

研究通讯

黑索金 (RDX) 对农作物毒性影响的初步研究

任莲菊 刘正蒙 沈 立 沈志松

(山东农业科学院)

(华东工程学院)

梁道荣 黄舜阶 崔 如 高学曾 滕世云*

(山东农业科学院)

(山东大学生物系)

黑索金 (以下简称 RDX), 分子式为 $C_3H_6N_6O_6$, 学名环三亚甲基三硝胺, 是一种威力大于梯恩梯 (TNT) 的烈性炸药。根据对哺乳动物^[1]和水生生物^[2]的毒理学试验, RDX 是一种中等偏强的有毒物质。在我国, 大多数 RDX 生产厂家排放的含有 RDX 废水被直接用来灌溉农田。迄今, 尚未见到有关 RDX 对农作物影响的报道。

我们早在 1969 年就开始用模拟的 RDX 废水对农作物进行毒性试验, 探索 RDX 对农作物生长发育的影响, 为制订工业废水灌溉农田的水质标准和安全使用废水提供科学依据。

材 料 和 方 法

一、RDX 模拟废水 工业品由国营 805 厂提供。将过饱和的 RDX 溶液加热煮沸, 冷却后静置 24 小时后再过滤除去未溶解的 RDX, 制得饱和溶液。经示波极谱仪法^[3]测定在室温 (20℃) 下其平均浓度为 50mg/L, 以此为母液, 用稀释法制配不同浓度的 RDX 溶液, 用以灌溉作物。

二、供试作物 有玉米、大豆、水稻、高粱、谷子、小麦、花生、棉花和地瓜等。

三、试验方法 用盆栽法, 每盆栽土壤 14 公斤, 管理方法因作物而异, 详见表 1。每

表 1 供试作物处理和管理情况

作物	品种	播种日期 (月、日)	每浓度组 种植盆数	每盆株数	每盆浇 灌次数	每次浇灌量 (ml)	母液平均 浓度 (mg/L)	盆中 RDX 积累量 (mg)		
								50mg/L 组	25mg/L 组	10mg/L 组
玉米	双跃 150	5.26	5	2	18	1000~2000	49.5	891.0	445.5	178.2
大豆	齐黄一号	5.26	5	3	17	1000~2000	49.5	841.5	427.5	168.3
地瓜	南京 192	6.19	3	1	25	1000~2000	50.8	2235.2	1117.6	447.0
水稻	—	6.19	3	4	26	1000~2000	50.8	3048.0	1524.0	609.6
高粱	抗蚜二号	6.19	7	2	18	1000~2000	50.8	1016.0	508.0	203.2
谷子	—	6.19	7	5	15	1000~2000	50.8	762.0	381.0	152.4

种作物设三个浓度, 即 50、25、10mg/L 和对照组。从播种到收获, 观察作物的生长发育情况, 收获后进行考种。

四、微生物对 RDX 的分解作用 在三

角瓶中加入牛肉膏-蛋白胨培养基, 以土粪提取液做菌种接入三角瓶培养基上, 对照组不

* 参加试验人员以姓氏笔划为序, 刘正蒙执笔。

接种。同时在瓶中加入不同浓度的 RDX 溶液,置于 28℃ 培养箱中培养,然后用示波极谱仪法分期测定培养瓶中的 RDX 浓度。另一试验是在盆中加入农田土壤 15 公斤,固体 RDX 5 克,水 5 升,进行灭菌处理,然后加入少量的干粪做为菌种接入盆中,另一盆不加干粪作为对照组,整个试验在无菌条件下进行,用示波极谱仪法分期测定各处理的 RDX 浓度。

结 果 和 讨 论

一、RDX 对农作物的毒性反应

根据初步研究,RDX 在一定的浓度范围内对供试作物都有毒害作用,但危害的方式和受害的程度因浓度和作物的不同而异。一类是光合器官受到破坏,从而直接影响作物的生长发育。受害作物其外观症状是叶片

先出现褐色斑点,渐渐扩大直至整个叶片枯黄,有的造成整株死亡,产量大幅度下降。属于这一类的有小麦、水稻、大豆、玉米和棉花,其中以大豆最为敏感。第二类是作物的光合器官受害不明显,但生殖器官出现严重的不孕,有的因生殖器官的败育而造成绝产。属于这一类的有高粱和谷子。第三类是对光合器官和生殖器官的影响不明显,只是在较高的浓度 (50mg/L) 下,才引起产量的下降,详见表 2。

