



# 化学农药的使用前途问题

龚 坤 元

(中国科学院动物研究所)

近三四十年来,化学农药在确保农业丰产与预防传染疾病等方面起了重大的作用。但是自六十年代到目前为止,先是发现有些长效性有机氯农药可能引起累积性残毒的隐患,继而发现不少农药可能有致癌、致畸、致突变等的危险。据国外某些报刊报导,几乎一些常用农药都存在着这样或那样的问题,因而化学农药的使用前途如何,不能不引起人们的担心。

## 一、化学防治是防治工作中的重要环节

化学农药的前途,要看今后化学防治的发展。如果非化学防治方法可以代替化学防治方法,那么,化学农药就可以不用了。但实践表明,在可以预见到的将来,化学防治仍然在防病灭虫中要起主导作用。

由于化学农药的大量使用,发生了农药的污染问题。今后应以预防为主,大力提倡综合防治。虽然,化学防治在综合防治中仍占很大比重,但应尽可能地发挥各种防治方法的积极作用,减少化学农药的使用量,纠正过去单纯依靠农药的单打一的作法。

所谓非化学防治是指农业防治、“以虫治虫”、“以菌治虫”、物理防治、抗虫育种等防治方法。随着栽培技术,预测预报、人工饲养、昆虫的感光生理、遗传育种等的技术与方法的提高,这些非化学防治方法有很大的发展。某些虫害已可用这些方法来解决,还有一些害虫用这些方法可以压低虫口密度,减少为害程度。但是用非化学防治方法,去解决全部病虫害问题,在目前或可见的将来,还是困难的。

就以“以虫治虫”而论,随着人工饲养的发展,为大量繁殖寄生蜂与捕食性昆虫创造了有利条件。但是人工繁殖只是创造了防治的条件,最后效果如何,要看对害虫的寄生率或捕食情况。实践证明,由于生态条件、气候条件的复杂多样,防治效果往往极不稳定。同时也要看到,作为生物防治,只靠大量饲养,不是最经济有效的方法。只有在特定的地区,摸清害虫与益虫的发生规律,充分发展当地自然界益虫的积极作用,才是经济有效的办法。引进国外的天敌亦是采用的方法,国内外都有一些成功的例子(如引进大红瓢虫与澳洲瓢虫防治吹绵介壳虫)。但是被引进的天敌,在本地能否“安家落户”亦不是轻而易举的事。美国近八十年来曾引进 500 多种天敌,但至今在当地能起作用的仅有 20 种而已。

近几年来,微生物农药亦有所发展。它的优点:生产设备比化学农药简便,可以土法上马;在气候条件适宜的时候,能在自然界生长繁殖,一次使用后,能连续不断的起杀虫效果,这是化学农药不可比拟的。近几年来,我国使用苏云金杆菌、青虫菌、杀螟杆菌、白僵菌、多角体病毒等在防治菜青虫、松毛虫、螟虫及桑毛虫等起了不少作用。它的缺点:与化学农药同样有污染问题,杀虫范围不广,在气候条件不利的时候,杀虫效果较差。它虽然所需的生产设备较

简单,但如果菌株不纯或消毒不干净,很容易有危害人类的杂菌混进去。另外,如白僵菌、灭瘟素等对人有一定的毒害,在国内生产与使用过程中已发生了一些问题。苏云金杆菌与多角体病毒,到目前为止虽然尚没有发现对高等动物有致病的可能性,但是微生物农药目前使用量与使用范围比化学农药小的多,在一个地区连年大量使用的例子很少,因而也可能有些潜在的问题还没有发现。在一些资本主义国家里对微生物农药作为商品出售作了严格的限制,这是值得我们注意的问题。

所谓“第三代农药”是指性外激素、保幼激素等,属于昆虫激素及其类似物的新农药。由于这些昆虫激素与高等动物的激素不是同一类型,而且使用量很少,因而对人畜的毒害及环境的污染相应的会少些。几年来的实践证明,第三代农药的发现,是为防治害虫开辟了新途径,是今后发展农药的一个方面。它与第二代农药(指有机氯、有机磷、氨基甲酸酯、除虫菊类似物等有机合成农药)一样,有它的发展前途,但决不能代替第二代农药。就从性外激素来讲,目前在防治害虫上,作为预测预报的一个可靠的手段,以减少化学农药的使用量是完全可以的,但是直接用来防治害虫可能性还不大。保幼激素类似物,在蚕丝增产上已起了积极作用,但是由于本身的弱点(容易光解及仅对老令幼虫有作用等),在大田内有效地防治害虫,尚有较大的困难。美国佐尹康公司虽然生产一种保幼激素缓释剂,认为防治蚊幼虫效果很好,但一九七三年北京动物研究所与广西寄生虫病防治所曾用该缓释剂与双硫磷作比较试验,防治蚊幼虫的效果,它远不如双硫磷。

