

表 5 NO_3^- -N 在各次施肥后的淋失

处 理	NO_3^- -N 淋失					
	第一次 +第二次		第 三 次		第 四 次	
	淋失 (%)	δ	淋失 (%)	δ	淋失 (%)	δ
硫 铵	96.42	2.27	0	0	3.59	2.26
尿 素	99.34	0.73	0	0	0.66	0.74
硝 铵	96.95	3.41	1.39	2.14	1.65	1.29

三、小 结

1. 施用不同形态的氮肥都能随土壤水分, 通过土壤-植物系统而部分淋失, 其中以 NO_3^- -N 为主, NO_2^- -N 次之, NH_4^+ -N 只占很小比例。

2. 氮肥淋失量的大小和氮肥品种以及施氮量的不同而有明显差异, 其中硝铵施用高量时, 淋失率最高, 可达 9.3%, 尿素和硫铵淋失率较低, 为 0.23—0.51%。

3. 氮肥淋失率的高低与施肥时期有着密

切关系, 特别在苗期, 植物根系尚未发育完全时, 施用大量氮肥, 会加剧氮污染地下水的危险。

4. 氮是生命所需要的元素, 又是环境污染的因素。在实现农业现代化, 增加化肥用量以及各种氮污染源进入土壤, 很容易通过硝化作用变为 NO_3^- 。若作物不能及时加以吸收和利用, 而土壤胶体本身带负电, 不易吸附 NO_3^- , 一旦 NO_3^- 由耕层迁移到植物根系层下面, 就很容易随着土壤水分的下渗运动而转入地下水, 存在着 NO_3^- 持续污染地下水的潜在危险。因此, 要采取有效措施, 在增产与保护环境两方面, 保持合理的平衡, 显得十分重要。

参 考 文 献

- [1] Bijay Singh and G. S. Sekhon, *Agriculture and Environment*, 4(3). (1979).
- [2] *Conference on Nitrogen as a Water Pollution*, Vol. 1—3, IA. WPR, 1975.
- [3] Nielsen, D. R. et al. *Nitrogen in the Environment*, Vol. 1—2, Academic Press, 1978.

植物蒸腾作用、吸汞速率与温度的关系

杜式华

(南开大学化学系)

方声钟

(美国俄勒冈州立大学农化系)

利用植物净化大气的方法已越来越受到人们的重视。汞蒸气是大气污染物之一。不同种类的植物对汞的吸收能力有显著差异。在环境条件相同的情况下, C_3 植物的平均吸汞速率约为 C_4 植物的六倍^[2]。这一差异与 C_3 和 C_4 植物体内过氧化氢酶的活性有关^[3]。

除植物自身的生理生化因素之外, 外界环境如温度、光照及汞蒸气浓度等, 对植物的吸汞速率也有直接的影响。随着温度、光照和汞浓度的增加, 不论 C_3 或 C_4 植物, 吸收汞

的能力都有所增加^[2]。但目前对这些环境因素的作用机理尚未全部弄清。本试验的目的即探讨温度与植物蒸腾强度和吸汞速率之间的关系, 从而解释温度是如何影响植物的吸汞能力的。

材 料 和 方 法

一、植物材料

本试验选用 C_3 植物燕麦 (*Avena Sativa* L.)、大麦 (*Hordeum vulgare* L.) 和 C_4 植物

马唐 (*Digitaria sanguinalis* L.) 等三种禾本科植物为试验材料, 在装有泥炭土及壤土混合物的 25 毫升塑料瓶中培养, 用 3% 10:5:5 (N:P:K) 的液体肥料定时浇灌。每个小瓶内只播一粒种子, 置于温室中。昼夜温度控制在 23/16℃。试验时植物生育期为 2—3 叶期。

二、吸汞速率的测定

本试验是利用放射性同位素 ^{203}Hg 进行的。 ^{203}Hg 的熏气系统及植物对汞吸收速率的测定如文献 [1、2、4] 所述。植物对 ^{203}Hg 的吸收用每克植物 (鲜重) 每小时所吸收的 ^{203}Hg 重量以 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}\text{h}^{-1}$ 表示。但由于植物对汞的吸收与汞蒸气的浓度有关, 因此用汞的吸收与熏气时汞蒸气浓度的比值才能更合理地反映植物的吸汞速率, 以 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}\text{h}^{-1} / \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ 表示。