二、RDX 浓度与作物受害程度的关系

由试验结果可以看出,RDX 对作物的受害程度与浓度成正比。为进一步验证 RDX 在较低浓度下对作物的影响,我们又做了五个浓度组的试验,即 50、10、5、3.75 和 2.5mg/L。试验结果见表 3。

从表 3 中可以看出,当 RDX 的浓度在

表 2 RDX 对农作物生育的影响

作物	项 目 浓度 (mg/L)	株 高	千 粒 重	单株粒重	每盆粒重	干物重
		(cm)	(g)	(g)	(g)	(g)
玉米	50	201.8	20.6	56.3	450.0	1075.0
	25	206.8	18.8	79.2	475.0	1125.0
	10	188.4	21.0	53.1	425.0	900.0
	对照	188.8	19.3	85.0	425.0	1075.0
水稻	50	104.3	22.5	80.8	80.8	274.0
	25	108.0	23.1	—	103.3	299.2
	10	—	—	—	—	—
	对照	104.7	25.3	—	116.8	370.0
大豆	50	70.5	119.0	—	42.8	250.0
	25	99.7	125.0	—	46.0	250.0
	10	116.5	145.2	—	98.3	437.5
	对照	134.3	149.0	—	128.5	500.0
高粱	50	212.3	22.5	3.0	4.0	—
	25	233.2	25.0	—	72.5	—
	10	—	—	—	—	—
	对照	253.4	18.1	14.5	260.5	—
谷子	50	107.9	2.6	2.1	71.9	300.0
	25	124.6	2.4	3.7	146.8	375.0
	10	117.9	2.4	4.9	121.8	225.0
	对照	145.2	2.5	7.9	169.8	375.0

3.75mg/L 时,对花生和大豆的产量已没有影响.随着 RDX 浓度的增加其产量受影响增大.

表 3 不同浓度 RDX 对作物产量(克/盆)的影响

浓度(mg/L) 作物	50	10	5	3.75	2.5	对照
花生	4.43	33.75	38.75	39.38	—	40.63
大豆	15.00	30.63	30.94	37.50	42.50	36.25

三、土壤微生物对 RDX 的分解作用

在试验中,把受害作用较为严重的两盆玉米和大豆停止浇灌 RDX 废水,改浇清水.半月后生长显著恢复.例如用 50mg/L 浇灌的大豆,当时几乎枯死,改浇清水后,植株慢慢长出新的枝叶,逐渐恢复正常.我们用这两盆重新播种上玉米和大豆,新长出的植株均生长正常.这说明 RDX 在土壤中不稳定,可能是微生物对 RDX 的分解,从而对作物解除了毒害作用.为此,我们在培养基里加入不同浓度的 RDX,然后接上菌种测定 RDX 的浓度变化,结果发现在接菌种后 RDX 的浓度随时间的延长而降低.如 50mg/L 浓度的培养基中,接菌种后 33 小时 RDX 的浓度降为 3.2mg/L,培养 57 小时后浓度降为 1.59mg/L,培养 81 小时则浓度降为零.这说明培养 81 小时后, RDX 已被微生物全部分解.但未接菌种的 50mg/L 浓度组的培养基中,经 142 小时后 RDX 的浓度为 45.7mg/L.在盆栽试验中得出,加 15 公斤农田土壤、5 克固体 RDX 和 5 升水的盆中让其发酵,18 天后 RDX 被分解掉 94%,25 天后分解掉 98.7%.如果在土壤中加入一些干粪,25 天后盆中的 RDX 被分解掉 99.9%.反之,如果把土壤进行灭菌处理, RDX 就根本不能分解.这一试验初步说明,农田土壤中的微生物具有分解 RDX 的能力.经初步鉴定,

分解 RDX 的微生物是杆菌和球菌.这为利用微生物处理 RDX 工业废水提供了科学依据.近年来已有一些用微生物来分解 RDX 的报道^[4-6].

四、关于农作物生长的安全浓度

RDX 对农作物的毒害作用与浓度成正比.当浓度为 10mg/L 时, RDX 对农作物有明显的毒害,从而使作物的产量大幅度下降.浓度为 5mg/L 时仍有一定的毒害作用,到 3.75mg/L 浓度时则作物的产量不受其影响.因此,可以把农作物生长的安全浓度定为 3mg/L.而在实际环境中,使用 5mg/L 的 RDX 污水灌溉农田,对作物的生长和产量并未引起不良影响.产生这种情况的原因可能是在实验室条件下,浇灌的 RDX 几乎全部蓄积在盆中,而大田灌溉则由于地面径流和地下渗透作用, RDX 没有全部蓄积在大田表层里.另一方面在大田条件下,土壤微生物对 RDX 的分解作用更易进行.所以,用 5mg/L 浓度的 RDX 工业废水灌溉农田则不表现对作物的毒害.虽然如此,我们认为, RDX 对作物生长的安全浓度还是取 3mg/L 为好.因为在实际环境中所使用的污水最高浓度为 5mg/L,取 5mg/L 浓度没有任何安全系数,而取 3mg/L 作为 RDX 的安全浓度就包含了较大的安全系数.

