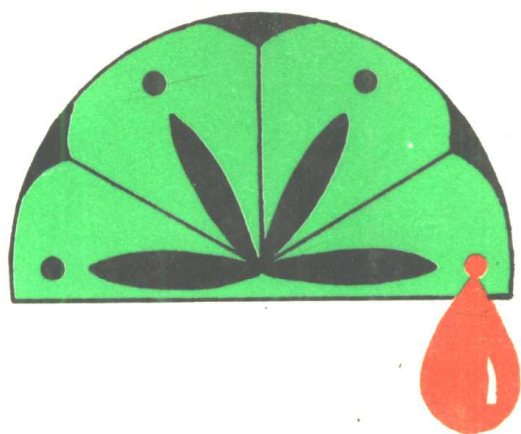


无公害植物性 杀虫剂

樊西惊 雷周印 著



西北大学出版社

无公害植物性杀虫剂

樊西惊 雷周印 著



西北大学出版社

(陕)新登字第 011 号

无公害植物性杀虫剂
樊西惊 雷周印 编著

西北大学出版社出版发行

(西安市太白路)

新华书店经销 西安医学院印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 375千字 140千字

1994年6月第1版 1994年6月第1次印刷

印数:1-4000

ISBN 7-5604-0713-7/TQ·10 定价:6.00元

前 言

化学杀虫剂的广泛应用，在保证粮食和农林畜产品的增产上，取得了辉煌的成绩，化学杀虫剂也因为广谱、卓效，可大量生产，使用方便，仍然是目前最主要的杀虫剂。但是从长远的观点来看，长期广泛使用化学杀虫剂却对人类的生存环境、生态平衡和人类自身的健康带来深重的有时是难以补救的影响。在这种情况下，迫使人们去寻找防治害虫的新途径和新技术。杀虫剂的研究和开发沿着高效、对人畜安全、对害虫不易产生抗药性、对害虫天敌影响较小和无公害的方向发展，正在跨进“无公害杀虫剂”的时代。植物杀虫剂在施用条件下易于分解还原为原来的自然物。它是从天然的有生理活性的植物中提取开发出来的。近10多年来国内外对植物杀虫剂的研究形成新的热潮，各地的植保工作者和群众也试图利用当地植物资源配制农药，而目前有关植物杀虫剂的书籍很少，仅仅在有关植物化学保护教材和书籍中略作叙述，篇幅很少。鉴于此，作者结合多年来烟碱提取和烟碱杀虫剂的研究实践，收集了国内外有关文献，写成本书，以供植保工作者，农药生产和配制科技工作者和农民技术员参考。

作者深知，有关植物杀虫剂的科学涉及到植物学、昆虫学、农学、生物学、化学、胶体与表面科学、生态学、环境学、气象学、化学工程学等多种学科，又是一门崭新的研究领域，许多问题还正在探讨和深入研究之中，而作者的学识和经验有限，很难将有关问题完全表达清楚准确，但是为了植物杀虫剂的推广和发展，抱着抛砖引玉的态度，以期本书

