

# 农药——我们已知与未知的方方面面

Автор(и): проф. д.с.н. Ангел Харизанов; ас. д-р Аделина Харизанова

Дата: 04.07.2020 Брой: 7/2020



农药（源自拉丁语 *pest* – 有害生物，*cide* – 杀灭），亦称植物保护制剂和产品，是用于防治植物及储存产品和材料上的昆虫及其他有害生物；防治植物、动物和人类病原体媒介的昆虫、寄生虫及其他生物；以及防治农业生物群落及其他耕作区域中不受欢迎的植物种类（杂草、有毒植物、木本灌木及其他植被）的有机和无机物质。

农药根据几个主要指标分为若干组：

按有毒物质的来源分为：

- 矿物来源（硫、铜、铁、砷、钠、铝等的无机化合物）；
- 植物来源（除虫菊酯、赛佩林、烟碱类等）；

- 合成来源 – 有毒物质是通过合成手段获得的化合物（有机磷化合物、合成拟除虫菊酯、新烟碱类、二硫代氨基甲酸盐、三唑类、嘧啶衍生物、草甘膦、甲霜灵等）；
- 微生物衍生物（放线菌、真菌、细菌等，称为生物杀虫剂 – Dipel H2, Ranax, Naturalis, 各种抗生素）。

按其防治的有害生物分为：

- 杀虫剂 (insectum – 昆虫) – 防治昆虫；
- 杀螨剂 (acarus – 螨) – 防治螨类；
- 杀虫杀螨剂 – 同时防治昆虫和螨类；
- 杀线虫剂 (nematodes – 线虫) – 防治植物寄生线虫；
- 杀蛴螬剂 – 防治蛴螬；
- 杀啮齿动物剂 = 杀鼠剂 – 防治有害啮齿动物。

所有这些农药统称为动物杀灭剂 (zoon – 动物) ；

- 杀菌剂 (fungus – 真菌) – 防治引起植物及其产品病害的真菌；
- 杀细菌剂 – 防治植物及其产品的细菌性病害；
- 杀病毒剂 (virus – 病毒) – 防治植物的病毒性病害。

这些农药统称为杀真菌剂。

- 抗生素 – 由微生物生命活动产物配制的农药 – 放线菌、细菌、真菌等；
- 除草剂 (herbum – 草本植物, 杂草) – 防治不受欢迎的杂草或有毒植被；
- 杀藻剂 – 防治藻类；
- 杀木本植物剂 – 防治不受欢迎的木本灌木植被；
- 化学不育剂 – 用于昆虫性不育的制剂。

根据活性物质的渗透方式和毒性，农药分为：

- 触杀型 – 通过与生物体接触，穿透体表（昆虫、螨类、线虫、真菌和细菌病害病原体等）使其中毒；
- 胃毒型（摄入） – 通过食物（昆虫、螨类、啮齿动物等）；

– 熏蒸型 – 通过呼吸道进入生物体（昆虫、螨类、线虫、真菌和细菌病害病原体等），并通过其释放的气体和蒸汽使生物体中毒。

这种划分是相对的，因为许多农药具有所有三种渗透方式。

*所有农药分为两大类 – 触杀型和内吸型。*

*触杀型农药在与生物体直接或间接接触时（农药沉积在生物体上、生物体在带有农药的表面上移动、通过窒息或其他方式），导致生物体死亡或损害其基本生命过程，而不进入植物并由输导系统运输。*

*内吸型农药渗透到植物组织 – 叶片、嫩枝、根和其他部分，并与水分、营养物质和养分一起，通过植物的输导系统 – 木质部和韧皮部，从根部运输到地上部分，以及从地上部分运输到植物的根部。这些产品主要积累在各个器官的细胞液中。这些农药主要通过胃毒-营养途径使昆虫、螨类和其他有害生物中毒，尽管它们也具有显著的触杀毒性，而触杀型农药 – 具有显著的胃毒毒性。内吸型农药主要用于防治具有刺吸式口器的昆虫、螨类、病害病原体和其他有害生物。*

一些农药还具有所谓的渗透作用 – 它们渗透到植物组织（叶片、果实、嫩枝、花部和其他器官）达到一定深度，但不会被输导系统吸收。它们的毒性是触杀和胃毒的。在这种情况下，产品在细胞间移动，也称为“跨层”移动 – 最典型的是农药渗透到叶片薄壁组织和幼果中。

除草剂根据其毒性分为两大类 – 灭生性（毒杀所有类型的植物）和选择性（仅毒杀某些植物种类）。

农药还有一种卫生-健康分类，基于大量指标 – 对大鼠的致死剂量（毫克/千克活体重）；经口、经皮和吸入毒性；蓄积性、胚胎毒性、致畸性、致瘤性、致癌性、致突变性、致敏性、皮肤和眼睛刺激性等。基于这些指标，农药被分为3个使用类别 – 第一类、第二类和第三类，决定了允许使用属于相应类别农药的人员的资格。

在植物保护中，还使用所谓的“生物活性物质” – 性信息素、利它素、昆虫和螨类主要激素类似物、引诱剂、驱避剂、拒食剂、免疫剂等。

## **农药的毒性、毒物、中毒、剂量**

农药对有害生物和植物的毒性表现因有毒物质（t.s.）的结构、分子大小、溶解性、对非生物因素的抗性、降解性等而异，并且常常取决于产品中添加的额外物质 – 溶剂、乳化剂、填料等；取决于处理对象 – 分类群、物种、年龄、阶段、性别、生理状态、季节等；取决于环境因素 – 温度、湿度、降水、太阳辐射、风等；取决于有害生物所寄生的植物 – 物种、年龄、生长活力等。农药对有害生物和植物的毒性（源自 *toxicon* – 有毒的）通常表现为：抑制酶、辅酶和激素，从处理对象的细胞中去除氧气；氧化和氯化作用；干扰气体交换；降低生物体和植物组织

