土壤所吸附,并且移动性较小。

二、土壤中汞对水稻、油菜生长和产量的影响及其在植株中的残留

(一) 土壤中不同浓度汞对水稻、油菜生长和产量的影响

从表 3 看出,土壤中含汞量在 4.69 毫克/公斤以下时,对水稻产量无明显影响。随土壤中含汞量继续增加,对水稻生长及产量的影响逐渐加大。当土壤中含汞量为 69.89 毫克/公斤时,水稻株高比对照矮 12.4 厘米,产量降低 31.9%。以上结果表明,土壤残留汞和灌溉水中汞对水稻生长及产量影响的趋势是一致的。这说明土壤吸附的汞盐能溶解于

表 3 土壤中汞对水稻、油菜生长的影响

1974 年灌溉汞浓度 (毫克/升)	水 稻			油 菜			
	75 年种前土壤含 汞量(毫克/公斤)	株高 (厘米)	产量 (克/株)	75 年播前土壤含 汞量(毫克/公斤)	最大叶长 (厘米)	最大叶宽 (厘米)	鲜重 (克/株)
0	1.41	113.8	16.3	1.16	20.7	8.0	30.5
0.025	1.80	109.6	14.6	1.28	20.8	7.8	35.7
0.25	4.69	109.1	16.0	1.54	20.3	7.5	33.7
2.5	33.44	112.2	13.7	5.96	21.3	8.0	33.5
25	69.89	101.4	11.1	9.38	21.0	7.7	35.0
50	118.83	91.6	6.0	17.73	20.4	7.8	30.8

灌溉水中,继续危害水稻的生长。

表 3 指出,土壤中含汞量在 17.73 毫克/公斤以下时,对油菜生长及产量无明显影响。这与 1974 年用 2.5 毫克/升汞液灌溉油菜即可造成油菜减产的结果不一致,说明灌溉水中汞比土壤中汞对油菜造成的危害要大。可能旱作油菜灌溉量比水稻少,所以 1974 年土壤中吸附的汞在 1975 年溶于水就少有关,因而减轻了对油菜生长的危害。这说明土壤对有毒物质具有一定的净化能力,从而减少了对作物的致毒性能。

(二) 土壤中不同浓度汞在糙米、油菜中的残留

虽然土壤中汞对油菜生长的危害较灌溉水中汞的危害小,但土壤对有毒物质的净化能力有限,所以土壤中汞并非全部能被土壤吸附,仍有部分汞在油菜中残留。其残留量与土壤中汞的累积量成正相关,水稻糙米中汞量与土壤中汞量成正相关(见图 2)。

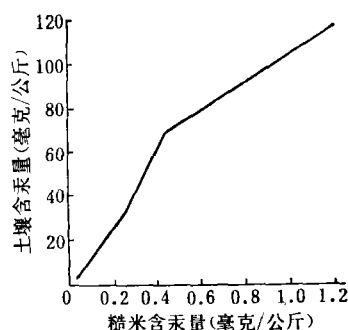


图 2 土壤中汞与糙米含汞量的相关性

小 结

1. 含汞 0.25 毫克/升以下对水稻生长及产量无明显影响; 0.5 毫克/升以下对油菜生长无明显影响。2.5 毫克/升开始对水稻、油菜生长有抑制作用。

2. 汞在糙米及油菜中的残留量随灌溉液中汞的浓度的增加而增加。汞在水稻各器官的分配为根>茎叶>壳>糙米。(下转 13 页)

的推移,空气受污染的程度越来越严重,而且与经济形势密切相关.请看下列事实:1962—1964 年出现重污染,1967—1969 年出现轻污染.1972 年后又加重,1975—1976 年达到严重程度,以后开始好转.追其源是由于城市空气中灰尘、杂质和其它污染物含量不断增加,空气受到污染并逐渐趋于严重所引起的.据统计,沈阳市区全年耗煤量 500 万吨,耗油 150 万吨,其中工业及机关团体占 90%.监测结果表明,全市每年排放废气为 667 亿立方米,SO₂为 19 万吨,飘尘 44 万吨,降尘 289 万吨,有些污染物的积累是逐年增加的.请看下列事实:

表 7 1933—34 年与 1955—73 年平均降尘量比较

观测者	测定时间	年降尘量 (吨/公里 ²)	观测点
田中氏	1933—34	139.5	和平区汉口街
沈阳防疫站	1955—73	499.7	和平区红旗广场

表 8 1975—78 年机动车辆统计

年分	1975	1976	1977	1978
数量增加(%)	100	120	138	155

从上两表不难看出污染物及污染源都在大量增加. 这些大量的灰尘、杂质污染物对全市空气污染所造成的危害是不能低估的.

另外造成气质降低的污染物主要是飘尘及降尘.据研究,飘尘中有近 30 多种成分,其中包括致癌物,这样在工业集中的大城市由于致癌物诱发癌症的机会就要多.据沈阳市卫生局总结的1957—1978年恶性肿瘤死亡率(见表9)就足以证明环境恶化所带来的后果.

近年来国外很多资料也表明,几十年来
(上接第 52 页)

3. 土壤中含汞量随灌溉水中汞的浓度的增加而增加,随灌溉水进入土壤中的汞主要集中在表层 0—5 公分处. 含汞 0.005 毫克/升的灌溉水,即使土壤表层有汞的积累,长期灌溉仍可污染土壤,造成对作物的危害.

4. 农作物能从被污染的土壤中吸收汞,作物中含汞量与土壤中累积汞量成正相关.

表 9 大东区恶性肿瘤死亡率逐年变化

年分	恶性肿瘤死亡率(1/10 万)
1957	20
1964	40
1973	80
1978	120

大气中的气溶胶含量在不断增加,而这是工业化的结果. 苏联比较了高加索尘埃降落量和苏联政府经济投资总值关系的两条曲线很成比例,说明了气溶胶含量受经济发展的影响.

四、小 结

1. 本文笔者认为用大气物理学的方法来鉴定空气质量标准是可行的,它与大气化学的方法是相辅相成的,各有其重要一面.
2. 通过分析已证明沈阳地区空气质量的污染发展趋势是越来越重,如不及时控制,采取措施,当污染物累积到一定的程度,必将给人类造成灾难. 气象工作者有责任将这种潜在的危险告戒人们.
3. 关于空气质量鉴定指标问题,目前多是单一性的指标,较复杂的多要素综合指标是很困难的. 因为有些相互影响的机制还不够清楚,这样就可以从不同学科、不同角度进行工作,最后看总的变化趋势是否一致. 最终来确定某一地区的空气质量的优劣. 从而为综合治理提供依据.

参 考 文 献

[1] 么枕生,气候学原理, 30—33, 科学出版社, 北京, 1959.

参 考 文 献

[1] Engler, R. M. Patrick, W. H. Soil Science, 3, (1975),
[2] Kothny, E. L., Trace Elements in the Environ-
ment, 1974.
[3] Lagerwerff, J. V., 土壤农化参考资料, 6, 1973 年.
[4] Jacobs, L. W. et al., Soil Sci. Soc. Amer. Proc, 34, 750 (1970).