

## 离石县三川河水及井水对蚕豆根尖微核率的影响

<sup>1</sup> 韩耀清 徐进兰 陈玉琳 张秀芳 吴启庆 孙江城<sup>1</sup> 付铁城<sup>1</sup>

中国辐射防护研究院 太原 030006 + 山西智凌科研发咨询有限公司

**摘要** 本文报道利用蚕豆根尖微核技术研究流经山西省离石县的三川河上下游河水和相应地区井水的污染情况及致突变的危险性,为即将在该地区建焦化厂提供本底资料。结果表明:三川河下游由于沿途小土焦等污染及南川河汇入,污染逐渐加重,微核率逐渐增加,并与 COD、油类、有机物等成正相关( $P<0.05$ )。河水主要为生活污染。井水污染也为下游区重于上游区,可能除生活污染外,还受河水渗漏侧补给的影响。

关键词：豇豆根尖；微核试验；微核率

蚕豆根尖微核检测技术(*Vicia faba* Micronucleus Testing, VMT)是国内80年代采用的一种新的生物学测试系统。是适用于监测环境污染对遗传物质DNA损伤的一种短期生物检测技术,国家环保局已将此列入《国家环境监测技术规范》,广泛用于检测湖泊、池塘、河水、地下水及农业灌溉区水体污染情况,为水的利用和废水处理提供依据。本文利用VMT检测流经山西省离石县的三川河水和相应地区井水的污染情况及致突变的危险性。

## 材料和方法

#### 1. 监测点的选择

三川河由上游的北、东、南川河在离石县境内汇合而成，后流入柳林县境内。采样点分别设在袁家庄附近，为三川河上游未受离石县城工业废水和生活污水污染的较为清洁的对照点；高家沟村，为受离石县城废水及沿河上游小土焦影响的监测点，焦化厂将建在该村附近的上游；交口镇，为南川河汇入前的采样点；李家湾，为汇合后的三川河流经的第一

个较大的居民点,也代表流入柳林县的三川河水水质情况。每点采集河水、饮用井水,分析水质和检测蚕豆根尖微核率。

## 2. 松滋青皮豆

是华中师范大学生物系筛选出的敏感品种。

### 3. 实验方法

具体方法见文献<sup>(1)</sup>。以蒸馏水为对照,镉( $CdCl_2$ 溶液 0.1mg/L 和 1mg/L)为阳性指示物,观察水质污染情况。

计算微核污染指数(PI),公式如下:

$$\text{微核污染指数}(PI) = \frac{\text{样品实测微核率 \% 平均值}}{\text{标准水(对照组)微核率 \% 平均值}}$$

按文献<sup>[1]</sup>判断河水和井水污染程度。(PID)值0~1.5为基本没有污染;1.5~2为轻污染;2~3.5为中污染;3.5以上为重污染。

水质分析：对河水和井水均按文献<sup>(2)</sup>中规定的项目和方法进行分析。本文水质分析数据由本院第五研究室提供。

水质质量指数(P)值的计算:河水和井水的监测结果分别以GB3838-53地表水水质第三级标准和GB3749-85<sup>(3)</sup>生活饮用水卫生标准进行评价。

生标准为基准,按北京西郊区地而水和地下水评价方法,求各采样点河水和井水的水质质量指数(P)值<sup>(1)</sup>,(P)值表达式为:

$$P_i = \frac{C_{i,i}}{C_{0,i}} \quad P_n = \sum_{i=1}^n P_i \quad P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i$$

式中:P<sub>i</sub>:i 污染物水质质量分指数

C<sub>i,i</sub> 污染物实测浓度值(mg/L)

C<sub>0,i</sub> 污染物评价标准值(mg/L)

n:参加评价的污染物项目数

P<sub>n</sub>:n 项污染物分指数代数平均值

求得(P)值后,按以(P)值划分的水质污染分级<sup>(1)</sup>进行水质评价,见表 1。

表 1. 地面水和地下水水质不同分级的(P)值范围[4]

水质分级	清洁(I)	微污染(II)	轻污染(III)	中度污染(IV)	重污染(V)
地面水	0~0.2	0.2~0.5	0.5~1.0	1.0~5.0	5.0~10
地下水	0	0~0.5	0.5~1.0	1.0~10	>10

## 结果和讨论

离石地区河水和井水的蚕豆根尖微核检出率:见表 2。河水和井水都以李家湾处微核率最高,高家沟村次之,袁家庄最低。微核污染指数(PI)值均在 2~3.5 之间,按文献<sup>(1)</sup>的

