



口、虎山、蔡家湾段等A处。其中丹江口段的底泥未受任何污染 $\Pi^b$  为  $yB\mu\omega$ 、 $\phi_0$  为  $zB\mu\Delta$ 、 $\eta^2$  为  $xz\omega\mu\Delta$ 、 $\epsilon^2$  为  $Ax\mu\mu\Delta$ 、 $\nu\nu\omega$  干重 $\rho$ ，而沽口、虎山、蔡家湾段的底泥受重金属  $\Pi^b$ 、 $\phi_0$ 、 $\eta^2$ 、 $\epsilon^2$  等的污染比较严重 $\rho$  含量范围  $\Pi^b$  为  $BEy\mu\Gamma$ — $y\Gamma Z\omega\mu x$ 、 $\phi_0$  为  $\Gamma A\mu E z$ — $xyx\mu\Delta$ 、 $\eta^2$  为  $\Gamma x\mu\Gamma$ — $x\omega y\mu\Delta$ 、 $\epsilon^2$  为  $\Gamma Z\mu\Gamma$ — $xz\Gamma A\mu\omega$ 、 $\nu\nu\omega$  干重)。

根据重金属含量，将A种底泥按一定比例调配成  $\Gamma$  种底泥 $\rho$  s x H丹江口，对照；s y H丹江口、蔡家湾各一

半，混匀；s z H蔡家湾；s AH蔡家湾、虎山各y份、丹江口x份混匀；s BH虎山；s GH虎山、沽口各一半，混匀 $\rho$ ，放入  $\Gamma$  个内径 $z\mu\pi$ 、高 $y\mu\pi$  的圆形玻璃缸中，完全沉淀后底泥达 $\Delta$ — $E\pi$ 。上覆 $B\pi$  的自来水，静置 $z\omega\rho$ ，使搅动的泥、水恢复理化性状的基本平衡。然后吸掉玻璃缸中的上覆水，加入 $B\pi$  深的模拟湖水 $\rho$ ，再静置 $z\omega\rho$ ，使底泥、空隙水、上覆水三者的重金属分配达到充分的平衡。试验底泥的基本理化性状见表x。

受试生物选择水生根系植物镱草 (s  $\pi\chi^b$  1 9 7 8 6  $\chi$ )

表x 试验所用底泥的基本理化性状

$\alpha\xi^0\sigma x \alpha\phi\sigma^4\phi_3\gamma\chi^0\xi^2\rho\pi\phi\sigma^1\chi\pi^0^4\phi^3\sigma^8\chi\sigma^1\sigma^1\sigma\phi\sigma^1\sigma^2\sigma^7$

编号	重金属总量/ $\nu \cdot \omega \mu^{-x}$				机械组成/%		有机质	$\Pi\Sigma\Pi/\sigma \cdot \pi\omega\mu^{-x}$	$\Phi$	$\Sigma\phi$
	$\Pi^b$	$\phi_0$	$\eta^2$	$\epsilon^2$	$BB$ — $yB\mu$	$I BB$	/%	干泥	$\Phi$	/ $\gamma$
s x	$yB\mu\omega$	$zB\mu\Delta$	$xz\omega\mu\Delta$	$Ax\mu\mu\Delta$	$xE\mu z$	$E\mu\mu\Delta$	$\omega\mu\Delta E\mu$	$\Delta\mu E y$	$\Delta\mu\epsilon$	$-xB\mu\omega$
s y	$y\Gamma E\mu BA$	$\Delta A\mu\epsilon z$	$By\Gamma\mu ZB$	$\Delta Z\Gamma\mu\omega$	$x\Delta\mu\Delta$	$Ey\mu\Gamma$	$x\mu E Z\Delta B$	$\Delta y\mu\Delta B$	$\Gamma\mu E x$	$-xEz\mu\Delta$
s z	$BEy\mu\Gamma$	$Z\mu\omega z$	$x\omega y\mu\Delta$	$xz\Gamma A\mu B$	$xB\mu E\omega$	$E A\mu\Gamma\omega$	$y\mu\Delta y y B$	$\Gamma Z\mu\epsilon A$	$\Gamma\mu E z$	$-Z\mu\mu\Delta$
s A	$BEZ\mu Z\epsilon$	$Ey\mu\Gamma\Delta$	$Ez y\mu BA$	$E Z y\mu\omega x$	$x\Delta\mu\Gamma\omega$	$Ey\mu\Gamma\omega$	$y\mu\omega\mu\Delta B$	$\Delta x\mu y x$	$\Delta\mu B$	$-xB y\mu\omega$
s B	$Z\epsilon y\mu AB$	$xyx\mu A$	$\Gamma x\mu\Gamma$	$E xy\mu AB$	$y A\mu\Gamma A$	$\Delta B\mu\Gamma$	$y\mu E E B\omega$	$\Gamma E\mu\Gamma$	$\Delta\mu B$	$-xz E\mu\omega$
s $\Gamma$	$y\mu\Delta\mu E$	$xyy\mu B$	$By\Delta\mu AB$	$\Delta BE\mu E Z$	$yB\mu\mu E$	$\Delta A\mu Z y$	$y\mu B A\Gamma B$	$\Gamma\mu\mu Z$	$\Delta\mu y A$	$-y\mu E\mu\omega$