的出版能引起更多的同志对植物杀虫剂的关心和兴趣。

本书的出版得到多方面的关心和支持，特别是西北大学出版社编审常国兰同志的支持，使本书能较快地与读者见面，谨此致谢。

由于作者水平有限，编写时间短促，内容不免有错误和不当之处，恳请读者批评指正。

樊西惊 雷周印

1994. 2. 8

目 录

第一章 化学杀虫剂和植物杀虫剂	(1)
一、天然杀虫剂时期	(1)
二、化学杀虫剂时期	(2)
三、第三代杀虫剂和植物杀虫剂	(6)
第二章 植物杀虫剂的配制	(12)
一、植物杀虫剂的混合	(12)
二、分散度和杀虫剂性能的关系	(18)
三、杀虫剂的助剂和表面活性剂	(23)
四、植物杀虫剂剂型	(34)
第三章 烟碱杀虫剂	(49)
一、烟碱在烟草中的分布	(50)
二、烟碱的物理性质	(52)
三、烟碱的化学性质	(56)
四、烟碱的提取	(61)
五、烟碱杀虫剂的剂型	(65)
六、烟碱杀虫剂的毒理和毒性	(68)
七、烟碱杀虫剂的使用和防治效果	(71)
第四章 楝科植物杀虫剂	(89)
一、概述	(89)
二、楝科植物的分布及其有效成份	(91)
三、印楝对昆虫的作用机理及对害虫的防治	(96)
四、川楝素、川楝油与种核抽提物防治害虫试验	(102)
五、苦楝油、苦楝种核抽提物防治害虫效果	(110)

六、楝科植物对害虫天敌的影响	(114)
第五章 鱼藤、除虫菊、苦皮藤和其他植物杀虫剂	
.....	(116)
一、鱼藤	(116)
二、除虫菊	(120)
三、苦皮藤	(129)
四、巴豆	(132)
五、雷公藤	(133)
六、松香皂	(134)
七、闹羊花	(135)
八、喜树	(136)
九、断肠草	(137)
十、其他植物杀虫剂	(138)
主要参考书目	(147)
附录 1 常用农药混合使用表和说明	(148)
附录 2 常用农药对高等动物的毒性比较	(150)
附录 3 对农药敏感容易产生药害的作物	(152)
附录 4 我国几种常用农药安全使用试行标准	(154)
附录 5 常用商品化学杀虫剂	(160)

第一章 化学杀虫剂和植物杀虫剂

长期以来，害虫危及农林作物及农林畜产品，与人类争食。据统计，世界谷物生产每年因虫、病、草害损失约 35%，其中虫害最为严重。我国人口众多，耕地面积日渐缩小，人均仅 0.083 公顷。如何满足全国人民不断增长的对农产品尤其是粮食的需求，是实现现代化建设中的一个极重要的问题。使用杀虫剂、虫口夺粮十分重要。

人类和害虫进行了长期的斗争，杀虫剂的使用有着悠久的历史。社会的需求和科学技术的进步是推动杀虫剂科学不断进步的两个车轮，杀虫剂的内容随着时代的不同发生变化，大体经历了三个不同的时期。

一、天然杀虫剂时期

使用天然存在的动、植物、矿物作为杀虫剂，可追溯到公元前 1000 多年前直到上世纪中叶。早在古希腊、罗马时代用硫磺、雁来红作为杀虫剂；用海葱作杀鼠剂用；17 世纪将烟草用于杀虫，上世纪，除虫菊、鱼藤根已在欧、亚一些地方作为杀虫剂使用。我国劳动人民，在与虫害斗争中，创造和积累了极为丰富的经验，早在公元前的几部古书如《周礼》、《神农本草经》等就有记载。明代李时珍的《本草纲目》(1965 年)中对杀虫植物的种类、分布及使用等作了详细的论述。据记载，早在 1800 年前就已使用汞、砷、硫磺、石

灰等矿物和巴豆等植物来防治害虫；200 年前已使用烟草防治水稻螟虫；除虫菊、鱼藤、雷公藤、苦树皮、黄杜鹃、百部等的应用均有很久的历史，现在还在一些地区使用。这个时期杀虫剂的种类和应用范围都是有限的，主要用于家庭卫生、人畜寄生虫及贮藏害虫的防治，缺乏系统的、深入的理论研究。人类大量地使用杀虫剂，大约是从 1860 年起广泛应用化学药品开始的。