判断标准,均属中度污染,只是李家湾稍重,相当 0.1mg/L 镉的污染水平。各点与对照组(蒸馏水)相比,均有显著性差异。

离石地区河水和井水水质监测结果及水质质量指数(P)值,见表 3、表 4。

表 2. 离石地区河水和井水蚕豆根尖微核检出率(%)

采样点	镜检根尖数	微核率(%)	P	微核污染指数(PI)
河 水	袁家庄	6	5.82±1.74	<0.01
	高家沟村	4	7.66±4.33	<0.01
	交口镇	3	6.40±1.42	<0.01
井 水	李家湾	7	9.26±1.71	<0.01
	袁家庄	9	5.93±2.14	<0.01
	高家沟村	8	6.15±2.57	<0.01
镉	李家湾	9	9.13±1.46	<0.01
	0.1mg/L	5	9.36±2.65	<0.01
	1mg/L	4	11.47±1.20	<0.01
对照组(蒸馏水)	5	2.80±0.75		

其中河水(T.P)值包括了除悬浮物和溶解氧的其它各项(8 项),井水包括了除总硬度以外的其它各项(9 项)。结果表明:河水和井水的(T.P)值均为李家湾>高家沟村>袁家庄,按表 1(T.P)值范围评价地而水和地下水水质的分级标准,则各点河水均为Ⅳ级,(T.P)值在 1.0~5.0 之间,属中度污染,只是李家

湾稍重。污染物以有机物为主,各点水质有机物质质量指数均大于无机物质量指数,特别是 COD 和油类(P<sub>i</sub>)值更高,分别为 5.45 和 10.86。袁家庄井水属微污染(T.P)值在 0.6~0.5 之间,高家沟村和李家湾井水稍差,(T.P)在 0.5~1.0 之间,属轻污染,李家湾稍重。

表 3. 河水监测结果(mg/L)和水质质量指数(P)值

项目	袁家庄		高家沟村		交口镇		李家湾	
	含量	Pi	含量	Pi	含量	Pi	含量	Pi
悬浮物	24.33±13.03		20.75±9.63		37.00±4.49		54.83±30.42	
溶解氧	9.82±0.74		13.40±0.96		10.30±0.79		9.99±0.99	
COD	10.47±5.84	1.75	26.47±12.96	4.41	18.00±5.89	3.00	32.67±23.37	5.45
BOD <sub>5</sub>	2.47±1.00	0.49	4.09±2.92	0.82	3.53±2.32	0.71	3.49±2.81	0.70
挥发酚	0.003±0.002	0.30	0.022±0.012	2.20	0.003±0.0005	0.30	0.002±0.0008	0.20
油类	2.83±1.49	5.66	4.20±1.19	8.40	3.80±0.16	7.60	5.43±3.09	10.86
水质有机物质	2.05		3.96		2.90		4.30	
水质质量指数(org. P)值								
Cr <sup>6+</sup>	0.023±0.008	0.46	0.028±0.016	0.56	0.039±0.001	0.78	0.04±0.022	0.80
Cd	0.003±0.001	0.30	0.006±0.002	0.60	0.002±0.0005	0.20	0.002±0.0005	0.20
Hg	0.0000±0.0000		0.0003±0.0001	0.30	0.0002±0.0000	0.20	0.0004±0.0002	0.40
F <sup>-</sup>	0.63±0.17	0.63	0.797±0.156	0.797	0.59±0.12	0.59	0.757±0.139	0.757
水质无机物质	0.46		0.56		0.44		0.54	
水质质量指数(Norg. P)值								
水质质量指数(T. P)	1.37		2.26		1.26		2.42	

表 4. 井水监测结果(mg/L)和水质质量指数(P)值

项目	袁家庄		高家沟村		李家湾	
	含量	Pi	含量	Pi	含量	Pi
矿化度	353	0.78	770.0	1.21	754	
总硬度	13.23		14.18		26.25	1.68
F	0.31	0.31	0.41	0.41	0.34	
As	0.023	0.46	0.081	0.36	0.003	0.34
Cd	0.002	0.20	0.003	0.30	0.006	0.06
Cr <sup>6+</sup>	0.024	0.48	0.00	0.00	0.03	0.60
挥发酚	0.001	0.50	0.002	1.00	0.002	1.00
Cl <sup>-</sup>	23.39	0.09	38.29	0.15	37.23	0.15
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2.302	0.12	6.69	0.33	15.676	0.78
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	30.526	0.12	58.947	0.24	82.807	0.73
(T. P)值	0.34		0.50		0.66	

