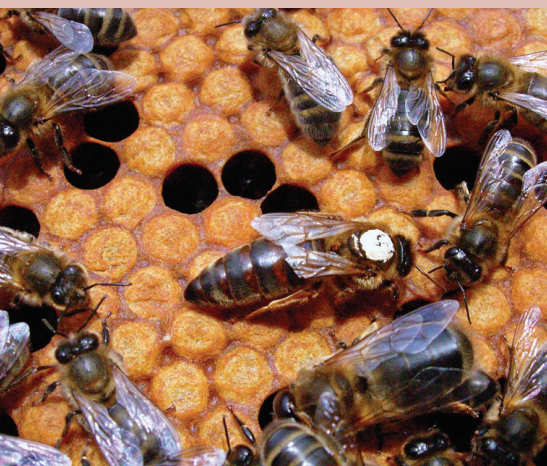




(Photo courtesy of Graham White)

大量蜜蜂的死亡威胁植物授粉和粮食产量，在某些地区，烟碱类农药已被禁止使用，蜜蜂种群有所恢复。



Pesticide Action Network Asia and the Pacific

P.O. Box 1170
10850 Penang, Malaysia
Tel: (604) 657 0271 / 656 0381
Fax: (604) 658 3960

Email: panap@panap.net
Homepage: www.panap.net

Copyright .Pesticide Action Network Asia and the Pacific.
All rights reserved.

Pesticide Action Network Asia and the Pacific (PAN AP) encourages the reproduction and use of this publication as long as PAN AP is properly acknowledged as the source and provided with a copy of the final work.

作者: Meriel Watts 博士
2011年11月
翻译: 刘霞
6维度环境与健康网
www.6weidu.com

Neonicotinoids 烟碱类农药

烟碱类是一类相对较新的杀虫剂,1991年才推出,它是烟草毒素烟碱的衍生物。

烟碱被用作杀虫剂已有200多年的历史,但其降解速度非常快,因此被研制成了持久性药剂。主要作用于昆虫神经系统,与烟碱受体结合,扰乱神经冲动的传输。

烟碱类有7种不同的有效药成分,分别是啉虫咪,噻虫胺,呋虫胺,吡虫啉,烯啶虫胺,噻虫啉,噻虫嗪。2006年这些有效成分被制成530种产品在123个国家销售。其中,最常见的是吡虫啉,噻虫胺和噻虫嗪。噻虫嗪可分解为噻虫胺。吡虫啉是最早被使用的烟碱类农药,有超过120个国家在140多种作物上使用,而且也是销售量增长最快的一种杀虫剂。

但大部分烟碱类农药对蜜蜂是高毒的,并能引起蜂巢的骚乱,最终使蜂巢解体。烟碱类农药对人体健康也有影响。

商品名称

啉虫咪的商品名称有
噻虫胺的商品名称有

Elado, Poncho, Votivo, Pros-per, Redigo Deter (处理种子); Dantotsu (应用于土壤); Dantop (叶面喷施)。

呋虫胺的商品名称有Albarin, Bonfram, Starkle, Safari, Scorpion, Venom, Zylam。

吡虫啉 - Antarc, Confidor, Admire, Gaucho, Chinoch, Faibel, Premise等; Advantage (用来杀猫和狗身上的跳蚤); Avenge, Zapp (常用来杀绵羊身上的跳蚤); Maxforce Quantum (作为蚂蚁诱饵

), Maxforce (作为苍蝇诱饵)。

烯啶虫胺的商品名称有 Bestguard, Capstar (用来杀猫身上的跳蚤)。

噻虫啉的商品名称有 Bariard, Calypso, Eco-one, Winbaird。

噻虫嗪 - Actara ; Cruiser, Helix (处理种子), Veridian, Platinum (使用在土壤上)。

用途

烟碱类农药是光谱杀虫剂,可作为胃毒剂和接触剂使用,具有残留活性。

烟碱类农药有多种剂型,某些剂型适于喷施在植物叶片上,某些适用于种子处理以控制害虫和带病毒的昆虫,某些剂型浸湿后可混入土壤,某些剂型还可涂抹或注射到树干,某些可用作兽药,其他一些用于控制家蝇。但是对螨类和线虫无效。

当烟碱类农药使用在土壤或用烟碱类农药处理种子,它就通过植物根系被植物吸收并遍布整个植物体。在植物顶端的叶片使用后,可渗入到叶片内部,杀死下部的害虫。

浸种主要使用吡虫啉、噻虫胺或噻虫嗪,主要用在棉花、玉米、向日葵、谷类、甜菜、油菜、蔬菜以及牧草种子。

毒性等级

世界卫生组织 (WHO): II级,吡虫啉和噻虫啉中等毒,其它为列出。

美国环保署 (US EPA):

