

李震, 张祖芸, 何旭江, 等. 杀虫剂对蜜蜂行为与生理影响研究进展[J]. 农药, 2018, 57(7): 477-480.

## 杀虫剂对蜜蜂行为与生理影响研究进展

李震<sup>1</sup>, 张祖芸<sup>1,2</sup>, 何旭江<sup>1</sup>, 曾志将<sup>1</sup>

(1.江西农业大学 蜜蜂研究所, 南昌 330045; 2.云南省农业科学院 蚕桑蜜蜂研究所, 云南 蒙自 661101)

**摘要:** 蜜蜂是一种资源共享、分工明确的典型的社会型昆虫, 是重要的授粉昆虫, 对农业生产和全球的生态起重要作用。近几十年来, 杀虫剂的广泛使用对蜜蜂造成了严重影响。从杀虫剂的种类及其作用机理, 对蜜蜂行为与生理影响进行综述, 以期为评价杀虫剂对蜜蜂的影响提供参考。

**关键词:** 蜜蜂; 杀虫剂; 行为; 生理影响

中图分类号: TQ450 文献标志码: A 文章编号: 1006-0413(2018)07-0477-04

## Research Progress on the Effects of Pesticides on the Behavior and Physiological Effects of Honeybees

LI Zhen<sup>1</sup>, ZHANG Zu-yun<sup>1,2</sup>, HE Xu-jiang<sup>1</sup>, ZENG Zhi-jiang<sup>1</sup>

(1.Honeybee Research Institute, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China;

2.Sericultural and Apicultural Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Mengzi 661101, Yunnan, China)

**Abstract:** Honeybee is a typical social insect that shares resources and has clear division of labor. It is an important pollination insect, which plays an important role in agricultural production and global ecology. In recent decades, the widespread use of pesticides has caused a serious impact on bees. The kinds and mechanisms of insecticides, and their effects on behavior and physiology of bees were reviewed in order to provide references for evaluating the effects of pesticides on honeybees.

**Key words:** honeybee; pesticide; behavior; physiological effects

全球大约75%的植物依靠昆虫授粉(其中约80%是蜜蜂授粉)<sup>[1]</sup>。我国是世界第一养蜂大国, 蜂群饲养量890万群, 从业人员30万人, 蜜蜂授粉每年给我国农业生产贡献达3042亿元<sup>[2]</sup>。在欧盟国家, 蜜蜂授粉所产生的巨大经济效益使得其在畜牧业的排名为第3名, 仅次于牛和猪<sup>[3]</sup>。蜜蜂还能生产一系列有价值的蜂产品, 包括蜂蜜、蜂王浆、蜂花粉和蜂胶等。

化学类杀虫剂同样在现代农业生态系统中扮演着重要的角色。有机杀虫剂自20世纪40年代中期开始合成, 短短30年间就有1000多种杀虫剂商品化。20世纪70年代以后, 因其对环境污染严重且对哺乳动物高毒, 各国相继禁止使用有机杀虫剂。而新烟碱类杀虫剂因具有广谱、高效、低毒、低残留等优点而异军突起, 是继拟除虫菊酯合成后杀虫剂发展历史上又一重要里程碑。新烟碱类杀虫剂的发明和施用使农业大幅增产, 保证了全球农业的可持续发展。

然而这2者并不是兼容的, 因为蜜蜂是杀虫剂的非靶向性昆虫。最新一项研究发现, 全球近3/4的蜂蜜都沾

染了杀虫剂成分<sup>[4]</sup>。2006年美国等地发生大量蜂群离奇死亡, 蜂群中大量的成年工蜂短时间内突然在巢外失踪, 没有发现尸体, 只剩下蜂王、卵、一些未成年的工蜂和大量蜜粉残留于巢脾内, 这现象被称为“蜂群衰竭失调病(colony collapse disorder, 简称CCD)”, 接着欧洲、澳洲、非洲、亚洲等地也出现了CCD现象<sup>[5-6]</sup>。CCD引起全世界植物授粉危机, 而引起CCD的原因尚不清楚, 很可能与杀虫剂的大量使用有关。因此, 从以下几个方面阐述杀虫剂对蜜蜂的影响。

### 1 杀虫剂的种类和应用概况

杀虫剂按照作用方式可分为胃毒剂、触杀剂、熏蒸剂、内吸杀虫剂、忌避剂、拒食剂、引诱剂、不育剂和特异性昆虫生产调节剂等<sup>[7]</sup>。现在, 市场上流行的许多合成农药都具有综合杀虫效果, 如乐果、对硫磷等既有胃毒作用和触杀作用, 又具有内吸作用。而新烟碱类杀虫剂和菊酯类杀虫剂不仅具有触杀、胃毒作用, 还具有忌避作用<sup>[8]</sup>。

收稿日期: 2018-01-23

基金项目: 国家蜂技术体系(CARS-44-kxj15), 国家自然科学基金(31572469)