三、蒸腾作用的测定

试验时把整株植物连同培养瓶一起放入植物熏气室内, 并将一装有干燥剂的塑料小盒接于熏气室, 当空气通过时, 其中的水蒸气即被干燥剂吸收。于试验前后分别称小盒重量, 两次重量之差即植物通过蒸腾作用所释放出水的重量。蒸腾作用强度以 $\text{mgH}_2\text{O} \cdot \text{g}^{-1}$ (植物鲜重) $\cdot \text{h}^{-1}$ 表示。植物培养瓶的土壤表面用凡士林密封, 以防土壤水分的干扰。熏气室中的水分通过两个干燥塔及空白试验除去, 以保证试验的准确性。

植物熏气室被浸放于一个玻璃恒温水浴器内, 以控制试验所需的温度。

结果与讨论

一、植物蒸腾作用、吸汞速率与温度的关系

图 1 所示是温度与大麦、燕麦和马唐平均蒸腾强度及平均吸汞速率之间的关系。通过最小二乘法的计算得出了一条蒸腾与温度的正相关直线, 相关系数为 0.97。另外一条温度与植物平均吸汞速率的正相关直线, 相

关系系数为 0.92。这一结果表明, 当温度在 15—40℃ 范围内时, 植物的蒸腾作用和吸汞速率都与温度有很好的正相关线性关系。

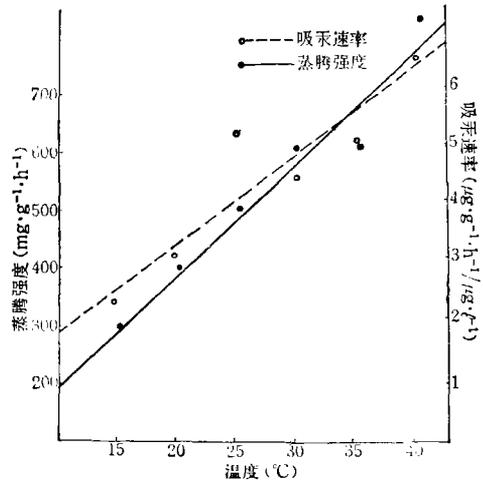


图 1 温度对植物蒸腾强度及吸汞速率 (三种植物的平均) 的影响

○ --- 吸汞速率 $y = 0.15x + 0.33$ $r = 0.92$
 ● --- 蒸腾强度 $y = 19.6x - 1.29$ $r = 0.97$

植物蒸腾作用的状况是气孔活动的标志。因此, 蒸腾作用随温度的升高而增强这一事实, 说明叶片的气孔活动由于温度的升高而加强。蒸腾强度的增加就必然会导致植物对汞蒸气吸收能力的增加。由此可见, 温度对植物吸汞速率的影响, 主要是通过气孔活动发生变化而引起的。

二、温度对 C₃ 和 C₄ 植物吸汞速率和蒸腾强度影响的差异

图 2、3、4 所示为温度与大麦、燕麦、马唐等各个植物吸汞速率和蒸腾强度之间的关系。由图可以看出, 三种植物的蒸腾作用和吸汞速率虽然都是随温度的升高而升高, 但是二者的增加速度在 C₃ 和 C₄ 植物之间是有区别的。这三种植物的蒸腾作用对温度的依赖关系基本一致, 回归方程的斜率分别为: 17.90 (大麦)、18.62 (燕麦)、18.9 (马唐), 其间无明显差异。但是, 三者吸汞速率对温度的依赖关系不同, 回归方程的斜率, 大麦为 0.18、燕麦为 0.20, 而马唐只有 0.11, C₃ 比