带有顶芽和腋芽的根状地下茎 $\Gamma$ 段，均匀埋入底泥中 $\rho$ 、底栖动物中华圆田螺 ( $I\chi^1 \xi^2 \nu^3 \xi^0 \rho \chi^2 \xi^1 \pi^8 \phi^8 \sigma^2 \gamma \chi^1$ ) 每个处理投放体长为  $y\mu E$ — $y\mu Z\pi$ 、体重为  $A\mu\Gamma$ — $A\mu B\mu$  的个体  $xy$  个 $\rho$  和河蚬  $\mu \Pi^b \phi_0 \chi^9 \phi^5 \nu^9 \chi^2 \sigma^5 \rho$  每个处理投放体长为  $y\mu\omega$ — $y\mu\pi$ 、体重为  $y\mu Z$ — $y\mu E\Gamma\nu$  的个体  $yA$  个 $\rho$ 。它们均采自汉江河，在我国的江河湖沼分布广泛，是底泥重金属污染监测的理想生物种类 $\rho$ ，而且代表着不同的吸收途径，田螺能够摄食沉积物腐屑，河蚬是滤食性动物，镱草只能从底泥孔隙水中吸收重金属。

受试生物在模拟湖水中驯化 $AE\phi$ 后，投放入玻璃圆缸中。为了使试验生物的组成具有一定的层次和结构，缸中还投放了浮游生物小球藻  $\Pi\phi^3 \phi^3 \sigma^0 \xi^1 \rho$  上覆水中接种  $z\omega$  悬浮液 $\rho$  和鞘藻  $\phi \phi \sigma^3 \nu^3 \chi^2 \rho$  上覆水中接种数缕藻的丝状体 $\rho$ ，作为田螺和河蚬的食物及水中溶解氧的调节生物。

将  $\Gamma$  个玻璃缸并排放玻璃温室中，以阳光作光源，不投食，不曝气，只是每天补充因蒸发损失的水份。每个玻璃缸都是一个微型生态系统，靠自身的调节来维持正常的功能。

生物暴露试验历时  $xy z \rho$ ，到镱草开花、田螺繁殖下一代后终止。试验终止后，镱草取地上茎，田螺和河蚬取软组织，红外灯烘干，浓硝酸消解， $\Psi^6 \phi^6 \sigma^0$ — $E\phi\phi x BB\gamma$  型等离子体发射光谱 ( $XII\phi$ ) 测定积累的  $\Pi^b$ 、 $\phi_0$ 、 $\eta^2$ 、 $\epsilon^2$  含量。

底泥取表层 $B\pi$ 部分，湿过 $yE\omega$ 目筛，将小于 $BB \mu$ 部分用红外灯烘干，制成底泥样品，分析重金属  $\Pi^b$ 、 $\phi_0$ 、 $\eta^2$ 、 $\epsilon^2$  的总量和不同形态含量。

