

## 植物源农药与农业可持续发展

Botanic Pesticide and Sustainable Agriculture

徐汉虹<sup>1</sup> 张志祥<sup>1</sup> 程东美<sup>2</sup>

(华南农大昆虫毒理研究室<sup>1</sup> 广州 510642;仲恺农技学院植保系<sup>2</sup> 510225)

世界人口的增长一直快于粮食的增长,发展中国家尤为如此,导致世界范围内粮食矛盾不断加剧。FAO1985 年报道全球有 5.5 亿饥民,每年有 4 000 万人死于饥饿;1998 年,发展中国家长期处于饥饿和半饥饿状态的人口已增至 8.28 亿。到 2040 年,全世界粮食需求量将为现在的 3 倍。

农药是保证提高农业单产的重要物资。20 世纪 90 年代我国平均每年发生农业病虫害面积 2.5 亿  $\text{hm}^2$  次,防治面积为 2.7 亿  $\text{hm}^2$ ,其中使用农药进行防治占 90%以上。1995 年,我国通过农药防治,挽回粮食 5 400 万吨,减少直接经济损失 600 多亿元。据统计,目前我国农药生产企业约 1 700 多家,农药生产能力约 55~60 万吨(按 100%有效成分计),加工制剂 80~100 万吨;农药品种约 400 多个,产品约 700 多个,其中杀虫剂约占 72%、杀菌剂约占 11%、除草剂及植物生长调节剂约占 15%。从 1990 年开始,我国农药总产量已居世界第二位。

### 一、传统农药的局限性

农药是化学品中毒性高、环境释放率大和影响面广的物质。由于品种繁多、生产量和使用量大,它们在对作物进行保护的同时也进入环境。如果使用不当,非但不能达到预期效果,反而会污染农产品和环境,造成药害和人畜中毒事故。随着农用化学物质长期不断地输入土壤,有害物质在土壤和水体中逐步富积,一部分通过物质循环进入农作物及人畜体内,严重污染农产品和环境,危害人体健康。我国湖北省每年农药中毒人数均在千人以上(1999 年上升至 1 140 人)。1998 年 9 月 11 日,武汉市曾发生市民因食用农药污染的蔬菜造成 44 人中毒。1999 年 9 月,湖北省宜都、麻城、阳新等地相继发生类似事件。近 20 年来,人类的癌症、肝病、心血管病等发病率剧增,与此有着密不可分的联系。

1998 年,在欧共体的一份关于 1994~1997 年进口茶叶上农药残留的总结中,中国、印度和越南三国被列为“农药实际水平或潜在水平较高的国家。”

这一现状令人堪忧。

针对上述情况,我国有关部门和地方加强了对农药的管制。农业部农药检定所药证处发出了一系列通知,决定从 2000 年起禁止含氰戊菊酯的农药在茶树上使用,并撤销其在茶树上的使用登记;撤销甲基对硫磷和对硫磷在果树上的使用登记;停止批准新增甲胺磷、对硫磷、甲基对硫磷、久效磷和磷胺等 5 种高毒农药品种的登记,并提出加强对这 5 个高毒农药品种的监督管理力度和逐步取代的措施。四川省农业厅决定从 2000 年起禁止在蔬菜、茶叶、瓜类、果树和中药材上使用剧毒、高毒和高残留农药,在其他作物上限制使用;品种如下:甲胺磷、水胺硫磷、甲基对硫磷、对硫磷、甲基异柳磷、久效磷、磷胺、地虫磷、氧乐果、速扑杀、涕灭威、克百威、三氯杀螨醇、灭多威、杀虫脒、氰戊菊酯及其复配制剂。

发达国家采取的相关措施更早、更多、更严格。近年,英国环境组织迫切要求英国政府禁止销售罗纳—普朗克公司生产的林丹。林丹在瑞典、丹麦和法国已被禁用。该公司的另一个产品溴苯腈因致癌而限制在棉花上使用。诺华公司的阿特拉津和埃尔夫·阿托的二磷酚等也被限用或禁用。埃及政府根据美国环境保护局(EPA)的资料,提出禁用下述 2 组农药,第一组是可能对人致癌的农药,包括克螨特、代森锰锌、代森锰、百菌清、灭菌丹、灭菌利、异菌脲、克菌丹、环丙唑醇和甲草胺;第二组是可能致畸的农药,乐果、氯氰菊酯、威杀畏、三氯杀螨醇、四螨嗪、三乙磷酸铝、丙环唑、三唑醇、苯菌灵、己唑醇、恶霜灵、戊唑醇、三唑酮、去草净、萎去津和氟乐灵。