河水对蚕豆根尖微核的诱变效应与分析(表 5)。结果表明:微核率与 COD 呈正相关,回归方程为  $y = 3.9355 + 0.9170X_{COD}$ , 相关显著( $r = 0.9735, P < 0.025$ )。COD 是化学分解有机物需氧量,而微核率对多种有机物检测为阳性反应<sup>[5,6]</sup>;一般认为,微核率与 COD

关系密切,与本文相一致;微核率与  $BOD_5$  呈正相关,回归方程为  $y = 3.1835 + 6.0316X_{BOD_5}$ , 相关不显著 ( $r = 0.5454, P > 0.05$ ), 因为  $BOD_5$  是微生物分解有机物时的需氧量, 与水体中污染物对微生物的影响有关; 微核率与油类呈正相关, 回归方程为  $y = 1.6844 + 0.6889X_{\text{油类}}$ , 相关非常显著 ( $r = 0.9730, P < 0.025$ ), 河水中油类主要来自生活污染; 微核率与水质有机物质量指数( $org.\cdot P$ )值呈正相关, 回归方程为  $y = 2.6757 + 1.3957X_{org.\cdot P}$ , 相关显著 ( $r = 0.9394, P < 0.05$ ); 微核率与水质无机物质量指数( $Norg.\cdot P$ )值呈正相关, 回归方程为  $y = 2.9650 + 20.5X_{Norg.\cdot P}$ , 相关显著 ( $r = 0.9174, P < 0.05$ )。

$P$ )呈正相关, 回归方程为  $y = -2.9650 + 20.5X_{Norg.\cdot P}$  相关不密切 ( $r = 0.7918, P > 0.05$ ), 河水中无机物  $Cr^{+6}$ 、 $Cd$ 、 $Hg$ 、 $F^-$  等监测值不高(表 3), 不超过国家地面水第三级标准; 微核率与水质质量指数( $T\cdot P$ )呈正相关, 回归方程为  $y = 3.0048 + 2.3421X_{T\cdot P}$ , 相关显著 ( $r = 0.9174, P < 0.05$ )。( $T\cdot P$ )值包括了有机物和无机物两种污染物质, 主要为有机物的贡献(表 2)。

井水对蚕豆根尖微核的诱变效应及分析: 见表 6。

表 5. 各采样点水质及其与蚕豆根尖微核率(%) (MCN) 的相关分析

	袁家庄	高家沟村	交口镇	李家湾	相关回归方程	相关系数( $r$ )	$P$ 值
COD	1.75	4.41	3.00	5.45	$y = 3.8355 + 0.9170X_{COD}$	0.9375	$<0.025$
$BOD_5$	0.49	0.82	0.71	0.70	$y = 3.1835 + 6.0316X_{BOD_5}$	0.5454	$>0.05$
油类	5.66	8.40	7.60	10.86	$y = 1.6844 + 0.6889X_{\text{油类}}$	0.9730	$<0.025$
水质有机物质量指数( $org.\cdot P$ )值	2.05	3.96	2.90	4.30	$y = 2.6757 + 1.3957X_{org.\cdot P}$	0.9394	$<0.05$
水质无机物质量指数( $Norg.\cdot P$ )值	0.46	0.56	0.44	0.54	$y = 2.9650 + 20.5X_{Norg.\cdot P}$	0.7918	$>0.05$
水质质量指数( $T\cdot P$ )值	1.37	2.28	1.28	2.42	$y = 3.0048 + 2.3421X_{T\cdot P}$	0.9174	$<0.05$
微核率% (MCN)	5.82	7.66	6.40	9.26			

表 6. 井水水质与蚕豆根尖微核的相关分析

	袁家庄	高家沟村	李家湾	相关回归方程
水质质量指数( $T\cdot P$ )值	0.34	0.52	0.66	$y = 2.2107 + 9.5907X_{(T\cdot P)}$
微核率(%)	5.93	6.15	9.13	( $r = 0.8608, P > 0.05$ )

结果表明, 蚕豆根尖微核率和水质质量指数( $T\cdot P$ )值均为李家湾>高家沟村>袁家庄。经相关回归分析, 微核率与( $T\cdot P$ )值呈正相关, 回归方程为  $y = 2.2107 + 9.5907X_{(T\cdot P)}$ , 但关系不密切 ( $r = 0.8608, P > 0.05$ )。( $T\cdot P$ )值和微核污染指数(PI)值(表 2)表明, 三个采样点的井水有程度不同的轻到中度污

