

监测分析

蚕桑氟污染的监测和预报*

卞詠梅 谢明云 汪嘉熙

(江苏省植物研究所)

由于农村、市郊社队工业蓬勃发展,砖瓦厂(窑)、磷肥、陶瓷、玻璃及某些化工厂排放氟化物,对蚕桑产区的威胁与日俱增。近年来,我们对江苏部分蚕区调查表明,在附近有上述氟污染源的桑叶中,含氟量普遍超过家蚕伤害阈值(30ppm),家蚕中毒、死亡事故时有发生、蚕茧的数量和品质都不同程度的下降,以江苏二个主要蚕种生产基地(镇江蚕种场和浒关蚕种场)为例,1983年春,镇江蚕种场一代杂交种有30%受到氟害,其中一个新品种因无法制种而全部淘汰,相当于少收鲜茧6,400担。浒关蚕种场有批蚕正常情况下应收茧600市斤,结果只收到6市两,危害可见一斑。

一、材料与方法

(一) 设立监测点: 镇江蚕种场位于市西丘陵地。在桑园中离污染源(砖瓦厂)不同方位、距离设立六个监测点(见图1),各点安放常规气象用双层百页箱一只,箱底离地1.5m、箱周围选定15株桑树供试验用。

(二) 大气氟浓度测定:碱性滤纸法。 $\phi 9$ cm新华中速定量滤纸,每张用0.1mol NaOH 1ml处理,50℃烘干,密封待用,每次每箱挂纸3张,分别测定含氟量,取平均值。(测定方法与桑叶同)滤纸含氟单位: $\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ 。

监测期内,每天记录天气情况(降雨、气温、风向等)。

(三) 桑叶含氟量测定: 根据家蚕不同令期饲喂要求,每次取桑枝上一定部位叶

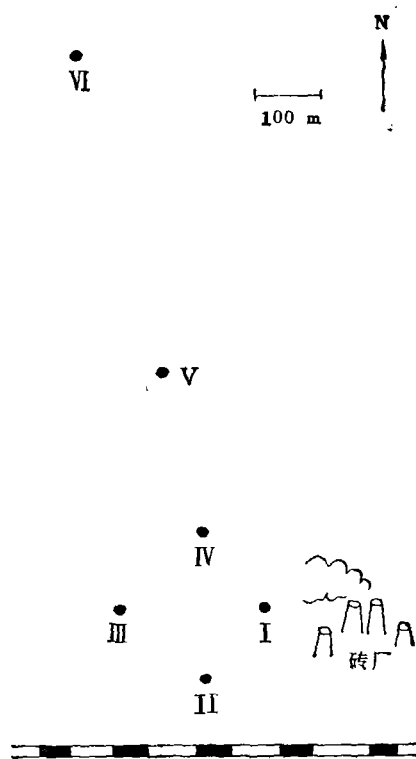


图1 桑园监测点分布图

20—30片(1—2令蚕期取第四叶,3—4令蚕期取“三眼叶”**,80℃烘6h,磨粉机粉碎过60目筛,塑料瓶分装密封待测。

测定步骤:称取桑叶100mg,分别放入50ml塑料杯中,加10ml 1mol H_2SO_4 ,电动搅拌提取20min加10ml柠檬酸- KNO_3 缓冲

* 这项工作得到镇江蚕种场场长苏树鑫同志的支持、该场顾晓山等同志参加部分试验、谨致谢忱。

** 注:“三眼叶”是止芯芽的俗称,是开放2—5片叶子后就停止生长的桑芽,多分布于枝条中下部,生长停止早,叶片成熟度较齐。春蚕期一般作为第3—4龄蚕的用桑。

液 (147g 柠檬酸、50g KNO_3 溶解后稀释至 1l), 用氟离子选择电极以 PXD-12 型数字式离子计用标准加入法测定。

(四) 桑叶吸收积累氟化物的规律测定: 5月下旬, 在轻、重二个污染区中分别从 20 个枝条自上而下采集 1—8 位叶进行氟含量分析。

(五) 在家蚕对氟中毒的敏感期(三龄), 对全场 27 个不同地点的桑叶进行全面检测。

二、结果与讨论

(一) 蚕桑区氟污染监测预报效果

在家蚕催青期(4月26日)开始在各监测点的百页箱中挂碱性滤纸开始测定大气氟, 每隔 7 天进行一次, 同时采箱体周围的桑叶作同步分析, 并以江苏省植物研究所(清洁 1)作为对照。5月3日第一次监测结果表明(见表 1)。桑叶和大气氟化物含量远远超过清洁区, 尚未开始喂蚕的嫩叶中含氟量普遍超过 30ppm, 其中第 IV 监测点(距污染源距离较 1 点远, 但所处地势高于砖厂烟囱)的大气和桑叶含氟量也都比其他各点高, V 监测点桑园位于低洼处, 有坡地作屏障, 含氟量相应偏低, 在以后若干次监测中都保持这样的趋势, 反映了丘陵山地由于地形、地势、风速等因素与平原桑园有所不同。