实现可持续发展战略已得到世界各国的认同和响应,全球广泛关注资源和环境问题。为了提高人类的生存环境质量和食物质量,世界众多科学家们已把寻找高效、低毒、低残留和与环境和谐的生态合理农药(尤其是植物性农药)作为农药研究和开发的发展方向,并取得了令人瞩目的成就。

在我国,随着经济和社会的发展,随着加入

WTO, 农业正经受着一场由数量型向质量型、由产量型向效益型转变的深刻历史变革, 为了人类更好的生存, 为了与我国农业可持续发展策略相适应, 今后开发的新农药必须具有安全性高、残留低、无公害、生物活性高、使用费用低、选择性高的特性, 在上述因素中, 首先是考虑与环境的相容性, 其次才是生物活性。总之, 农药的发展方向将从非选择性农药转向选择性农药, 从传统的有机化学物质转向“生态合理农药”、“环境和谐农药”, 以利于保护环境、促进农业的可持续发展。植物性农药正好符合这一历史发展潮流。

## 二、植物性农药的发展历史与现状

利用植物资源开发农药是农药发展史中最古老、最原始的途径。古罗马人使用藜芦防治鼠类和害虫。红花除虫菊早在古波斯就已用于杀虫, 到 19 世纪 40 年代发现了毒力更为强大的白花除虫菊。烟草杀虫在 16 世纪中叶就已被发现, 鱼藤也是在 19 世纪中叶被用作杀虫剂的。我国是使用杀虫植物最早的国家。早在 2 000 多年前, 我国《周礼秋官》已有“剪氏掌除蠹物, 以攻荼攻之, 以莽草熏之”的记载。至公元前 3 世纪的战国时代, 由于实践经验的不断丰富, 药物已发展到 200 多种。东汉末年(约公元前 220 年)第一部药物专著《神农本草经》问世, 该书收载 365 多种药物。后魏时代(约公元 530 年~550 年)贾思勰所著的《齐民要术》中记载可用藜芦根煮水洗治羊疥。《本草纲目》中也记载了不少杀虫植物, 如狼毒、百部、雷公藤、苦参、川楝、巴豆和鱼藤根等。清道光年间广东省潮阳县志中说:“烟草杆及纸叶插稻根, 可杀害苗诸虫”。《中国土农药志》记载着分布在 86 个科中的 220 种植物性农药; 而《中国有毒植物》一书中则列入了 1 300 余种有毒植物, 其中许多种类被作为植物性农药利用。

建国以来, 我国在大力发展化学农药工业的同时, 也十分重视植物性杀虫剂的生产和应用。1958 年大搞土农药的群众性运动; 在 70 年代曾掀起过植物性农药的开发热潮, 但由于当时技术水平相对较低, 加上随后拟除虫菊酯类杀虫剂等高效农药的崛起, 植物性农药又步入低谷。近年来, 随着现代科技的迅猛发展及人们对环境质量的要求逐步提高, 植物性农药又重新受到重视, 利用植物资源开发和创制新农药已成为现代农药开发的重要途径。

自 20 世纪 90 年代以来, 全球生物农药的产量以每年 10%~20% 的速度递增, 一些新兴的生物技术公司和许多历史悠久的大型化学农药集团都意识到天然产物特别是珍贵而丰富的植物资源是人类今后开发农药的重要来源和方向。地球上的植物最少有 25 万种, 但迄今只有约 10% 的植物经过了化学成分研究。我国植物资源丰富, 种类达 10 万种,

从中探索杀虫活性物质具有重要的意义。

## 三、植物性农药与农业可持续发展战略

20 世纪 90 年代以来, 可持续发展已成为人类社会迈向 21 世纪的战略构想与行动纲领。按世界环境和发展委员会的文件界定, 可持续发展为: 既满足当代人的需要, 又不对后代满足其需要的能力构成危害的发展。亦即谋求经济社会与自然环境的协调发展, 制衡出现的生态恶化和环境污染, 控制重大自然灾害的发生。1995 年 7 月 2~7 日, 世界各国植保人员聚集荷兰首都海牙, 召开了具有深远意义的第 13 届国际植保大会。大会的主题为“可持续的植物保护造福全人类”(Sustainable crop protection for the benefit of all), 明确提出: 应把植物保护扩展到保护农业生产系统, 纳入到可持续发展农业的整体计划中。由此, 可持续的植物保护即由单纯意义的保护作物免受病、虫、草和鼠的危害, 转移到了在关注环境和生态系统的前提下保护农业生产系统。