二、化学杀虫剂时期

随着化学工业的进步和植物保护需求的增加，从 19 世纪中期进入化学杀虫剂时代。早期应用的多为无机杀虫剂如：石硫合剂、砷化物、汞化物、磷化物和矿物油等，它们的杀虫能力强，在人类与虫害的斗争中起到不可磨灭的作用。但是在使用中人们很快发现，这些无机化合物大多数很稳定，它们不论对动物或植物都是毒物，其残留物对人和动物的安全造成危害，在土壤中又能保存很长时间，并在多次使用和在土壤中形成累积，反而会影响农作物的正常生长和造成环境污染。无机杀虫剂对昆虫防治强调“杀死”的方式，在杀死害虫的同时也会不分青红皂白，连害虫的天敌也格杀勿论，造成生态平衡的严重破坏，所以从昆虫学角度看，仅有少数几种杀虫剂可以使用。

二次世界大战以来，有机杀虫剂的出现，为人类防治病虫害提供了新的有力武器，从 40 年代发展的有机氯杀虫剂如：滴滴涕、六六六到 60 年代以后发展的有机磷杀虫剂、氨基甲酸酯杀虫剂及近年来拟除虫菊酯的研制和应用，有机杀虫剂得到较快的发展，尤其是有机磷杀虫剂，虽然出现较晚，

但发展很快，以其药效高、品种多、防治对象广泛、作用方式多样、药害轻、在环境中易降解而超过其他类型的杀虫剂，成为我国现用的主要杀虫剂，在植物保护方面扮演着重要的角色。

但是长期的大量使用化学杀虫剂，对环境和人类自身的生存，产生了不良的影响。今天人类对保护环境和生态平衡的重要性认识越来越深刻，对杀虫剂的要求发生变化，强调杀虫剂不仅要能影响、控制和调节各种害虫的生长、发育和繁殖的过程，而且必须在保障人类健康和合理的生态平衡前提下，使有益生物得到有效保护，有害生物得到较好的控制。一个好的杀虫剂应是：

- (1) 对害虫的防治应高效、速效、广谱；
- (2) 对哺乳动物和其他非目标生物体低毒或无毒，保护害虫天敌；
- (3) 对保护的植物不发生药害；
- (4) 在土壤中有限度的存留，用量小，最大限度地减少对环境的污染；
- (5) 稳定、有适当长的残效期，在贮存期内能保持原标准规格不变；
- (6) 便于包装、运输和安全使用，价廉。

为满足上述要求，70年代以来，化学杀虫剂在新品种的研制、剂型加工、施用方式及毒理研究方面，不断取得新的进步。但是化学杀虫剂的大量使用，引起的公害日趋严重、化学杀虫剂的发展面临着严重的挑战。

- (1) 化学杀虫剂的长期大量使用造成土壤、大气、水体的污染和在农牧产品上的残留。在生产和施用中，它通过呼

吸、接触从食道进入人畜体内，造成人畜中毒。据统计全世界每年约有 200 万人农药中毒，其中约有 4 万人严重中毒而致死。例如有机氯杀虫剂滴滴涕、六六六广谱、长效、价格便宜、使用方便，曾大量推广应用，但它们造成环境污染和由食物链引起的生物浓缩问题，即使少量摄入、毒性不大，也会在人体内积累，引起慢性中毒，使内脏机能受损，破坏正常生理代谢过程，所以 70 年代以来各国相继禁用和限用六六六、滴滴涕和一些其他有机氯杀虫剂。

(2) 使用有残留性的化学杀虫剂，特别是广谱性的有机氯、有机磷杀虫剂，在杀灭害虫的同时也伤害了害虫的天敌，造成害虫和他们天敌之间的平衡的破坏，使得一些害虫密度反而增加难于防治，这类事例屡见不鲜。例如，用砷酸钙防治棉铃象岬相当有效，曾作为一些产棉区的标准方法，但是后来反而造成吸食棉叶的害虫蚜虫激增引起更严重的危害，因为蚜虫的天敌受到砷剂的毒杀，大大减小了蚜虫繁殖的障碍。调查表明：不论在稻田、棉田或其他越冬作物农田，蜘蛛是捕食飞虱、叶蝉、叶螨、蚜虫的天敌，它大量捕食上述害虫的卵、幼虫和成虫，但蜘蛛对许多化学杀虫剂相当敏感，因此连续使用化学杀虫剂的地方蜘蛛锐减，害虫激增。据初步统计有机杀虫剂大量应用以来，大约有 50 多种害虫因使用杀虫剂后而猖獗，包括有螨类、蚜虫、介壳虫、叶蝉，果蝇，卷叶虫、粉虱、潜叶虫、螟虫等，形成恶性循环。