其它如农业防治、抗病虫育种、放射不孕、灯光诱杀等防治方法,国内外都有一些成功的例子,但都有一定的局限性,从整体来看,这些防治方法也不能代替化学防治。

非化学防治方法的发展是减少化学农药用量的重要途径。同时也要看到,随着农业生产发展需要,复种指数增加,新的病虫害不断发生与害虫抗性问题的日益严重,在不少地区农药用量不是减少而是增加。例如,北方重点棉区,为了棉麦双丰收,实行棉麦套种,麦蚜、叶蝉及小麦矮缩病猖獗发生,棉蚜与棉铃虫的抗性日益严重,这些地区的农药用量比套种前增加将近一倍。近年来我国化学农药的需要量还在逐年增加。另外,我国农药已生产的数量与种类,杀虫剂约占多数,杀菌剂与杀草剂较少,还不符合当前生产实际的需要。为了提高劳动生产率,人工除草必然要用化学除草来代替。从发展来看,今后杀草剂的生产必然会大量增加。

当然,这并不意味着其它防治方法不重要。相反,只有加强各种防治方法的研究,因地制宜、多途径地来研究防治工作中存在的问题,才能找出经济有效的防治方法,以适应农业生产迅速发展及预防疾病的需要。任何防治方法都有它的长处及弱点。同时也不可能找出一种一劳永逸的防治方法。如果脱离实际地,单纯强调一种防治方法,这就是形而上学的观点,对今后综合防治的发展是有害的。

实际上,用化学农药来防治病虫害与用医药来医治人类的疾病,有相似的地方:(一)不少农药与医药都有不同程度的毒性,农药有环境污染问题,正如医药会产生副作用一样(如一些治癌药物、医治血吸虫病的锑制剂,对人的肝脏损害较大);(二)某些病虫害可用非化学方法来防治,正如某些疾病可用体育疗法与物理疗法来医治一样;(三)害虫对农药会发生抗性,正如病菌对医药会产生耐药作用一样。

所以,从整个化学防治的发展前途来看,它在卫生保健及植物保护等方面,今后仍起主导作用。当然,任何一种农药,都有它各自发展与消亡的规律。旧的要淘汰,新的要产生,这是不以人的主观意志为转移的客观规律。

## 二、正确对待化学农药在使用中存在的问题

化学农药在使用中确实存在不少问题,需要正确对待。

致癌、致畸和致突变等现象都与细胞内的染色体反常的变化有关系。就广义而言,任何对遗传物质的改变,包括体细胞的不正常分裂,而产生一些对生物个体的反常影响都称突变。因此,致癌、致畸都属于突变范围内。化学物质如作用于体细胞的染色体,引起体细胞的恶性分裂,就引起癌症;如影响生殖细胞,就可能发生畸胎。当然,对后代产生任何不正常的变异,如智力的衰退、精神病、遗传性的虚弱等都属于突变。有些特异性的病变,可能几代以后才表现出来。

细胞内遗传信息的改变,主要由于某些化合物或酶对脱氧核糖核酸(DNA)、核糖核酸(RNA)等的作用。农药本身除掉不孕剂外,主要对生物的正常代谢起抑制或激化作用,但也可能本身就是一种烷化剂或碱基类似物等对DNA产生诱变或僵化,也可能它们在体内的代谢物是诱变剂,间接产生了上述影响。

根据上述情况,人们对农药进行大量试验,值得注意的问题如下:

(一) 化学不孕剂: 这类药剂与其它农药不同,是直接寻找对生殖细胞有作用的化合物,因此对高等动物引起诱变的可能性较大。这类药剂大多数是烷化剂(绝育磷、不育胺)或抗代谢物质(5-氟尿嘧啶,5-氟尿嘧啶-4 甲酸)。十几年前美国农业部曾作了大量试验,取得较好的成效,但是始终没有商品化,其原因就在这里;

(二) 有机汞: 不少有机汞已被证明是诱变剂。在自然界多数有机汞转变为甲基汞,它能在鱼体或其它水生生物内累积。现已证明甲基汞能导致鱼的染色体断裂及对人胎的致畸,日本的水俣病就是这个原因;

(三) 氨基甲酸酯类: 高等动物的唾液腺内,存在着亚硝酸盐类,它随食物进入胃内后,在酸性状态下与氨基甲酸酯类起作用,可能产生致癌物质亚硝胺类(Nitrosamine);

一些二甲基三硫代氨基甲酸酯类如福美双、福美铁、福美锌等杀菌剂,在消化道内可能产生致癌物质二甲基亚硝胺(Dimethylnitrosamine); 一些甲基氨基甲酸酯类,如西维因、害朴威(CPME)、残杀威(PHC)、速灭威(MTMC)及巴沙(BPMC)等在消化道内可能成为各种亚硝胺类;