**x  $\mu y$  底泥重金属形态分析方法**

重金属总量测定： $\omega\mu\omega\omega\omega$  底泥样品，加入  $y$  浓  $\Phi$   $\phi$ 、 $x$   $\partial \Phi \Pi \phi$ 、 $x$   $\partial \Phi T$ ，于聚四氟乙烯罐中  $x E\omega$  C 下密闭消化  $E\phi$ ，凉后用  $y\%$  的硝酸溶液定容  $yB$   $\partial$   $XII\phi$  测定  $\Pi^b$ 、 $\phi_0$ 、 $\eta^2$ 、 $\epsilon^2$  含量。

**形态分析：**

步骤  $x\rho$  水溶态  $y\mu\omega\omega\omega$  底泥样品， $y\omega$  双蒸水，室温振荡  $z\omega$ 、 $z B\omega$  离心，取上清液。

$\rho y\rho$  离子交换态 步骤  $x\rho$  完成后的泥样，加入  $x$   $\cdot \partial$   $\nu \Pi$ 、 $\Phi \Delta \mu \phi$   $x \Gamma \mu \omega$   $\partial$  室温振荡  $y\phi$ ，离心， $\Gamma$  双蒸水洗涤，离心液和洗涤液一并归入  $yB$   $\partial$  的容量瓶， $y\%$  硝酸定容。

( $z\rho$  碳酸盐结合态 步骤  $\rho y\rho$  完成后的泥样，加入  $x$   $\cdot \partial$   $\nu \phi \phi \phi \phi \phi \phi \phi \phi$  调  $\Phi B \mu \phi x \Gamma \mu \omega$   $\partial$ ，室温振荡  $z\phi$ ，离心， $\Gamma$  双蒸水洗涤，离心液和洗涤液一并归入  $yB$   $\partial$  的容量瓶中， $y\%$  硝酸定容。

$\rho A\rho$  铁锰氧化物态 步骤  $z\rho$  完成后的泥样，加入  $\omega\mu\omega\omega$   $\cdot \partial$   $\nu \phi \phi \phi \phi \phi \phi \phi \phi$  ( $yB\% \Phi E\pi$  作底液)  $x \Gamma \mu \omega$   $\partial$ ， $Z\Gamma$  C 水浴加热  $\Gamma\phi$ ，离心， $\Gamma$  双蒸水洗涤，离心液和洗涤液一并归入  $yB$   $\partial$  的容量瓶中， $y\%$  硝酸定容。

$\phi_{p}$  有机一部分硫化物态 步骤 $\phi_{p}$  完成后的泥样,加入 $\omega_{130} \cdot \partial^{-1} \Phi \phi_{z} \Gamma_{130} \partial$ , 并分 $y-z$  次加入 $z\omega\% \Phi_{y} \phi_{y} xw_{1} \partial sEB C$  水浴反应 $z \varphi$ , 凉后加入 $B_{1} \partial z \omega_{1} 130 \cdot \partial^{-1} \Phi_{A} \Phi \pi_{0} yw\% \Phi \phi_{z} p$  溶液浸提 $z\omega_{1} \chi_{2}$ , 离心,  $A_{1} \partial$  双蒸水洗涤, 离心液和洗涤液一并归入 $yB_{1} \partial$  的容量瓶中,  $y\%$  硝酸定容。