- 吡虫啉: 摄入时毒性定为中毒,吸入时毒性变化较大,皮肤接触为低毒。毒性等级——口服为II级,皮肤接触为IV级,吸入雾剂为I级,吸入灰尘为IV级。

- 噻虫胺: 口服时毒性为III

,皮肤接触为 III 级,吸入时毒性为 III 级。

- 啶虫咪:口服时毒性为 II 级,皮肤接触为 III 级,吸入时毒性为 III 级。

- 呋虫胺:口服时毒性为 III 级,皮肤接触为 III 级,吸入时毒性为 IV 级;对眼睛有中毒刺激(II 级)。

- 噻虫啉:口服时毒性为 II 级,皮肤接触为 III 级,吸入时毒性为 III 级,对眼睛为 IV 级

国际管理现状

国际

国际上对烟碱类农药还没有通用的管理法规。

国家

法国:在向日葵种子处理上广泛使用 Gaucho 使约 1/3 的蜜蜂死亡,因此 1991 年已禁止;2001 年又禁止在甜玉米种子处理上使用。据报道,随着禁令的发布,蜜蜂种群在恢复。噻虫胺也未被批准使用。

德国:因为用农药浸种而受污染的灰尘漂浮到蜜蜂以之为食的邻近的作物上,导致蜜蜂大规模死亡,2008 年德国暂停使用噻虫胺、吡虫啉或 噻虫嗪来处理种子。

意大利:作为保护蜜蜂的预防措施,2009 年意大利暂停用烟碱类杀虫剂来浸种。

美国:在加州政府的压力下,2011 年美国自愿撤销了吡虫啉的使用。

国际标准

噻虫胺、呋虫胺、吡虫啉、烯啶虫胺和噻虫嗪,因其对蜜蜂的毒性,已被列入全球高危农药名单中(2010);噻虫啉也在这份名单中,是因为美国环保署认为它可能致癌。

生产商

吡虫啉:拜耳公司(Bayer)。2006 年,其专利已到期,因此在中国、印度和其他一些国家也生产此种农药。

噻虫胺:住友(Sumitomo)和拜耳公司。

噻虫嗪:先正达公司(Syngenta)。

啶虫咪:日本曹达公司(Nippon Soda)、法国安内特公司(Aventis),但部分专利已到期。

呋虫胺:日本三井农药公司(Mitsui Chemicals)。

烯啶虫胺 住友(Sumitomo)、诺华公司(Novartis)。

噻虫啉:拜耳公司(Bayer)。

在食物中的残留情况

由于烟碱类农药是光谱系统性杀虫剂,因此在食物中定有残留而不被冲洗掉。如已发现吡虫啉在多种食物中有残留,包括板栗、姜、蔬菜、茶、酒、水果和果汁中。残留物不会迅速分解,也不会随加工过程而改变。在美国,发现 80% 的香蕉、76% 的花椰菜和 72% 的菠菜都有烟碱类农药的残留。

对人体健康的影响

毒性机理

烟碱类农药作为错误的神经递质与乙酰胆碱受体结合,干扰神经系统中起重要作用的乙酰胆碱的正常功能,使神经传输保持开放状态,引起异常兴奋。

中毒案例

摄入吡虫啉后发生的中毒事件包括低水平的中毒事件在许多国家已有报道,如中国、印度、伊朗、葡萄牙、斯里兰卡、中国台湾和土耳其。中毒特征有呕吐、头痛、疲倦、心跳过速、高血压、丧失知觉、呼吸衰竭、肝脏和肾脏功能紊乱、昏迷和死亡。吸入或皮肤接触的烟碱类农药中毒事件在波兰和斯里兰卡均有报道。而斯里兰卡 3 家医院的 68 例(61 例摄入中毒,7 例皮肤接触中毒)中毒病例中没有死亡病例,但在伊朗和台湾有死亡病例报道。日本 2 例急性啶虫咪中毒病例都有严重的恶心、呕吐、肌肉无力、体温过低、心跳过速、低血压和口渴等症状。在日本一家诊所的 6 名病患的尿液中还发现了一种烟碱类杀虫剂的代谢物,这种代谢物引起病患一系列的中毒症状,包括头痛、疲劳、手指震颤、短暂性失