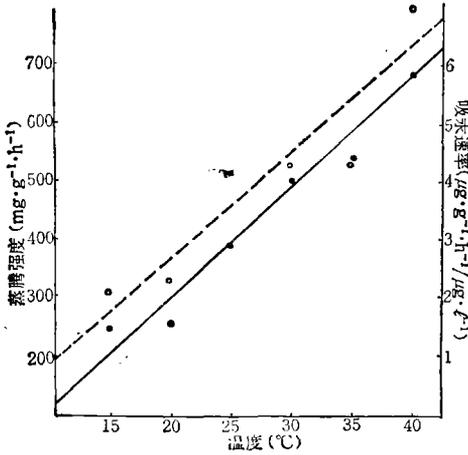


图 2 温度对大麦蒸腾强度及吸汞速率的影响
 ○ --- 吸汞速率 $y = 0.18x - 0.90$ $r = 0.91$
 ● — 蒸腾强度 $y = 17.9x - 55.46$ $r = 0.98$

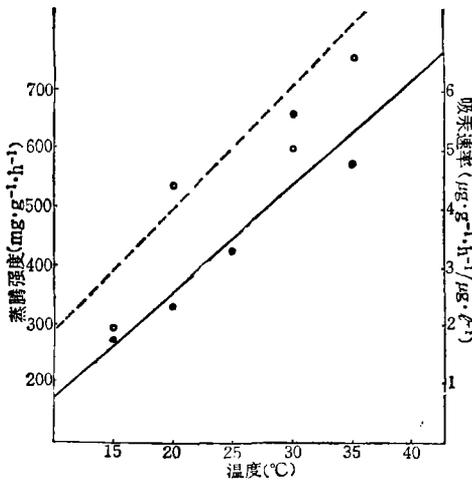


图 3 温度对燕麦蒸腾强度及吸汞速率的影响
 ○ --- 吸汞速率 $y = 0.20x - 0.01$ $r = 0.81$
 ● — 蒸腾强度 $y = 18.62x - 14.30$ $r = 0.90$

C₄ 植物高。这可能是因为两类植物具有不同过氧化氢酶活性的缘故。C₃ 植物的过氧化物酶体(Peroxisome) 大得多,因而过氧化氢酶含量也高;而 C₄ 植物叶肉细胞中的过氧化物酶体小而少,酶的含量也低^[5]。资料证明,大麦叶片内过氧化氢酶的活性为马唐的 2.7 倍,而燕麦却仅稍低于大麦^[3]。因此对于 C₃ 植物而言,气

体进入叶片的通路是其吸收汞的限制因素,只要汞蒸气能够进入植物体内,大量的过氧化氢酶就能将其吸收、转化;而 C₄ 植物,纵然蒸腾强度有所增加,气孔随之有所扩大,由于过氧化氢酶的含量较低,故仍然限制其吸汞速率。

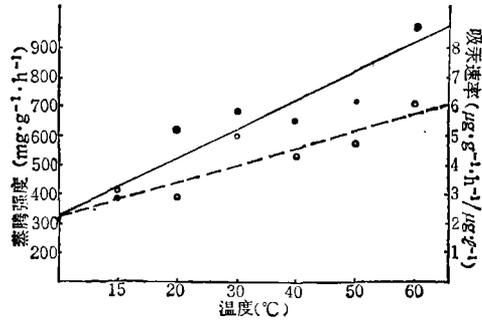


图 4 温度对马唐蒸腾强度及吸汞速率的影响
 ○ --- 吸汞速率 $y = 18.9x + 141$ $r = 0.91$
 ● — 蒸腾强度 $y = 0.11x + 1.14$ $r = 0.87$

小 结

在 15—40℃ 范围内,植物对大气中汞的吸收速率随温度的升高而升高。这主要是因为温度升高可促进气孔张开,从而扩大了汞蒸气进入植物叶片的通路。

对于含过氧化氢酶较多的 C₃ 植物来说,气体进入叶片的通路是限制其吸汞能力的主要因素;而 C₄ 植物这一过程却部分地受过氧化氢酶活性的制约。

参 考 文 献

[1] Brown C. L. and Fang S. C., *Plant Physiol.*, **61**, 430—433 (1978).
 [2] Du, S. H. and Fang S. C., *Environ. and Exp. Botany*, **22**(4), 437—443 (1982).
 [3] Du, S. H. and Fang S. C. *Environ. and Exp. Botany*, **23**(4), 347—353 (1983).
 [4] Fang, S. C. *Arch. Environ. Contam. Toxicol* **10**, 193—201 (1981).
 [5] Tolbert, N. E., *Annu. Rev. Plant Physiol.* **22**, 45—74 (1971).