中的渗透压，随后导致原生质、蛋白质凝固和细胞器脂质过氧化；损害植物叶片中的叶绿体，以及缩短寿命和降低繁殖力；影响繁殖率、运动、取食、变态；影响昆虫、螨类和其他有害生物胃中共生微生物的生命等。主要农药类群的毒性机制在单独的文章中描述。

毒物是指与生物体相互作用时，即使微量也能引起生命过程紊乱，并在特定条件下导致疾病状态或死亡的物质。有毒物质包括天然化合物、植物、宏观和微生物生命活动的产物，以及通过合成手段获得的物质。有外部（外源性）和内部（内源性）毒物，后者在生物体内形成。毒性 = 中毒被理解为生物体与有毒物质 – 毒物之间的相互作用，毒物始终是有毒物质，而中毒 – 是由毒物与活体生物（人、动物、昆虫、螨类、线虫、病害病原体、植物等）相互作用引起的病理过程。毒性有两种类型 – 急性毒性，由毒物（农药）单次作用于活体生物引起，表现为基本生命过程紊乱，可能导致死亡；慢性毒性，由毒物以少量多次作用于生物体引起。它表现为生物体内生命过程缓慢发展的紊乱。

根据毒物进入动物体内的途径，毒性分为：

- 经口毒性 – 通过口腔进入（经口）；
- 经皮毒性 – 通过体表（皮肤）进入；
- 吸入毒性 – 通过呼吸道进入生物体。

毒性通过剂量 – 毒物剂量来表达，“剂量决定毒性”（帕拉塞尔苏斯）。剂量是指对处理对象产生生物效应的农药（农药有效成分）的量，表示为每单位面积、体积或生物体质量的农药（有效成分）重量单位 – 最常用毫克/千克大鼠活体重。农药对研究对象 – 生物体（称为生物测试）所表现的生物效应，通过引起的死亡率或中毒迹象 – 基本生命过程、寿命和繁殖力程度的变化；活动性、取食率、相应为危害程度的降低等来确定。农药的死亡率和生物效应以百分比表示，与未使用农药处理的同种、同龄、同阶段的其他生物体（称为“对照”）进行比较。毒性指标用字母符号表示：LD – 致死剂量；CD – 致命剂量；LC – 致死浓度；ED – 有效剂量 – 当可以确定所施用农药的生物效应时使用。

这些字母符号是作者任意采用的。农药的药效总是低于死亡率，并且记录农药毒性结果的时间跨度越长，两者之间的差异就越大。

根据毒性程度，剂量可以是：阈值剂量 – 引起生物体基本生命功能变化的最小农药（有效成分）量；上限阈值剂量 – 引起生物体死亡的最小农药量。这个剂量称为致死 – 致命剂量，并分为引起生物体100%死亡的绝对阈值剂量 – 表示为 LD 100，和引起50%生物体死亡的中位阈值剂量 – 表示为 LD 50。在特定面积、空气空间体积、土壤、土壤-肥料混合物等上施用于防治有害生物的农药量，称为农药的施用率（剂量），而工作物质（溶液、乳剂、悬浮液、毒饵等）的量 – 称为工作物质的施用率。施用农药防治有害生物时遵守这些类别是获得高效的基本

前提。公认的是，对于具有连续表面的作物、行栽作物、草地和裸地上的有害生物，农药（剂量）以重量或体积单位计算 – 毫克、克、毫升、平方厘米、升、千克，而对于果树作物、葡萄园、啤酒花、玫瑰种植园、高秆蔬菜作物等的有害生物 – 则以工作物质的百分比计算。用于有害生物及其所施用作物上的农药剂量由制造（进口）公司提出，但通常通过所谓的“生物测试”根据当地气候因素进行调整。对于气候因素与保加利亚共和国相近的欧盟成员国授权使用的农药，可能无需生物测试即可授权使用。保加利亚共和国的生物测试根据农业、林业和食品部的条例进行，获得的结果由专门委员会和农业、林业和食品部长任命的制品委员会讨论和采纳。制品委员会提出，并由部长批准一份在保加利亚共和国授权销售和使用的农药清单。

对于农药，已采用所谓的“最大允许浓度” – MPC 和“最大允许残留量” – MPQ，分别以百分比和毫克/千克水果、蔬菜、葡萄、植物和动物源性食品、饲料等表示。对于每种农药及其施用的作物，都规定了以天为单位的收获前间隔期（安全间隔期） – 从其在植物、食品 and 材料、土壤和空气空间上通过喷雾、喷粉、熏蒸、土壤毒饵等方式施用，到其降解（分解）为对人类、家养和野生动物、植物传粉者及其他有益生物健康安全的物质为止的时期。收获前间隔期常与农药的毒性持续时间等同。这两个类别在持续时间和所指对象上存在显著差异：收获前间隔期针对人类、野生动物和家养动物、有益生物等，而毒性 – 针对有害生物。收获前间隔期取决于农药、剂量、施用作物及其年龄，以及非生物因素 – 温度、湿度、降水、太阳辐射、风等。