忆、发烧、咳嗽、心悸、胸痛、胃痛、肌肉痉挛无力、心率异常等。这些中毒症状被认为是由于摄入大量有烟碱类农药残留的水果和茶引起的。

急性中毒

吡虫啉:

口服急性中毒高,吸入急性中毒也较高,但皮肤接触急性中毒低(皮肤仅吸收少量吡虫啉)。恶心、呕吐、头晕、混乱、焦虑、呼吸急促以及过汗等是由摄入和皮肤暴露产生的急性中毒症状。摄入后中毒的症状有嗜睡、头晕、混乱、发烧、呕吐、出汗、心率和呼吸速率增加。给动物使用吡虫啉会发生轻微的皮炎。

噻虫胺:

中毒症状有躁动,随后引起抽搐和死亡。

慢性中毒

吡虫啉:

吡虫啉中毒一般会减少体重增加、损伤肝脏、与血红蛋白结合减少血液凝结。

神经毒性:妊娠期暴露在吡虫啉中将导致神经行为效应,对后代健康产生不良影响。同时暴露在吡虫啉和有机磷酯类农药中,吡虫啉将与有机磷酯类农药对神经系统产生协同毒性效应。

遗传毒性:大多数监管机构认为吡虫啉没有基因毒性,然而已有证据证明吡虫啉,尤其是其商业配方会引起人体淋巴细胞 DNA 的损伤和小鼠骨髓染色体的畸变。在一些试验中也发现其有致突变的作用。

致癌性:基于生产商提供的有限数据,美国环保署将其归为 E 组,其实并没有证据证明其具有致癌性。

对内分泌激素的影响:甲状腺激素对吡虫啉特别敏感。它可改变促黄体激素、促卵泡激素和孕酮的水平,也能改变毛囊的结构。

对生殖发育的影响:

毒性:监管机构认为吡虫啉对生殖没有毒性,但在对动物的试验中,它可引起流产、后代较小以及骨骼不正常。

免疫毒性:吡虫啉的代谢物会导致淋巴细胞的增加和中性粒细胞(白细胞的一种)的减少。

噻虫胺:

基因毒性:在一些研究中发现其具有致染色体断裂和突变的作用,但在其他研究中未发现有此作用。

致癌性:基于生产商提供的有限数据,认为其具有致癌性。

对生殖发育的影响：可引起动物的死产、早产、肺叶的缺少、精子减少和畸形以及延迟男性的性成熟。

啉虫咪：

神经毒性：对大脑产生不良影响，尤其在发育阶段。

基因毒性：在一些研究发现其有致染色体断裂的作用。

致癌性：仅在一项研究中发现其能导致乳腺肿瘤，但监管机构认为没有统计学意义。

对生殖和发育的影响：高剂量的啉虫咪可引起骨骼异常，延迟女性成熟。

呋虫胺：

一般其靶标为神经免疫系统(减轻脾脏和胸腺的重量)。

致癌性：主要依据生产商提供的有限数据划定的。

对内分泌的影响：主要引起淋巴结的减少、卵巢重量和阴道以及雌性发情周期的改变，精子异常、降低精子数量和质量以及减轻男性睾丸的重量。

噻虫啉：

一般对肝脏和甲状腺有损伤。

致癌性：引起男性甲状腺肿瘤和女性子宫肿瘤，美国将此农药划为有致癌性的一类。

对内分泌的影响：可改变肾上腺、甲状腺激素以及前列腺。

对生殖与发育的影响：延迟男性性成熟。

噻虫嗪：

一般对肝脏、肾脏和睾丸有损伤。

神经毒性：对小鼠的发育产生毒性效应。

致癌性：可引起肝脏肿瘤，但美国环保署认为对人类没有致癌性。

对环境和农业生态的影响

毒性：

据联合国环境规划署报道，某些杀菌剂对烟碱类农药有增效作用，可使其对环境的毒性增加 1000 倍，其它一些研究也显示潜在的协同杀菌剂与烟碱类一起存在于花粉中。

在欧洲，烟碱类被认为是可大幅减少昆虫的数量，包括蛾类和蝴蝶，其结果也使以这些昆虫为食的鸟类数量下降。

科学家提出，这一系列杀虫剂没

有安全暴露级别，因为随着时间的推移，少量的烟碱类杀虫剂可在地表水和地下水中富集，对陆生和水生昆虫造成危害，并导致生态系统瓦解。

吡虫啉：

对水生生物的影响：吡虫啉对一些水生生物的毒性较高，对水生无脊椎动物的风险也较高；低浓度的吡虫啉对一些甲壳类动物如虾都是高毒的；对鱼类尤其是其幼苗毒性较高；还可降低池塘无脊椎动物的丰富度；对跳蚤的亚致死效应包括减少进食、不能应对捕食者、成长缓慢、年轻化。