$\phi_{p}$  残渣态 重金属总量减去其它各态含量, 剩余部分即为残渣态含量。

## y 结果与讨论

### y<sub>w</sub> 底泥 $\Pi_{b}$ 不同形态的生物有效性

将底泥  $\Pi_{b}$  的不同形态含量与生物吸收积累的  $\Pi_{b}$  浓度进行线性回归, 回归结果显示: 田螺体内积累的  $\Pi_{b}$  与底泥  $\Pi_{b}$  的水溶态、离子交换态、碳酸盐结合态、铁锰水合氧化物态之和的相关性最好, 相关系数达到 $\omega_{130} \chi_{2}$ ; 而对河蚬和镰草而言, 它们积累的  $\Pi_{b}$  与底泥  $\Pi_{b}$  的水溶态显著正相关, 相关系数都大于 $\omega_{130} \chi_{2}$ 。这说明, 底泥中水溶态、离子交换态、碳酸盐结合态、铁锰水合氧化物态的  $\Pi_{b}$  对田螺是有效的; 对河蚬和镰草则只有水溶态有效。

分析认为, 中华圆田螺是能够以底泥中的腐屑为食物, 除了摄食水草、水藻之外, 更多的时候则吞食底泥。田螺消化道的氧还潜势和酸度, 使得底泥  $\Pi_{b}$  的水溶态、离子交换态、碳酸盐结合态、铁锰水合氧化物态被溶解而吸收。又由于底泥中有机物的含量很低, 小于 $z\%$ , 有机一部分硫化物态的  $\Pi_{b}$  实际上主要是非常稳定的  $\Pi_{b} s$ , 经过田螺的消化道也不能被溶解吸收。河蚬是滤食性动物, 镰草为根系植物, 它们主要从底泥孔隙水中获得重金属。底泥水溶态  $\Pi_{b}$  可以直接进入孔隙水被这两种生物所吸收, 因此它们累积  $\Pi_{b}$  的生物浓度与孔隙水浓度显著相关。虽然底泥颗粒吸附的交换态  $\Pi_{b}$  也可以进入孔隙水, 但吸附是一个平衡过程, 依赖于底泥-水的分配系数和时间。只有当孔隙水  $\Pi_{b}$  浓度小于平衡浓度时, 离子交换态  $\Pi_{b}$  才有可能解吸下来, 变为水溶态而被生物吸收。因此某一时刻仍然是底泥水溶态  $\Pi_{b}$  对河蚬和镰草有效。

### y<sub>w</sub> 底泥 $\phi_{o}$ 不同形态的生物有效性

受试的三种生物体内都没有  $\phi_{o}$  的检出, 表明底泥中  $\phi_{o}$  的生物有效性是很小的。这是因为沉积物中的有机螯合配位体、铁和锰的氢氧化物吸附  $\phi_{o}$  的性能最强, 并且  $\phi_{o}^{y+}$  能与水中存在的  $\Pi \phi_{z}^{y+}$ 、 $s \phi_{A}^{y+}$ 、 $\phi_{A}^{z+} X^{-}$ 、 $\Pi_{b} \phi_{A}^{z+}$ 、 $s^{y-}$  等多种阴离子发生沉淀作用, 使  $\phi_{o}$  难以移动<sup>DBK</sup>。研究表明, 水相中  $\phi_{o}$  的浓度主要由

$\Pi \phi_{z}^{y+}$ 、 $s \phi_{A}^{y+}$  控制<sup>DBK</sup>。由于大量  $\Pi \phi_{z}^{y+}$ 、 $s \phi_{A}^{y+}$ 、 $s^{y-}$  的存在, 底泥  $\phi_{o}$  进入水相后, 很快被沉淀下来, 孔隙水中  $\phi_{o}$  的浓度是不可测的, 因此那些主要从水相吸收重金属的生物, 体内自然难以积累  $\phi_{o}$ 。田螺能够摄食底泥腐屑, 但当底泥通过其消化道时, 酸作用下溶出的  $\phi_{o}$  接着又被底泥及消化液中  $s \phi_{A}^{y+}$  束缚为  $\phi_{o} s \phi_{A}$  沉淀排出体外, 故田螺也难以吸收  $\phi_{o}$ 。可以说, 底泥中的  $\phi_{o}$ , 只有水溶态对生物有效。