(四) 在熏蒸剂中环氧乙烷是一种强烈的烷化剂,如被熏蒸的食物内含有氯离子,能形成乙撑氯醇( $\text{ClCH}_2\text{CHOH}$ ),能在食物中稳定地存留下来,用链孢菌证明,乙撑氯醇是诱变剂。联合国世界卫生组织把它作为长期观察的试验项目;

(五) 一九七一年美国科学顾问委员会曾提出开蓬(Kepone)能引起小家鼠畸胎,但未被重视。一九七五年七月由于工厂发生严重的中毒事故,环境保护局勒令关闭。一九七六年四月美国癌症研究所证实开蓬对大鼠与小家鼠都能引起肝癌。由于它在自然界很稳定,严重地污染了一个海湾(Chesapeake)。目前美国尚存有十万磅开蓬,不准继续使用,拟设法烧毁;

(六) 有些农药本身没有致癌或致畸作用,主要由于含有杂质。如代森锰、代森锌含有致癌物质乙撑硫脲;氟乐灵(Trifluran)含有致癌物质亚硝胺;245-T含有致畸物质二恶英(TCDD);

(七) 有些有机磷农药可能引起迟发性的神经中毒如DFP、丙胺氟磷(mipafox)及溴苯磷(Leptophos)等,在长期低剂量接触后,可能引起神经脱鞘,因而,产生运动失调、肌肉无力,重则引起瘫痪。这种病症常在接触后8—14天内发现,这种药物对鸡、猫、人都比较敏感。DFP、

丙胺氟磷是已被淘汰的的农药,但溴苯磷由于它对棉铃虫防治效果较好,尚在试用中。一九七一年在埃及棉区发生了严重事故,引起 1300 头水牛中毒。

迟发性神经中毒的机理,尚不十分清楚,但可能与抑制酯酶有关,这些农药如对神经有关的酯酶起磷酸化作用,对神经造成损害。

有些酯溶性较强的有机磷如除线磷 (VC-13),比对硫磷的酯溶性大 20 倍,中毒后胆碱酯酶抑制长达 66 天,可能该药贮存在脂肪体内逐渐释放出来的原因。

以上情况是客观事实,应该重视,但要进行具体分析和进一步研究。近二年来,美国癌症研究所发表了不少化学试剂是致癌物质,其中有四氯化碳、氯仿、三氯乙烯、四氯乙烯等。今年四月美国环境保护局致癌物评价组发表苯是对人的致癌物质而且对血液有影响。这些化学试剂的使用范围很广,因而也就成为生产、使用、研究中的一个大问题。

早在一七七五年,发现烟囪中的煤烟与人的阴囊癌有关系,从此,化学物质致癌问题,开始引起了人们的注意。而农药的致癌问题,直到一九六九年国际癌症研究所才较有系统的进行试验。他们主要用小鼠在极量情况进行,在 100 多种农药中,肯定是致癌物质的仅 13 种。其后,美国环境保护局提出“致癌的九原则”,内容含糊。例如“原则”中提出:(1) 导致良性肿瘤的化学物质也是致癌物质;(2) 由于没有确实的测定方法,认为寻找“阈剂量”是没有意义的;(3) 任何导致对动物的肿瘤的物质,应认为是对人的致癌危险物。这些原则,忽视了“量”的概念及种间的差别,扩大了致癌物质的范围,这是引起“恐癌症”的根源。

#### (一) “量”的问题

“量”的概念很重要,任何事物的发展,往往是从量变到质变,不管急性中毒也好,慢性中毒也好,都逃不出这个规律。有不少化学物质少量存在是有益,多量存在就有害,有些稀有元素对生物反应最为显著。如少量氟(1 毫克/日)能使人们的牙釉及骨骼的晶体结构稳定,多则使牙脆而易碎,骨质疏松,脊柱弯曲畸形。我国南方红土壤内缺硼,稍加一些,产量倍增。有机氯农药亦有此特点,氯丹、毒杀芬、六六六都有毒,但少量存在能刺激植物生长;用 50 毫克/公斤以下剂量喂小鸡,能促进小鸡生长、增加体重。认为无毒的物质,大量进食亦可能有危险,食盐是人们必须的食品,但大量进食亦可能有死亡的危险。

从实验数据来分析,明确看出化学物质致癌有量的区别,如灭蚁灵对小鼠饲喂 26ppm 就能致癌,甲氧 DDT 则浓度高为 2000ppm;一般认为甲体六六六对小鼠容易致癌(100ppm),但浓度高至 600ppm,丙体六六六同样能致癌。肝脏是动物的主要解毒器官,但进食的化学物质超过他的解毒能力时,容易引起病变,也可能成为致癌的诱因,一般认为,除虫菊素是比较安全的农药,但是人们用小鼠作试验,用量较大时,对肝细胞亦有影响。