(3) 反复地使用化学杀虫剂，害虫会对化学杀虫剂的抵抗力提高，从而产生抗药性。从 50 年代到 80 年代，抗药性害虫已从 10 种增加到 450 多种。由于有机氯和有机磷的大量使用，害虫的抗药性发展很快。例如红蜘蛛特别难于防治，它

很快对有机磷产生抗药性，若棉田每年喷洒内吸磷 5~10 次，这样经过 5~8 年红蜘蛛对内吸磷的抗药性增加高达 60 倍。经验表明：害虫一旦具有抗药性，即将长期保留，甚至这种杀虫剂停用后，害虫对它的抗药性仍不能很快消失，当再次使用这种杀虫剂时，抗药性一般又很快产生。然而严重的问题是，一种害虫对某种杀虫剂产生抗药性，还会对某些未使用过的杀虫剂也产生抗药性，形成所谓交互抗药性。不幸的是，当害虫发生抗药性时，人们一般没有正确地处置这个问题，相反通常不是加大用药量就是增加用药次数，或者双管齐下，这只能更加剧抗药性的发展和对环境的污染和生态的破坏。

(4) 化学杀虫剂的更新换代，研制代价越来越高。由于环境保护的严格要求和对毒性研究的深入，人们对化学产品产生的致癌性、致畸性和致突变性的深入了解，对化学杀虫剂的毒性限制越来越严，化学杀虫剂的研制需要化学、生物学、农学、病毒学、环境科学等多方面的科技人员密切合作进行艰苦细致的研究工作，工作量很大。研制工作投资大，据估计西方每创制一种新的化学杀虫剂需花费 6 000 万美元，周期长达 8~10 年，同时风险大，平均每 2 万种化合物中才能筛选出一种。这样新的化学杀虫剂价格高、会加重农民的负担。

鉴于化学杀虫剂的发展遇到的越来越多的困难和挑战，人们开始对具有高选择性、迅速分解、非残留性的无公害杀虫剂即所谓第三代杀虫剂产生浓厚的兴趣并投入巨大的力量。

三、第三代杀虫剂和植物杀虫剂

第三代杀虫剂主要包括超高效杀虫剂和植物杀虫剂。杀虫作用所包括的内容比较广泛，包括调节或抑制昆虫生长的保幼激素、蜕皮激素、昆虫生长调节剂；影响昆虫生殖及生物学特性的不育剂、驱避剂、拒食剂、引诱剂等。

超高效农药的特点是用量小。早期的有机氯杀虫剂一般每公顷的施药量为几十公斤，后来的有机磷施用量下降到每公顷几百克，而现已开发出的第三代超高效杀虫剂施用量再降低了一个数量级，每公顷施用量仅 7.5~75 克。如此小的用量，大大降低了杀虫剂对环境的污染和对生态平衡的破坏，同时也减少了原料消耗。从理论上讲，近年来研究的昆虫信息素、激素、植物防御素等的施用量还可以再降低一个数量级。随着杀虫剂科学向生命科学的靠拢，超高效杀虫剂的发展，有着十分光明的前景。

植物性杀虫剂是指用于防治害虫的植物体、植物体的提取物或提取物的化学改性物质。它可以是植物体的全部或一部分，也可以是其中含有的某种有效成份。一些植物如烟草、除虫菊、鱼藤等早已大量作为杀虫剂使用，但是今天重新认识它们，却有新的含意。植物杀虫剂的突出特点是基本无公害，从而受到国内外农药界的重视。1992 年全国第二届农药创制研讨会上，专家们一致认为：我国天然植物资源极其丰富，既可直接利用作为杀虫剂使用，又可从中得到创造新药的启示，成为新杀虫剂创制的重要源泉。