染, 李家湾较重, 袁家庄较轻。井水即地下水的水质质量除受当地居民生活污染影响外, 还受当地含水层构成和河水质量的影响。该地区含水层与隔水层在空间分布上互为消长关系, 地下水有上游断面的侧补给和河水的反补给, 都影响其水质。袁家庄地处三川河上游, 离石县城北, 污染源较少, 又没有受离石

县城工业废水和生活污水的影响,河水污染相对较轻,井水也相应较好,(T,P)值为0.34。李家湾处,三川河流经了离石县城并有南川河汇入,沿途有较多的污染物流入,致河水质量较差(表2),由于渗漏作用而影响井水,是该地区井水质量较差的原因之一。

## 参考文献

1. 国家环保局. 环境监测技术规范(水环境分册). 1986, 75-
2. 国家环保局. 环境监测技术规范(地表水和废水部分). 1986, 9-13.
3. 姚志麟, 陈秉衡主编. 环境卫生学. 1985; 372-379.
4. 唐水鉴编著. 环境质量及其评价和预测. 北京: 科学出版社, 1980.
5. 王英彦等. 中国环境科学, 1986; 6(2): 19.
6. 王英彦等. 中国环境科学, 1987; 7(5): 45.
7. 庄成等. 环境污染与防护, 1991; 13(4): 37.

癌变·畸变·突变 1994年第6卷第4期

## 接触诱变剂人员染色体损伤的研究<sup>①</sup>

许德义 毛昭娣 童慎境 孙春霞<sup>1</sup> 赵常娥<sup>1</sup> 沈依信<sup>1</sup> 陈意振<sup>2</sup> 张利能<sup>2</sup> 毛倩倩<sup>2</sup>  
乐俊琪<sup>2</sup>

宁波市医学科学研究所 宁波 315000 <sup>1</sup>宁波市第三医院妇产科 <sup>2</sup>宁波市妇儿医院

**摘要** 本文对长期接触诱变剂的工作人员进行了细胞遗传学指标的研究。结果显示:接触射线或有机化学溶剂的一线工人(接触组)姐妹染色单体交换(SCE,  $\bar{x}_1$ )微核率平均值( $\bar{x}_2$ )分别为 $\bar{x}_1 = 7.2 \pm 1.05$ ,  $\bar{x}_2 = 2.22 \pm 2.44\%$ , 高于行政工作人员(对照组A, 分别为 $\bar{x}_1 = 6.70 \pm 1.83$ ,  $\bar{x}_2 = 1.08 \pm 1.73\%$ ), 也高于在校学生(对照组B,  $\bar{x}_1 = 5.11 \pm 0.56$ ,  $\bar{x}_2 = 0.36 \pm 0.37$ )。接触组中有裂隙7.14%, 断裂6.17%, 也显著高于对照组A(裂隙和断裂各为1.56%)和对照组B(未发现畸变,  $t$ 检验,  $P < 0.05$ )。有关淋巴细胞转化率的变化, 接触组和对照组A中60%以下的人数有所上升, 各为19.76%和14.07%, 而对照组B淋转均在60%以上, 属正常范围。

**关键词** 放射线; 有机溶剂; 姐妹染色单体交换; 微核试验; 淋巴细胞转化率; 染色体畸变;

当今科研、医学、工农业生产和社会运输日益发展, 因工作需要而接触诱变剂的人越来越多, 诱变剂对机体、细胞产生的遗传学效应更为引人注目<sup>(1)</sup>。

本文对长期从事接触射线和化学有机溶剂的人员进行了染色体畸变、SCE、微核及淋转率检测, 观察所诱发的多种变化, 并探讨其起因。

## 材料和方法

### 1 实验对象

- 1.1 接触组: 接触放射性射线或有机化学溶剂者为中国石油化工总公司第三建设公司的探伤工(接触X-射线和Y-射线)及油漆工(接触苯、甲苯等有机化学物质), 均为在现任岗位工作5年以上的一线工人。
- 1.2 对照组A: 中国石油化工总公司第三建设公司的行政工作人员, 其中一部分人曾在一线工作过, 但已离开一线工作5年以上。
- 1.3 对照组B: 宁波市卫生学校学生。

① 宁波市科委科研基金资助