亚硝酸类在自然界普遍地存在着,动物与植物体内均有微量存在,土壤内也有,在工业生产中,使用车床切削金属冷却用的切削油(Cutting Oil)中也有存在。而发生癌症的区域,只是亚硝酸存在高的区域。

实际上,致癌物质到处存在的不仅是亚硝酸。如果没有量的区别,形而上学地看问题,只根据试验室的一些致癌数据,不考虑实际致癌的可能性,就会引起混乱。目前最大的困难,是对癌症的发病机理还不清楚,癌症的潜伏期长,个体差异大。这样对化学致癌的阈剂量就较难确定。但不应该知难而退,陷入了“不可知论”的泥坑。

一般认为,对致癌物的确定,应该用低剂量,长期观察的方法,较为接近实际;用高剂量长期观察,当然能看出这种化合物致癌的可能性,但往往距离实际情况很远,决不能作为重要依

据。例如，如果丙体六六六的致癌浓度为 600ppm，大致每人每日长期进食纯丙体六六六 10 克左右才能致癌，事实上这是不可能的事。

## （二）方法问题

用一些辅助方法，如用细菌、链孢菌、鸡胚、组织培养等方法来观察农药是否有诱变作用，由于这些方法较简单，节省时间，适用于大量筛选试验。但是这些方法距实际情况较远，不如用高等动物更直接些。至于选择那一些动物最适当，最接近于人的反应，到目前为止还没有找到线索。

由于癌症发病的个体差异较大，从统计取样的观点来看，供实验的动物数量要多。目前能大量繁殖快的饲养动物主要是大鼠及小鼠。因此，绝大多数用小鼠与大鼠作试验材料。但是这些动物的致癌反应与人类并不完全一致。例如，砷化物容易使人得肺癌与皮癌，但对大鼠与小鼠不容易致癌；萨利独迈特（thalidomide）对人每日进食 0.5 毫克/公斤即能致癌，但小鼠与大鼠分别每日进食 30 与 100 毫克/公斤才能致癌；相反，DDT 对小鼠比其它动物容易致癌。

由于致癌原因较复杂，个体差异较大，因此国外对致癌物的试验结果，往往有相反的情况出现。例如，一九六九年国际癌症研究所用小鼠，在剂量下，经 18 个月，发现增效砷能致淋巴瘤，但同年有人用浓度高至 20000ppm，对大鼠进行试验，18 个月后，没有任何异常现象。一九六九年国际癌症研究所用小鼠与大鼠，进行高剂量试验，认为西维因与氯苯胺灵是不会致癌的，但是一九七〇年有人认为西维因对大鼠是致癌物质，其后美国职业安全与卫生研究所认为氯苯胺灵是致癌物质。

基于上述各种原因，对癌症等特异性病变的确定，首先应从实际出发，进行流行病的调查。如美国最近提出禁止开蓬的生产与使用，首先发现制造开蓬的工厂工人发生严重的中毒事故，继而美国癌症研究所试验了开蓬对小鼠与大鼠都有致癌作用。在这样情况下，提出禁用，就很少有争论。而以往对 DDT 等几种农药的提出禁用，长期争论不休，而且没有严格执行。

## （三）具体使用问题

要用对立统一的观点来对待农药的具体使用问题。有些农药尽管对环境的污染很严重，但为了确保农业生产的需要，如果使用妥当亦不致引起问题。例如，灭蚁灵是致癌物质，但对消灭牧草害虫——火蚁有特效。美国环境保护局在广大群众的要求下，今年批准灭蚁灵用飞机进行大规模防治火蚁（约 1750 万英亩），每英亩使用原药仅 0.5 克，同时不准在沿海、河流及其它水域附近使用。不少国家对艾氏剂与狄氏剂已提出禁用，但对防治土栖白蚁及处理苗木不在禁用之内。汞制剂亦是大多数国家禁用的农药，但由于拌种处理用量很少，不少国家仍在用。有些毒性很大的内吸剂，用颗粒剂或浸种拌种方式使用，还是比较安全的。

建国以来，我国农药工业有了很大的发展，到目前为止已基本满足了防治的需要。但是工艺水平还低，基础研究薄弱。今后，随着农业生产的跃进，农药工业必然会有更大的发展。因此，迫切需要加强农药生产和使用问题的基础研究工作，并且对国外这方面的科技情报和科技成果要进行认真地分析研究，学习他们的长处。在华主席“抓纲治国”的战略决策指引下，使农药创制、生产和使用的科学技术研究工作赶上和超过世界先进水平。