可以这样说，大自然是创制新农药的最好设计师，各种生物在长期的进化过程中形成一种微妙的相互依存、相互制

约关系以保持各种生物的生存和发展。植物和昆虫之间相生相克，在长期的生存竞争中，经过几亿次的筛选和适应，植物体产生了对害虫的抗御能力，植物体除运用正常代谢中产生的次级代谢物防御害虫外，还能在某些特殊情况下释放出各种化学物质，对付入侵害虫。例如受害植物常能在受害条件下减少营养成分的分泌而增加拒食素和毒素的释放以影响害虫的消化或吸收，直接毒杀害虫，促使害虫的迁移等。植物通过生物化学变化，产生的次生代谢物质可以抑制害虫的出生、发育、繁殖过程中的某一阶段；控制害虫寄生、进食、拒食、产卵、拒绝产卵等生活行为；制造抗生素扼杀害虫的正常生理活动而使之迅速死亡；释放的蜕皮激素、保幼激素及早熟素致使害虫变态、畸形、不育等。对植物体中具有生理活性的化学物质的分离、鉴定为高效农药的发展提供了更为广阔的创新方向。

植物杀虫剂一般是由多种有机化合物构成的植物体中的有效成分，例如：鱼藤根中含有鱼藤酮等 10 多种类似化合物，5 种脂肪酸，还有蛋白质、生物碱、树脂及草皂素等共 20 多种化合物，其中有杀虫作用的有效成份只占其中的小部分。按照有效成份，植物杀虫剂大体有以下几类：

(1) 生物碱类。这是一类含氮的碱性物质，有强烈的生物活性，维管植物约有 15~20% 的种类含有生物碱，其中最著名的如烟草中含有的烟碱；大茶药含有的多种钩吻碱；雷公藤含有的雷公藤碱等。

(2) 糖苷类。又称配糖体，是葡萄糖分子与另一种有机化合物结合而成的复杂化合物，在昆虫体内经过化学作用而变成有毒物质。如巴豆中所含的巴豆糖苷；苦木中的苦木素；

皂荚中所含的皂荚素，都是糖苷化合物。

(3) 有机酸类、酯类、酮类。如除虫菊的有效成份是除虫菊酯，鱼藤中的有效成分是鱼藤酮及拟鱼藤酮，这些都是比较高效的杀虫剂。

(4) 有毒的蛋白质、挥发性香精油、单宁、树脂等。如蓖麻中含有毒蛋白质，巴豆毒素也是毒性蛋白，具有胃毒作用。许多植物中含有单宁。松香是一种树脂，遇碱即皂化。樟树叶、桉树叶、岗松都含挥发油。香精油在叶、果皮、花、种子中含量较多，对害虫有一定的忌避作用。

植物杀虫剂的组成决定了它与化学杀虫剂有着明显的不同特点。

(1) 植物杀虫剂一般来说不产生公害。它有效成分通常是由氮、氧、磷、硫等元素组成的复杂有机化合物，它们在自然环境中易于分解，积累性的毒害不大。有些植物杀虫剂如烟碱虽有剧毒，但在施用的浓度和条件下，对人畜安全无毒。大量事实表明：人和哺乳动物与这类植物杀虫剂长期相处安然无恙。长期的应用还表明：植物杀虫剂对害虫的天敌不伤害，可维持生态平衡，用于防治蔬菜、果树、棉花等农作物的虫害时，基本没有残留性的毒物，也不影响农产品的风味，可用于无公害污染的绿色食品生产，所以近十几年来国内外对植物杀虫剂重新引起极大的重视。