### y<sub>w</sub> 底泥 $\eta_{2}$ 不同形态的生物有效性

将底泥  $\eta_{2}$  的不同形态含量与试验生物吸收积累的  $\eta_{2}$  浓度进行线性回归, 结果表明, 底泥  $\eta_{2}$  的各种形态含量对田螺、河蚬积累浓度的回归系数都为负数, 说明相关性极差。根据测试结果, 不同处理系统中田螺和河蚬体内积累的  $\eta_{2}$  基本维持在同一水平 (表 y), 暗示这两种生物对  $\eta_{2}$  的代谢有自身的特点, 能够调节体内  $\eta_{2}$  的含量使之保持在某一水平, 故不宜作为  $\eta_{2}$  生物有效性的监测生物。 $\Omega \pi \varphi \nu \sigma \tau \rho \sigma \delta$  在研究动物对  $\eta_{2}$  的代谢后认为, 动物摄入  $\eta_{2}$  量增加时, 其内源  $\eta_{2}$  的排出也迅速加快, 最终使身体保持相对恒定的  $\eta_{2}$  量<sup>DBK</sup>。

表 y 试验生物积累的  $\eta_{2}$  量 (1 v ·  $\omega w^{-1}$  干重)

$$\alpha \xi \sigma \sigma y \Pi_{b} 2 \pi \sigma 2 s \delta \xi \chi_{2} 2 3 \tau \eta \chi_{2} \pi \chi_{2} s \varphi \sigma s \sigma \sigma \rho 3 \delta \nu \xi 2 \chi_{1} 7$$

$$o 1 v \cdot \omega w^{-1} s \chi_{2}^{\rho \delta s} 1 \sigma \nu \varphi \sigma \rho$$

底泥编号	田螺	河蚬	镰草
s x	xEE <sub>1</sub> y <sub>2</sub> z	xBZ <sub>1</sub> uBB	Ae <sub>1</sub> y <sub>2</sub> Γ
s y	xΔZ <sub>1</sub> wE	xΓ <sub>1</sub> y <sub>2</sub> wx	Γz <sub>1</sub> u <sub>2</sub> y
s z	xBB <sub>1</sub> u <sub>2</sub> x	xBE <sub>1</sub> u <sub>2</sub> Δ	ZΔ <sub>1</sub> u <sub>2</sub> Z
s A	xΓ <sub>1</sub> y <sub>2</sub> yz	xBx <sub>1</sub> u <sub>2</sub> z	ΔZ <sub>1</sub> y <sub>2</sub> Δ
s B	xΔx <sub>1</sub> u <sub>2</sub> Δ	xA <sub>1</sub> A <sub>2</sub> y <sub>2</sub> E	Δy <sub>1</sub> w <sub>2</sub> Z
s Γ	xZ <sub>1</sub> w <sub>2</sub> z	xAc <sub>1</sub> u <sub>2</sub> A	Bz <sub>1</sub> u <sub>2</sub> x

镰草积累  $\eta_{2}$  与底泥  $\eta_{2}$  的水溶态、离子交换态、碳酸盐态和有机一部分硫化物态之和的相关性最好, 相关系数达 $\omega_{130} \chi_{2}$ , 指示这 A 种形态的  $\eta_{2}$  具有生物有效性, 可以进入孔隙水中, 被镰草吸收利用。

### y<sub>w</sub> 底泥 $\epsilon_{2}$ 不同形态的生物有效性

底泥  $\epsilon_{2}$  的不同形态含量与试验生物吸收积累  $\epsilon_{2}$  浓度的线性回归系数的大小显示, 底泥  $\epsilon_{2}$  不同形态的生物有效性对于不同吸收途径的生物是不同的。底泥中水溶态、离子交换态、有机一部分硫化物结合态之和的  $\epsilon_{2}$ , 与田螺体内积累  $\epsilon_{2}$  浓度回归的相关系数最大, 为 $\omega_{130} \chi_{2}$  Δs 说明田螺可自底泥吸收这几种形态的  $\epsilon_{2}$ ; 河蚬积累的  $\epsilon_{2}$  和底泥各因子  $\epsilon_{2}$  的相关性都不高, 表明河蚬不适合作底泥生物有效性  $\epsilon_{2}$  的指示生物; 镰草积累的  $\epsilon_{2}$  与底泥  $\epsilon_{2}$  的水溶