对鸟类的影响：对鸟类的毒性差别很大；对某些物种高毒，如麻雀、日本鹌鹑、金丝雀和鸽子，对黄莺的毒性也超过了美国环保署关注的水平。即使对某些鸟类不是高毒的，也可引起其异常行为，如协调能力和反应能力缺乏、无法飞翔。另外，吡虫啉还可使蛋壳变薄、重量减轻、减少产蛋量以及孵化率。在荷兰，昆虫种群和草地鸟类数量下降与地表水的吡虫啉含量高有关。

对陆生无脊椎动物的影响：严重影响农田和非农田的非靶标昆虫。在欧洲，其残留至少需要 273 天才能降解为对本地草地甲虫无毒的物质。

对植物的影响：对某些植物有毒性，包括柑橘、芸苔属植物幼苗、蓝绿藻和硅藻。

对宠物的影响：用来治疗宠物狗身上的跳蚤时，宠物狗会产生不良反应，包括神经炎症、皮肤刺激、呕吐、抽搐和行走困难等。

噻虫胺：

对水生生物的影响：对养分循环中起重要作用的水生无脊椎动物高毒，从而对水体生态的完整性造成威胁，并且对虾也是高毒的。

对陆生生物的影响：用噻虫胺来处理种子，对小鸟和哺乳动物存在急性或慢性中毒风险。

呋虫胺：

对水生生物的影响：对虾等水生生物高毒，风险来自喷施呋虫胺的漂移和溢流。

对农业生态的影响

除了噻虫啉和啉虫咪，所有

烟碱类农药对蜜蜂都有害(尽管噻虫啉的亚致死效应浓度较高)。吡虫啉和噻虫胺常造成蜜蜂蜂群衰竭失调和大规模死亡。世界上约 1/3 的作物(包括水果和蔬菜)是由蜜蜂进行传粉的。烟碱类农药被植物吸收并分布到植物体的各个部分，包括花粉和花蜜以及傍晚和早晨在叶片边缘形成的液滴。蜜蜂可以饮用这些液滴，特别是在水资源匮乏的地区。另外，糖融解在液滴里也可以吸引蜜蜂。

用玉米种子进行的一项田间试验中发现，吐水液滴中烟碱类农药的水平是吡虫啉半致死剂量的 254 倍，是噻虫胺半致死剂量的 280 倍，是噻虫嗪半致死剂量的 48 倍。

烟碱类农药对蜜蜂的神经系统有不可逆转的影响，即使持续暴露在非常低剂量的情况下，也会产生累积效应，并最终突破神经和免疫系统。

吡虫啉：

对蜜蜂的影响：对蜜蜂有急性中毒风险，喷施包括喷雾漂移对蜜蜂的风险较高。在蜜蜂体内、蜜蜂采集的花粉和蜂蜡中发现有残留；在乌拉圭种群数减少的蜂巢中发现有残留，而在种群密集的蜂巢中未发现残留；播种时用吡虫啉浸种的作物如玉米、向日葵和油菜，其体内吡虫啉量较低。

亚致死效应包括方向迷失、扰乱导航、损害记忆和学习、减少迷失和返回蜂巢，以及减少活动。微剂量的吡虫啉也能抑制蜜蜂的免疫系统，使其容易受疾病的感染。还怀疑若蜜蜂暴露在吡虫啉亚致死剂量中，其梳毛去除瓦满的能力也会降低。

目前，认为蜂群衰竭失调是由吡虫啉的亚致死效应连同存在的瓦满和疾(如微孢子虫)病共同作用的结果。在多个国家已发生了大规模蜂群死亡事件，此时恰逢吡虫啉和噻虫胺的引入。

在加拿大爱德华王子岛，养蜂人报道自 1995 年在马铃薯上使用吡虫啉以控制马铃薯甲虫，蜜蜂的损失严重。人们相信在三叶草和油菜的花粉和花蜜中有吡虫啉残留，其累计效应引起蜂群的缓慢死亡。