与传统的化学合成农药相比, 植物性杀虫剂更适合我国农业的可持续发展战略。

### 1. 植物性杀虫剂具有优异的杀虫活性

植物性杀虫剂与化学合成药剂相比具有很多优点: 植物性杀虫活性成分是自然存在的物质, 在植物与自然界的长期演化过程中, 自然界对植物中的各种化学成分早已形成了完善的降解机制, 其活性成分在自然界中无累积, 对环境较为安全, 其安全间隔期短, 特别适用于蔬菜、水果和茶叶等被人直接食用的作物, 对作物也不产生药害, 因而植物性杀虫剂被称为绿色农药; 对害虫的作用机理与常规化学农药差别很大, 植物性杀虫剂活性成分复杂, 能够作用于昆虫的多个器官系统, 有利于克服害虫抗药性, 主要具有抑制生长发育、拒食、忌避、呼吸和不育等作用方式, 不对天敌产生直接的杀伤作用, 对非靶标生物比较安全; 有些植物性杀虫剂(如烟草和鱼藤的加工品) 还可刺激作物的生长; 制造方法简便、成本低廉, 有时可以因地制宜、就地取材和就地加工; 大多数植物性杀虫剂对哺乳动物毒性低、防治谱较窄, 甚至有明显的选择性。

植物性光活化杀虫剂是植物性杀虫剂中适合农业可持续发展的典型代表。植物性光活化杀虫剂是植物与植食昆虫长期生存竞争的产物, 是植物保护自身的防御武器。它们本身对害虫无毒杀活性或活性较低, 但害虫取食后, 在光照条件下对害虫的毒杀效果可提高几倍、几十倍甚至上千倍。光活化杀虫剂的杀虫作用方式独特、具有很好的选择性, 对不取食作物的昆虫和天敌不存在杀伤作用, 对人畜毒性极低。植物光活化杀虫剂来源于自然、在环境中易于降解, 适应于目前世界对环境保护和绿色食品的要求。因此研究和开发这类新型的无公害杀

虫剂具有重要的理论意义和广阔的应用前景。植物性光活化杀虫剂用于害虫防治具有巨大的潜力,它们也将成为昆虫与植物关系的研究领域中一个崭新的内容,而且给人们的科学思维以崭新的启迪。

## 2. 植物性杀虫剂是保护生态平衡的理想药剂

有机磷和氨基甲酸酯类杀虫剂含有磷或氮元素,在长期大量地使用之后,它们和化肥一起导致了河流和湖泊中营养元素的富集,导致水体中藻类和其它一些水生植物大量迅速地疯长,甚至覆盖整个湖面。水生植物消耗水体中大量的氧气,使众多水生动物窒息而亡,从而极大地影响水体生态平衡。使用植物性杀虫剂就能有效地避免这种情况的发生。植物性杀虫剂活性成分大多只含有C、H和O等元素,并且在环境中降解得比较彻底,因此,它们进入河流以后对生态系统的影响不大。

植物性杀虫剂的杀虫作用机制与常规药剂有较大的区别,活性成分比较复杂,它们与一些化学药剂混配可以表现出明显的增效作用。如Fuhremann(1979)发现同时对家蝇点滴肉豆蔻醚和对氧磷能显著增加对氧磷的毒杀效果;Marcus等(1979)发现大茴香脑和大茴香醛与对硫磷、对氧磷、西维因和克百威分别混合能提高杀虫剂的药效:从柠檬、酸橙、宽皮柑桔和脐橙中提取的精油能使氯氰菊酯显著增效,柠檬油与虫螨磷、橘子油与双硫磷混用时有增效作用;徐汉虹等(1996)发现,肉桂油能明显提高马拉硫磷对赤拟谷盗成虫的毒杀效果,在马拉硫磷中加入适量的肉桂油,增效达到5倍,而且完全掩盖了马拉硫磷的浓厚蒜臭味。