态、离子交换态、碳酸盐态、铁锰氧化物态之和的相关性最好,相关系数 $\omega\tau\Delta\Delta y_s$ 暗示底泥 $\epsilon^2$ 的有机一部分硫化物态和残渣态难以进入水相中,而其它四态对孔隙水中的 $\epsilon^2$ 都有贡献。

底泥 $I^b$ 、 $\epsilon^2$ 、 $\phi_0$ 、 $\eta^2$ 等不同种类金属生物有效性不相一致,反映出它们在理化稳定性、地球化学形态分布和生物代谢上的差异。比如, $\epsilon^2$ 的化学性质比 $I^b$ 活泼得多,底泥中的 $\epsilon^2$ 主要以二、三、四价的离子或化合物存在,二价 $\epsilon^2$ 是可溶的和对生物有效的;三价 $\epsilon^2$ 是易还原态 $\epsilon^2$ ,还原成二价 $\epsilon^2$ 后才能被生物吸收利用;四价 $\epsilon^2$ 是惰性的,不溶于水,难移动。这几种形态 $\epsilon^2$ 之间的平衡主要受底泥酸碱度和氧化还原电位变化的影响。而铜在底泥中几乎都是二价态,其稳定性基本不受氧还电位的影响。动物主要通过粪便将锰排出体外,而排泄铜,则需要通过肝脏。另外,大量锰、锌的存在也抑制生物对铜的吸收,同时锰与锌也会相互竞争生物细胞上的结合位<sup>OEK</sup>。

≈ 结论

逐级连续化学浸提技术分析底泥重金属形态和微生态系统生物暴露试验评价重金属生物有效性的结果表明,底泥中不同形态重金属的生物有效性与生物吸收途径有关。对于食用沉积物腐屑的底栖动物而

言,底泥 $I^b$ 的水溶态、离子交换态、碳酸盐态、铁锰氧化物态, $\phi_0$ 的水溶态, $\epsilon^2$ 的水溶态、离子交换态、有机一部分硫化物态可被生物吸收利用;而底泥 $I^b$ 的水溶态, $\phi_0$ 的水溶态对滤食性底栖动物具有生物有效性;底泥 $I^b$ 的水溶态, $\phi_0$ 的水溶态, $\eta^2$ 的水溶态、离子交换态、碳酸盐态、有机一部分硫化物态, $\epsilon^2$ 的水溶态、离子交换态、碳酸盐态、铁锰氧化物态对水生根系植物是有效的。

参考文献H

θ<sub>xx</sub> 薛纪渝 u 环境中重金属研究文集θ<sub>ku</sub>北京I科学出版社.s xZZE u xΓx-xΓBu

θ<sub>yx</sub> s<sup>3</sup>πθ<sup>8</sup> s<sup>3</sup>τ σ<sup>2</sup>σ<sup>2</sup>χ<sup>3</sup>2 1 σ<sup>2</sup>8 α<sup>3</sup>2χ<sup>τ</sup>03υ3 ξ<sup>2</sup>ρ Πφσ<sup>1</sup>χ<sup>8</sup>03 -Σ<sup>2</sup>034σ Υ<sup>0</sup>χ<sup>0</sup>ξ<sup>2</sup>πσ<sup>3</sup>2 sσρ<sup>1</sup>σ<sup>2</sup>8 α<sup>3</sup>2χ<sup>0</sup>ξ<sup>8</sup> sσ<sup>τ</sup>8<sup>7</sup> ξ<sup>2</sup>ρ O<sup>0</sup>ξ<sup>1</sup>ξ<sup>3</sup>τ<sup>0</sup> τ<sup>0</sup>σ<sup>1</sup>φ<sup>1</sup>ξ<sup>3</sup>σ<sup>0</sup> ξ<sup>2</sup>ρ ε ξ<sup>0</sup>χ<sup>0</sup>σ Σ<sup>2</sup>σ<sup>2</sup>χ<sup>3</sup>2 1 sσ<sup>2</sup>7 τ<sup>0</sup>3 1 sφσ<sup>4</sup> δ<sup>3</sup>0ω<sup>0</sup>φ<sup>3</sup>4 3 2 sσρ<sup>1</sup>σ<sup>2</sup>8 α<sup>3</sup>2χ<sup>0</sup>ξ<sup>8</sup> E<sup>1</sup>τ<sup>1</sup>σ<sup>1</sup>1 sσ<sup>2</sup>”φσ<sup>0</sup>ξ<sup>8</sup> ρσ<sup>2</sup>σ<sup>1</sup>7 sσ<sup>8</sup>φσ<sup>0</sup>φσ<sup>0</sup>ξ<sup>2</sup>ρ<sup>1</sup> s E-x<sup>0</sup>ω<sup>0</sup>σ<sup>3</sup>0 uxZZE u