结 语

通过 RDX 对农作物毒害作用的初步研究,了解到不同浓度的 RDX 对作物生长发育的影响.同时亦初步研究了土壤微生物对 RDX 的分解作用.提出了用 RDX 工业废水灌溉农田的安全浓度.但我们的工作还做的比较简单,许多方面仍需深入地研究.这些工作包括 RDX 在作物体内的分布、代谢,转化和致毒机理;从生态毒理学的角度来研究 RDX 对整个农田生态系统的影响;用环境毒理学的方法来研究 RDX 对人体健康的影响及其机理等.

参 考 文 献

- [1] 孙世荃, 卫生研究, (1), 30(1976).
[2] J. H. Sullivan, AD-A087683 (1979).

- [3] 沈志松等, 分析化学, 11(4), 289—290(1983).
[4] N. G. McCormick, *Appl. Environ. Microbiol.*, 42(5), 817—823 (1981).
[5] 杨彦希等, 环境工程, (3), 8—11(1985).
[6] 杨彦希等, 微生物学报, 23(3), 251—256(1983).

硒对大鼠外周血淋巴细胞姐妹染色 单体互换率 (SCEs) 的影响

孙玉敏 高国栋 任金荣

(河北省肿瘤研究所)

王恒生 任金瑞

(河北省医学科学院)

近年来硒颇受人们的重视, 它不仅是人体的必须微量元素, 而且还与克山病与肿瘤的防治有密切关系^[1], 可以推测, 不久的将来, 硒制剂必然会得到广泛地应用, 因此有必要了解硒对机体各种机能的影响, 为合理用药提供依据。

我们曾就硒对大鼠外周血淋巴细胞 SCEs 的影响进行了动态观察, SCEs 这一测试手段, 是监测染色体损伤、检出诱变致癌剂的敏感方法^[2]。本文应用 Wistar 大鼠, 每天腹腔注射一定量的亚硒酸钠, 定期取外周血观察 SCEs 的变化, 并进行离体实验, 以进行比较。

一、材料和方法

实验采用 5—6 个月龄 Wistar 大鼠 10 只, 雌雄各半, 平均体重 263g。用药前各采血 1ml 进行培养, 此血用于自身对照及离体实验, 然后对每只动物经腹腔注射 Na_2SeO_3 溶液, 以生理盐水溶解, 浓度为 0.3mg/ml, 每日注射一次, 每次 0.5ml, 共注射 30 次。除用药前采血外, 另于用药后 24h、1 周、2 周、3 周、4 周及 8 周分别采血检测。

每次取心脏血 0.6—1ml, 以肝素 (500u/ml) 1:3 抗凝, 按我们以前报道的方法^[3]进行

培养, 其步骤为: 将每 0.3ml 血样分别注入含 5ml RPMI1640 培养基中, 每瓶内含有 10% 小牛血清, 青霉素 200u/ml, 链霉素 200 μg /ml, 另加谷氨酰胺 0.5mg/ml, 巯基乙醇 ($\text{HSCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$) 2 μg /ml 和 PHA 150 μg /ml; 37°C 孵育 20—22h 后加入 Brdu 5 μg /ml; 继续培养至 72—74 小时收获细胞; 并于收获前 4.5 小时加秋水仙素 0.025 μg /ml。染色体标本制作按常规方法进行。

姐妹染色单体的分化染色基本上按 Perry 的 FPG 法^[4]进行。荧光素 Hoechst-33258 浓度为 2 μg /ml。Giemsa 染色。在所制标本片中选择反差良好的分裂相计 SCE 数, 每一标本共计数 20 个中期分裂相。

离体试验是将用药前所取每只动物 1ml 血分别接种 3 瓶进行培养。其中一瓶用于自身对照, 另外两瓶分别加入 0.02 和 0.005 μg /ml 的 Na_2SeO_3 溶液。加药时间在培养 48 小时进行。其他步骤与对照组相同。

二、结果和讨论

在离体实验中, 10 只 Wistar 大鼠外周血淋巴细胞 SCEs 的结果见表 1。可见低浓度亚硒酸钠处理组与对照组比, SCEs 有显著性差异 ($P < 0.05$); 高浓度组有极显著性