植物性杀虫剂与一些高毒农药混配后,通过降低高毒农药在制剂中的含量,可提高高毒农药在使用中的安全性、减少高毒农药对环境的污染,同时有效地延续害虫的抗药性并延长许多常规药剂的作用寿命。

## 3. 杀虫植物是防风固沙、改良水土、治理生态环境的先锋植物

杀虫植物是植物性杀虫剂的原材料,较少受到害虫为害,适于用作城乡的行道树、绿化树、观赏植物或一些地区的防护林带。这样可以减少林木上农药的使用量,减少对环境的污染,同时节省大量的人力物力。杀虫植物可以覆盖裸露土地、改良土壤和减少水土流失。杀虫植物和植物性杀虫剂具有很高的生态效益和社会效益。例如,印楝和非洲山毛豆即是治理生态环境的典型杀虫植物。

印楝属楝科植物,是世界公认的优秀杀虫植物,其种子中含有多种杀虫活性成分,对害虫具有多种作用方式。国际上已成功种植印楝用于治理生态环境。1987年,美国救济机构在尼日尔中部狂风暴雨地区种植了一条560公里长的印楝防风林带,保护了3000多公顷耕地。1992~1997年引入非洲

的印楝如今已成为治理撒哈拉沙漠南部地区的重要树种。我国各大江河水土流失严重、生态环境退化,仅云南省内金沙江上游地区水土流失面积率就高达40%以上,年流入金沙江干沙量约为2.43亿吨。云南省金沙江、怒江、红河、伊洛瓦底江流域有大面积干热缺雨、土地贫瘠的干热河谷,仅红河州就有草木不生的裸地约46万亩。印楝是一种耐旱、速生的亚热带或热带树种,在年降雨量500毫米以下的贫瘠土层或石砾地上均能正常生长,因此,印楝是恢复上述地区生态环境的理想树种。

非洲山毛豆是含有鱼藤酮类化合物的一种主要豆科杀虫植物。20世纪80年代,华南农业大学昆虫毒理研究室从菲律宾和坦桑尼亚成功引进了非洲山毛豆紫花和白花品种,成活率高,生长十分迅速,1年即可成林,枝叶繁茂,结荚率高,产量大。非洲山毛豆的根部含有根瘤菌,可以固定空气中的游离氮,当作绿肥使用。其对环境要求不严,可在坡地、荒地种植,是开荒改良土壤的先锋作物,还可作隔离植物、篱笆屏障植物,其花朵具有观赏价值。最令人感兴趣的是非洲山毛豆叶片有强烈的杀虫活性,叶的杀虫活性成分的含量比植株的其余部位都高,与其他杀虫植物相比具有明显的优点。其叶片可以常采摘而不伤其枝,叶片易于加工粉碎,从这一点来说,非洲山毛豆明显优于鱼藤。鱼藤的杀虫活性成分主要集中在根中,以鱼藤作为杀虫剂原料就需要挖根,挖了还须再种,不仅耗费大量的人力物力,还在一定程度上破坏了植被。

## 4. 杀虫植物具有重要的经济价值

以印楝树为例。它全身皆是宝,几乎每一部分(根、干、树皮、花、果和种子)都有用途,可用作农药、医药、肥料、燃料、建材、土壤改良剂和化工原料等。印楝木作建筑木材可抗白蚁;油可用来照明、取暖、制肥皂、制机械润滑油;油渣可作氮肥使用,是具有杀虫作用的理想肥料;印楝油还可转化为多元醇用作火箭推进的燃料;印楝树型美观,可美化环境,覆盖裸露土地和改良土壤;印楝叶含有大量的蛋白质、钙、磷等物质,可用作饲料。四川绿金生物公司在攀枝花建立了一个6700ha的印楝生产基地,可年产印楝种子8万吨、42万m<sup>3</sup>木材,综合经济效益超过16亿元,其中杀虫剂的产值可达12.5亿元。

总之,在生态环境日益受到重视的今天,人们对杀虫剂的认识也越来越深刻,人们再也不强调“杀死”害虫,而更侧重于“调节”害虫种群密度,并且希望下一世纪的杀虫剂是“生态合理农药”、“生物调节剂”、“抗虫剂”或“环境和谐农药”等。为了保护生态平衡,更好地推行农业可持续发展战略,我国必须大大加强生物农药,特别是植物性杀虫剂研究与开发的力度。(责任编辑 王宏章)