θ<sub>zx</sub> ρ<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup>σ<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup> φ u Στσπ<sup>7</sup> 3τ φσξ<sup>0</sup> 1 sσξ<sup>0</sup>1 3 2 8φσ τ<sup>0</sup>σ<sup>1</sup>φ<sup>1</sup>ξ<sup>3</sup>σ<sup>0</sup> 1 2ξ<sup>0</sup> H s<sup>3</sup>1 4 φξ<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup> υ<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup> sφ<sup>0</sup>0 1 3 2 ξ<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup> ξ<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup>π<sup>0</sup> s xZZΔs xΓH<sup>0</sup>z x -y z Γ u

θ<sub>Ac</sub> δ ξ<sup>0</sup>φ Ω σ<sup>8</sup> ξ<sup>0</sup> uΞπφ Σ<sup>2</sup>σ<sup>2</sup>χ<sup>3</sup>2 I<sup>b</sup> 2 8 ξ<sup>1</sup> α<sup>3</sup>2χ<sup>0</sup> s xZZAs yΓH zΓΔ-zΔε u

θ<sub>Bc</sub> 廖自基 u 微量元素的环境化学及生物效应θ<sub>κ u</sub>北京I中国环境科学出版社.s xZZy u

θ<sub>Ic</sub> 林玉环 u 重金属污染及其生态效应研究工作成果文集(1) s xZZε uZA-ZZ u

θ<sub>Δc</sub> Ω<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup>π<sup>0</sup>υ<sup>0</sup>σ<sup>1</sup> 1 2 σ<sup>0</sup> ε<sup>2</sup> ρ δ σ<sup>0</sup>υ<sup>2</sup> ρ Σ u X<sup>0</sup> ; ε σ ξ<sup>0</sup> X<sup>0</sup> 2 7 χ<sup>0</sup> O<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup>υ<sup>0</sup>χ<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup> s<sup>3</sup> 7 8 σ<sup>1</sup> s xBs σρ<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup>σ<sup>0</sup> sχ<sup>0</sup>σ sΦ u σ<sup>1</sup> ζ<sup>3</sup>0ω s xZZε uε y x u

θ<sub>Ec</sub> 王 夔 u 生命科学中的微量元素(下卷)θ<sub>κ u</sub>北京I中国计量科学出版社.s xZZx uZZ-A<sup>0</sup>awu

o 上接第xx 页p

以看出,农药的种类不同,对过氧化物酶的激活率有差别。有机氯农药赛丹对过氧化物酶的激活作用时间短,激活率高于拟除虫菊酯类农药天王星。有机磷农药久效磷激活作用较缓慢,但激活时间持续较长。总的来看,农药处理后,棉株叶组织中过氧化物酶的活性在一段时间内高于对照。农药对过氧化物酶的激活率也定向表现出“涨落现象”。