(2) 害虫不易对植物杀虫剂产生抗药性。以烟碱和天然除虫菊为例，前者大量使用近百年，后者已应用 200 年，至今尚未发现有明显抗药性的害虫。而人工合成的拟除虫菊酯类杀虫剂，自 1982 年在国内推广应用以来，至今已知至少有 27 种害虫对它产生不同程度的抗药性，用拟菊酯防治伏期棉

蚜的有效用量增加了 10 倍，而防治效果仍不理想。植物杀虫剂的这一特点，使它一旦提取加工形成定型药剂后，便可长期反复使用，而不必担心害虫形成的抗药性。

(3) 植物杀虫物质种类多、分布广，适于就地取材、加工和使用。据统计已知有约 400 多种植物含有抗拒昆虫进攻的物质。我国于 1959 年编写的《中国土农药志》中记述了 220 种植物性农药及成方 183 种，遍及全国各地，群众中有着丰富的使用经验。为了发展植物杀虫剂，在实际应用方面，当前可先在植物资源丰富的地方建立加工厂，改进抽提和配制方法，制成产品直接为生产服务。在科学研究方面，近年来由于微量分析、分离鉴定技术的飞速进步，各种先进仪器和科学方法的使用，人们逐步地能够分离出植物中有杀虫活性的有效成分，测定它们的组成和结构，摸清其生理活性的本质，为科学的配制植物杀虫剂及合成新杀虫剂提供依据。

(4) 植物杀虫剂来源于植物，其中杀虫的有效成分只占植物体的极少部分，产量、质量受地区性、季节性的影响，有效成分常有变化，在贮存期易挥发和分解，情况很复杂，目前多数还停留在群众“土法”生产小规模使用，要实现工业化大生产还相当困难。

应当看到，我国关于植物杀虫剂的研究还很落后，一些能杀虫的植物种类，其有效成分大多数还未研究清楚。在有关植物杀虫剂成分分析，有效成分提取、复配、剂型加工和药效试验等方面急需加强。为大量推广使用植物杀虫剂，目前需要认真解决以下问题：

(1) 植物杀虫剂有效成分提取的工业化。

植物杀虫剂的有效成分含量通常比较低，一般多用溶剂

抽提法提取。常用的溶剂有三氯甲烷、三氯乙烯、酒精、石油馏分、苯、甲苯、丙酮等，正确地选用溶剂与科学地制定提取工艺，提高工业装置的回收率，是降低成本，发展植物杀虫剂的前提。以烟碱为例，早已在欧洲大规模进行工业生产，作为主要杀虫剂品种之一而广泛使用。我国的烟草种植面积和产量均居世界第一，据统计 1989 年烟草种植面积 180 万公顷，烟叶产量达 283 万吨，其中低次烟叶和丢弃在田间的烟叶约占总产 30%，生产烟碱的资源相当可观，但长期以来却未能利用，十分可惜。尽管程宣生等在 40 年代及 50 年代在天津、青岛、重庆等地利用卷烟废弃物研制生产 40% 硫酸烟碱，终因回收率低，成本高，一些工艺技术难题未能突破而中止。烟碱利用长期停留在农民家庭土法应用的水平，规模小，烟碱浓度难以准确控制，防治效果难以保证。1987 年陕西省科委组织了从低次烟叶中提取烟碱的协作攻关组，经过 6 年努力，经过实验室研究、小试、中试^①，不断解决工业提取中的各种技术问题已在陕西省澄城生物碱厂及千阳等县生物碱厂建成工业装置，顺利投产，达到溶剂抽提回收率高，溶剂消耗少，产品质量合格，成本低的先进水平，将潜在的资源变成可用的烟碱杀虫剂。与此同时河南省中原农药厂也于 1991 年采用离子交换法生产油酸烟碱成功并投入小量工业生产。只有实现有效成分提取工业化，才能提供大量的、质量可靠的原药，为植物杀虫剂的生产、推广应用提供物质基础。

(2) 植物杀虫剂的合理复配。

^① 见《中国技术成果大全》，总 78 期，870 号。