

水生生物中重金属毒性的预测

王文雄

香港科技大学生命学部, 香港

E-mail: wwang@ust.hk

随着中国工业化程度的发展, 重金属污染已成为一个主要的环境问题, 重金属的生态毒理学也成为重要的环境科学研究领域. 早期重金属的生物毒性研究主要集中在测定金属的半致死浓度, 但这些研究较少注意到金属的化学形态以及他们对生物产生毒性的影响. 在过去 30 年, 重金属的毒理研究主要得益于化学和生物的学科结合, 比如 20 世纪 70 年代指出的金属自由基浓度模型, 即是基于不同金属形态有不同的生物可利用性以及毒性, 而在这些不同的形态中, 自由基金属离子又是最重要的. 在近 10 年提出的生物配位体模型是金属自由基模型的一个延伸, 但它考虑到金属离子与生物配位体的结合.

在生物学方面, 过去 30 年的一个主要认知是生物体与金属的结合形式非常复杂, 而且不同生物之间的差别巨大. 目前比较常规的鉴定生物体内金属的结合方式即是采用亚细胞分馏法, 通过不同的离心速率和热处理方法, 将金属在细胞体内的组分分馏为细胞碎屑、细胞器、金属矿化体、热敏感蛋白和热稳定蛋白或类金属硫蛋白. 这些不同亚细胞组分具有不同的生态毒理学意义, 比如金属矿化体和热稳定蛋白是金属解毒组分, 细胞器和热敏感蛋白是金属敏感组分, 细胞器、热敏感蛋白和热稳定蛋白是食物相可传递组分.

基于这些不同的亚细胞分馏法, 近年提出一个新的金属毒性预测模型, 即是希望可以直接用金属在不同亚细

胞组分的分布来研究和预测金属的毒性, 这种模型是组织残留方法的进一步延伸, 由于金属在生物体内的复杂结合方式, 单纯要用组织残留法来预测金属的毒性有相当的难度.

在目前已做过的研究中, 亚细胞分配模型在一些小型生物, 特别是浮游植物中已被证明是可行的. 在一系列的研究中, 这些浮游植物细胞被暴露于不同条件下(如温度、光照、营养盐), 研究金属镉和铜对它们的毒性. 在所有的参数中(如金属的环境浓度、自由基浓度、金属的细胞总浓度、细胞外吸附浓度、以及在不同亚细胞组分的浓度), 无疑金属的细胞敏感组分最能解释金属在不同环境条件下导致的毒性差别. 通过这个模型也同样可以解释不同浮游植物之间的不同金属毒性, 除此之外, 金属的解毒组分也可以一定程度上解释金属的毒性差异.

在水生动物方面, 亚细胞组分分馏法的研究才刚刚起步. 但无疑的是,

要预测金属的毒性将会更为复杂, 因为不同动物体内的金属结合方式不一, 又受到外在环境因素的影响, 所以研究结果也常常不一致. 目前对于动物体内是否存在着一个组织浓度阈值也有不同的观点, 关于这个组织浓度的阈值如何表达(如是否存在代谢活跃组分)也存在着不少疑问.

在过去的 30 年间, 对金属在水生生物的毒性研究无疑已取得很大的进展, 但仍有很大的研究空间, 特别是如何了解这些金属在生物体内的结合方式以及它们在毒理学上的意义. 金属生物学家必须能够很清楚地向公众解释一些简单的问题, 比如“铜和镉的差别在哪里”、“牡蛎和贻贝的差别在哪里”, 也就是这些差别使得金属的生态毒理学研究特别具有吸引力. 由于金属污染已经成为中国的一个主要环境问题, 可以预见的是, 金属的生态毒理学将会成为未来一个主要的研究领域.

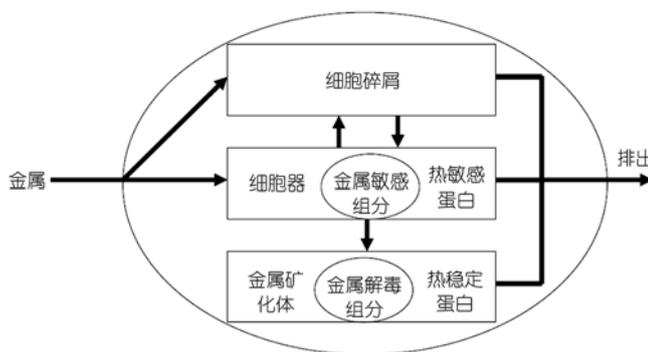


图1 亚细胞分馏法预测金属毒性的模型