≈ 结论

通过上述试验发现了喷施于农业生态环境中的农药可能会影响植株内源物的正常生理代谢过程,而且,不同的农药种类可能由于分子结构不同,作用机理不同,影响生理代谢的程度也不同。在本试验条件下,所用的分属z类农药种类的z种农药对棉株叶组织中过氧化物酶、过氧化物酶均存在较显著的影响,在一定时间内与对照(IΩ)相比,均一定程度表现出“涨落现象”。引起“涨落现象”的作用机理、作用方式等深层次原因,由于我们的试验、仪器设备等条件有

限,无法进一步探索,本文仅针对在本地区特有的气候环境条件下,农药对植株内酶活性的影响作初步探讨。

参考文献:

θ<sub>xx</sub> Ψ<sup>0</sup>χ<sup>0</sup>σ<sup>8</sup> ζ s φ<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup>σ<sup>2</sup> ΨΠs P<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup>σ<sup>2</sup>υ<sup>0</sup>σ<sup>1</sup>σ φ u Πφξ<sup>2</sup>υσ<sup>1</sup>χ<sup>0</sup> 4 0 3 4 σ<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup>τ<sup>3</sup>τ<sup>0</sup> oξ<sup>0</sup>σ<sup>3</sup> oξ<sup>2</sup>τ<sup>1</sup> χ<sup>0</sup>φ<sup>3</sup> 2 ρ<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup>χ<sup>3</sup>0ξ<sup>0</sup>σ<sup>0</sup> τ<sup>0</sup>3 1 θξ<sup>0</sup>I<sup>b</sup> -8 0 σ<sup>2</sup>8 σ<sup>0</sup> 4 0 ξ<sup>2</sup>2 8 7 Ψ<sup>0</sup>κ u φ<sup>0</sup>ξ<sup>2</sup>8 φ<sup>0</sup>φ<sup>0</sup>χ<sup>0</sup> s xZZAs ZAHΓAx -ΓAΓ u

θ<sub>yc</sub> 江行玉,赵可夫,窦君霞 ωξ<sup>0</sup>I<sup>b</sup> 胁迫对玉米和滨藜叶片中内源多胺含量与幼苗生长的影响θ<sup>0</sup>κ u. 植物生理学通讯 xZZZs zBz ρ H xEE-xZau

θ<sub>zc</sub> Πφσ<sup>2</sup> η -ε s sχ<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup> Φ s Ωσ<sup>1</sup>χ<sup>0</sup> P T u Ξ<sup>0</sup>χ<sup>0</sup>σ<sup>3</sup> 2 3 υσ<sup>2</sup> 7 4 σ<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup>τ<sup>1</sup> χ<sup>0</sup> sφσ<sup>0</sup>χ<sup>0</sup>ρ<sup>0</sup>π<sup>0</sup>χ<sup>0</sup> 2 3 τ 4 0 ξ<sup>2</sup>8 7 3 7 8 σ<sup>1</sup> χ<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup>π<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup>σ<sup>0</sup>σ<sup>1</sup>χ<sup>0</sup>ξ<sup>2</sup>πσ<sup>0</sup> 0 3 1 ξ<sup>0</sup>χ<sup>0</sup>υ<sup>0</sup>χ<sup>0</sup>ξ<sup>0</sup>π<sup>0</sup>χ<sup>0</sup>σ<sup>0</sup>π<sup>0</sup> s xZZε syΓy H EEε -x EET u

θ<sub>Ac</sub> 宾金华,潘瑞织,茉莉酸甲酯诱导烟草幼苗抗病与过氧化物酶活性和木质素含量的关系θ<sup>0</sup>κ u. 应用与环境生物学报 xZZBs Bz yρ H xΓw-xΓAu

θ<sub>Bc</sub> 章骏德 s 刘国屏 s 施永宁 s 等 u 植物生理实验法θ<sub>κ u</sub>南昌I江西人民出版社.s xZZE y u

θ<sub>Ic</sub> 邹 琦 u 植物生理生化实验指导θ<sub>κ u</sub>北京I中国农业出版社 s xZZBu

θ<sub>Δc</sub> ε Φ 波钦诺克 u 植物生物化学分析方法θ<sub>κ u</sub>北京I科学出版社 s xZE x u