表 1 大气和桑叶含氟量

监测点	氟含量	
	桑叶 (ppm)	大气 ($\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$)
I	44.0	2.85
II	43.1	2.39
III	40.4	2.28
IV	53.5	3.27
V	29.4	1.64
VI	33.3	2.35
清洁区	9.7	0.89

由于定期的监测和预报, 使生产单位及

时地了解各桑园的氟污染情况, 有计划采桑并采取相应措施: 如立即中止饲喂高氟量桑叶; 对污染重的桑园喷洒石灰水; 合理调配使用桑叶等等, 避免了重大损失, 使蚕种生产完成计划, 获得了好收成。与此同时, 将监测资料向有关部门报告, 引起了领导的重视, 使砖厂在 5 月中旬暂时停止烧窑, 降低了大气氟污染。(这个砖瓦厂已于 1985 年初正式转产, 从而拔除了对桑园危害甚重的污染源)。

(二) 桑叶和大气氟浓度的相关性

实验证明, 碱性滤纸能直接反映当地空气氟污染的程度, 与桑叶含氟量有较好的相关性。根据家蚕不同龄期要求饲喂桑叶的差异, 我们分别得到了以下二个定量关系:

1. 1—2 龄蚕期大气和桑叶的相关性:

桑枝上自上向下的第 2—5 叶是家蚕 1—2 龄幼蚕的食用叶, 我们取第四叶作分析, 这部分叶一段展开约 20 d 左右。从 4 月 26 日到 5 月 10 日, 桑枝上第四叶的含氟量与大气浓度之间相关性为

$$y_{\text{桑叶}} = 3.06 + 14.82 x_{\text{大气}} (r = 0.836^{**}) \dots \textcircled{1}$$

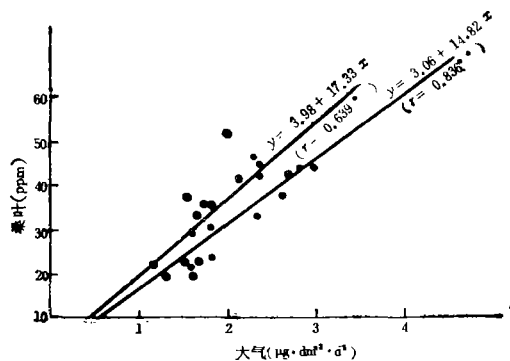


图 2 桑叶氟浓度与大气氟的相关性

若 $y_{\text{桑叶}}$ 含氟 30ppm 为家蚕受害临界浓度, 则 $x_{\text{大气}}$ 应控制在 $\leq 1.82 \mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ 。但当时的桑园能达到这个要求的只有第 V 监测点, 其余桑园都超过了阈值。

2. 三龄蚕期大气氟和桑叶的相关性:

“三眼叶”是 3—4 龄蚕的食用叶, 这些叶在大气中暴露的时间长 (40—50d), 除吸收

氟化物外,也受到温度、降水、降尘、风速等多种环境因素的影响。家蚕进入三龄期后,食桑量大增,这时桑叶含氟如超过阈值,容易导致家蚕受害,所以这一时期称为对氟中毒的敏感期。我们测得“三眼叶”的含氟量与大气氟的相关性如下:

$$y_{\text{桑叶}} = 3.98 + 17.33 x_{\text{大气}} \\ (r = 0.639^*) \cdots \textcircled{2}$$

根据②式,如 $y \leq 30 \text{ ppm}$,则蚕桑区的大气氟浓度应控制在 $1.5 \mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ 。如考虑一定的安全系数,可以桑叶含氟本底值 10 ppm 为基准,②式中当大气氟浓度下降 20% 时,桑叶中含氟量接近本底值,因此大气氟浓度取计算结果的 80%,即为 $1.2 \mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ 。这作为春蚕、三龄期大气氟浓度基准,对蚕桑区是安全的。在镇江丘陵山地得到的这一结果与 1983 年浙江农业大学在杭嘉湖平原蚕区大气氟基准相吻合。日本柳沢靖浩(1977)在砖厂周围桑叶氟污染的调查也指出大气氟浓度超过 $1.5 \mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ 将会对周围家蚕产生不良影响。这些结果都能互为佐证。

碱性滤纸法能监测大气中的氟污染状况,与桑叶含氟量有较好的相关性,可以间接推算桑叶的氟浓度。测定操作比桑叶分析更简便,在蚕桑区可望推广使用。同年,在苏北最大的蚕区海安县,曾选择有代表性的砖瓦厂、磷肥厂进行监测,也取得较好效果。

(三) 桑叶吸收和积累大气氟化物的规律:

1. 不同叶位含氟量的变化:

在氟污染的环境中,据 $\Delta F = kct$ 公式,桑叶中的氟积累与大气氟浓度 (c) 和暴露时间 (t) 的乘积成正比,同一桑枝上的叶片,含氟量随叶位自上而下递增。图 4 为 20 个桑枝上不同叶序叶片含氟量的变化,在自然环境下,降雨、粉尘等诸因素均能影响叶片的含氟量,但氟含量的规律仍然十分明显,轻污染区第 1 叶到第 8 叶由 16.6 ppm 递增到 47.8