吡虫啉对大黄蜂高毒，其亚致死效应包括损害其觅食行为、低繁殖率 and 由于缺少食物而造成的高死亡率。

对有益昆虫的影响：对各种各样的寄生性和捕食性昆虫有急性毒性，如盲蝽、瓢虫和草蛉等，其亚致死

效应包括破坏有益昆虫的觅食和寄生能力。由于吡虫啉的使用使螨类数量增加,因为吡虫啉杀死了它的天敌而不是螨类。

对鸟类的影响：因为鸟类捕食害虫,因此间接对鸟类产生威胁。

对蚯蚓的影响：对蚯蚓有急性毒性,其压制时效应包括减少精子数量,减少降解纤维素的酶,并能破坏 DNA。

对土壤生物的影响：用吡虫啉处理种子对穴居节肢动物有风险。吡虫啉进入环境领域后,它可能会抑制落叶层的分解,因为吡虫啉对分解者无脊椎动物产生不良亚致死效应。

噻虫胺：

对蜜蜂的影响：对蜜蜂高毒。用噻虫胺处理种子,噻虫胺被植物体吸收后污染了花粉和花蜜,对蜜蜂形成暴露风险。噻虫胺主要攻击蜜蜂的神经系统;对幼虫有致死和亚致死效应,并影响蜂王的生殖。

在德国,由于噻虫胺处理种子,使灰尘中含有噻虫胺,致使养蜂人在 2008 年 5 月损失了约 2/3 的蜜蜂。

在美国,已经死亡的和刚刚死亡的蜜蜂体内以及它们采集的花粉中均含有噻虫胺,而健康的蜜蜂体内不含有噻虫胺。

对有益昆虫的影响：对有益昆虫具长期风险。

对土壤生物的影响：对蚯蚓有毒。

噻虫嗪：

对蜜蜂的影响：对蜜蜂和大黄蜂的毒性较高,对大黄蜂的亚致死效应有损害其定位的能力和觅食行为、降低繁殖和由于缺乏食物导致种群死亡,减少授粉植物。

在美国,已经死亡的和刚刚死亡的蜜蜂体内和它们采集的花粉中都含有噻虫嗪,而健康的蜜蜂体内不含有。

对有益昆虫的影响：对多种有益昆虫有毒性。

抗药性的产生

害虫对烟碱类农药产生抗药性已出现在多个国家,包括印度、中国、泰国和越南。产生抗药性最糟糕的是最常用的烟碱类农药吡虫啉,但是马铃薯甲虫对 7 类烟碱类农药都有抗性。

啉虫咪 - 9 种,包括棉铃虫;

噻虫胺 - 2 种;

呋虫胺 - 1 种;

吡虫啉 - 12 种,包括水稻上的褐飞虱和白背飞虱、粉虱、蚜虫、蚊子和苍蝇;

烯啶虫胺 - 1 种;

噻虫啉 - 1 种;

噻虫嗪 - 4 种包括蚜虫和粉虱等。

环境污染

吡虫啉：

降解：在土壤和水表面通过光解作用降解。

土壤污染：在土壤有氧条件下,具中度至高度稳定性(半衰期为 40-997 天);美国一些地区,污染后一年,浓度都没有降低。

水体污染：在土壤中的移动速度中等至高,可渗滤至地下水中;在自然沉积系统中具中等至高的稳定性(半衰期为 30-162 天)。

报道在地下水中有残留的是荷兰和美国。

理论上,水中的吡虫啉在有光的条件下可降解,尤其在热带条件下。而在斯洛文尼亚发现,其具有很强的稳定性,在溪水中不能降解。

荷兰地表水中吡虫啉含量水平较高。

生物富集：不在生物体内富集。

噻虫胺：

降解：在土壤和水表面通过光解作用降解。

土壤污染：在土壤中的稳定性高,半衰期达到 148-6931 天;播种时处理种子后 2 年,在土壤中仍发现有残留。

水体污染：在土壤中的移动速度中等至高,可渗滤至地下水

中和地表水中。在水沉积系统,半衰期为 27 天。

啉虫咪：

土壤污染：在大多土壤中能快速降解(半衰期为 8 天)。

对水生生物的影响：在土壤中的移动速度快,其降解产物可渗滤至地下水中。

空气污染：在西班牙周围的大气中已监测到啉虫咪。

呋虫胺：

土壤污染：在土壤中稳定,半衰期达到 138 天,其代谢物可达到 459 天。

噻虫啉：

土壤污染：在土壤中的半衰期为 2-27 天。

对水体的影响：渗滤至地下水的潜力低至中等。

噻虫嗪：

土壤污染：在土壤中稳定,半衰期为 34-280 天;在随后种植的作物中可监测到有残留。

水体污染：对地下水存在潜在污染。

替代技术

根据害虫的发生情况,采用许多传统的、物理的和生物的方法来控制害虫,还可以喷施天然药剂从而代替烟碱类农药。