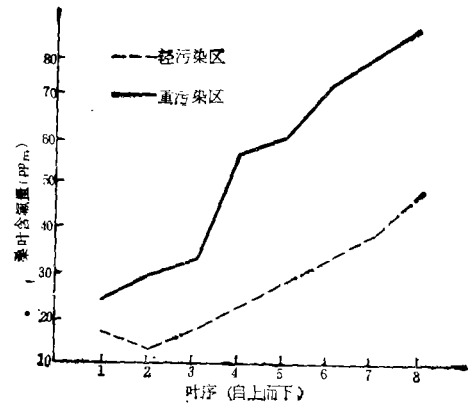


图 3 不同叶序桑叶含氟量的变化

ppm, 后一叶比前一叶平均多 5.9 ppm , 重污染区则由 22.8 ppm 递增到 84.4 ppm , 后一叶较前叶多增加 8.8 ppm 。说明桑叶能反映环境氟浓度,高氟地区的桑叶,含氟量高;而且叶龄越大,在大气中暴露的时间越长,叶内氟化物积累也相应增加。

了解和应用以上这一规律是有意义的,首先在蚕业生产上,根据家蚕发育阶段和对氟的抗性强弱,有计划地采桑喂蚕或对“老叶”进行必要的处理(如增加喷灌次数、水淋洗、喷洒石灰水等)降低毒性后再用来喂蚕。又如家蚕 4—5 龄时要大量伐条摘叶,更要考虑轻、重污染区桑叶和老、嫩叶的适当搭配,进行必要的“稀释”,以减轻毒性;第二,在监测大气和桑叶氟积累的关系时,应强调采集一定部位的叶进行分析。不然就难以得到符合规律的结果。日本柳沢靖浩等也指出:桑叶叶龄相同,碱性滤纸法和桑叶氟浓度之间的关系不随季节而改变,能够用一根回归线表示;第三,在家蚕受害原因分析时,也应采集当龄期食用桑叶进行分析,否则得不到正确的结果。

2. 同一叶片含氟量分布:

同一叶片中氟化物的分布是不均匀的,把不同污染区桑枝上同位 20 片叶,自叶缘到中心每 2 cm 分成外、中、内三部分及叶前端、后端和叶柄等不同部位测定结果表明

表 2 桑叶不同部位的含氟量 (20 片叶平均值)

项目 区域		氟含量 (ppm)		氟浓度比值(%)	
		重污染区	轻污染区	重污染区	轻污染区
叶 片	外层	52.8	29.7	120.8	124.8
	中层	44.5	22.2	101.8	93.3
	内层	33.7	19.6	77.1	82.4
	平均	43.7	23.8		
	前端	59.1	32.9	116.3	128.0
	后端	42.4	18.5	83.5	72.0
	平均	50.8	25.7		
	叶 柄	4.8	3.8		

(见表 2): 叶片上的氟以外层积累最多、中心最少,叶片前端又比基部为多,叶柄处只测到痕量氟,说明被叶片吸收的氟大部分随蒸腾流转移到叶缘和尖端部,很少或不进入筛管从叶向茎运输。桑叶对氟化物不很敏感,根据不同品种的整叶片分析,含氟量即使达到 80 ppm 或 100 ppm,也未出现明显叶伤害症状,但这些叶片边缘所积累的氟已大大超过平均分析的含量,家蚕食桑时又正是先从叶缘开始咀嚼,这些氟化物浓缩的部位,对起眠时抵抗力弱的蚕更容易产生危害,氟对家蚕造成的危害,以往以桑叶平均氟浓度 30 ppm 为伤害阈值,实际上造成家蚕氟中毒的阈值可能比桑叶的平均分析值要高。

三、结 论

(一) 即使一个中、小型砖瓦厂(窑),对桑园的污染也很重,危害蚕业生产。建议桑

蚕产区不要兴建砖瓦、玻璃、搪瓷、磷肥等排氟高的工厂。

(二) 在可能有氟污染的地区,在调查污染源的基础上,加强大气氟的监测和预报,及时采取必要的防治措施,有明显的效果。

(三) 桑叶中的氟含量与碱性滤纸测得的大气氟浓度有很好的相关性,在监测中可通过碱性滤纸法来推算桑叶的氟含量。

(四) 桑枝上不同叶位、以及一片叶的不同部位含氟量有很大差异,在生产上和监测分析评价时应加以注意。

参 考 文 献

- [1] 江苏省植物研究所,环境保护,6,23(1975).
- [2] 吴方正等,中国环境科学,4(4),19(1984).
- [3] 栗林茂治,日本蚕业学杂志,46(6),536(1977).
- [4] 柳沢靖浩等,群馬县蚕业试验场年报,(51),39(1978).
- [5] 卞咏梅环境导报(3) 5,(1985).