作者简介: 李震(1995—), 男, 硕士, 主要从事蜜蜂生物学研究。E-mail: zhenli1995@sina.com。

通讯作者: 曾志将(1965—), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事养蜂教学与研究工作。E-mail: bees1965@sina.com。

根据国家统计局数据,2015年中国农药使用量共计178.80万t,环比2014年的180.69万t,农药使用量仅下降了1%<sup>[9]</sup>。2015年我国杀虫剂用药量较上年也降低了5.33%,但是其使用结构却在发生变化,新烟碱类杀虫剂,如吡虫啉、噻虫嗪、噻虫胺、呋虫胺、啶虫啉、啶虫咪、氯噻啉、烯啶虫胺等对蜜蜂具有严重危害的杀虫剂用量均呈上升趋势<sup>[10]</sup>。这些杀虫剂普遍喷洒于玉米、油菜等作物上,而这些作物的蜜粉是蜜蜂较喜欢的食物源。

## 2 杀虫剂对蜜蜂的亚致死效应和蜜蜂接触杀虫剂的途径

近几十年来,已经有不少专家学者报道了杀虫剂(以新烟碱类杀虫剂为主)对蜜蜂的亚致死效应,即低剂量农药不会造成蜜蜂立即死亡,但会导致蜜蜂生物学和生态学行为的改变、生殖能力的变化等<sup>[11]</sup>,对蜜蜂的学习记忆能力<sup>[12]</sup>和神经系统也会造成一定的损伤。而当携带亚致死剂量农药的蜜蜂回到蜂巢以后,通过喂食和身体接触等方式将农药传给其他蜜蜂导致中毒,并且会残留在蜂巢中。

蜜蜂接触农药的途径主要有以下3点:1)对蜜源植物的不科学喷洒,导致采集蜂直接采到了含有较高浓度农药的花粉和花蜜,或是蜜蜂在外勤过程中接触了喷洒的农药;2)蜜源上的农药经过雨水冲到沟渠和河流里,蜜蜂采到了含有农药的水源<sup>[13]</sup>;3)对蜂群过度使用杀螨剂,本来是为了保证蜜蜂的健康却起到了相反的效果。

## 3 杀虫剂对蜜蜂的影响

### 3.1 杀虫剂对蜜蜂采集行为影响

自从1920年冯·佛烈希发现蜜蜂的舞蹈行为后,人们对蜜蜂的舞蹈产生了极大的研究兴趣<sup>[14]</sup>。现在普遍认为蜜蜂的舞蹈是用来向同伴传递蜜源位置信息,蜜蜂摇摆舞传递的信息包括对花朵的形状、颜色和气味记忆,往返路线的识别,跳舞招募同伴,指引同伴采集蜜粉。而采集行为是蜂群得以延续的重要条件,工蜂只有采集到足够的花粉、花蜜等,蜂群才有充足的营养去维持生活。但大量研究表明,亚致死剂量杀虫剂会降低蜂群繁殖速度和工蜂采集效率<sup>[15-16]</sup>甚至会干扰蜜蜂舞蹈行为,从而传递错误的食物信息<sup>[17-18]</sup>。

Stephen等<sup>[19]</sup>报道了西方蜜蜂的一种颤抖舞,喂食给蜜蜂一种掺入对硫磷的糖溶液后,返回蜂巢的时候,剧烈颤抖,无法将食物来源的位置传递给同伴。他们对垂直和水平巢脾上的蜜蜂的舞蹈角度进行了比较,结果表明:在水平面上,毒素诱导的偏差是极小的(偏差范围为1.5~3°);而在垂直位置时,出现了明显的偏差,而且蜜蜂

舞蹈开始时间也延迟了1.5 h。这种差错是严重不利于蜂群存续的,因为有可能造成蜂群食物短缺,最终导致蜂群灭亡。

新烟碱类杀虫剂及其降解产物是蜜蜂乙酰胆碱酯酶的激活剂,会导致蜜蜂持续兴奋,最终麻痹而死。最近的2项大型野外研究表明:新烟碱类杀虫剂对蜜蜂造成严重危害<sup>[20]</sup>,包括采集蜂觅食率降低、蜂王死亡、幼虫畸形等<sup>[21]</sup>。

Woodcock等<sup>[21]</sup>报道了含有新烟碱类杀虫剂涂层种子的植物花粉,可以降低蜜蜂导航能力,同时也会降低蜂王繁殖能力。Tosi等<sup>[22]</sup>用亚致死剂量的三苯氧胺饲喂蜜蜂(1.34 ng/只),蜜蜂短期内平均飞行时间和飞行距离分别提高了78%和72%,但这种飞行时间的延长和距离的增加并不是有益的,因为三苯氧胺和其他新烟碱类杀虫剂会造成蜜蜂迷失飞行方向,造成蜜蜂无法归巢。而最近的研究表明:相较于纯蔗糖溶液,蜜蜂更喜欢含有刺激性气味的三苯氧胺和部分新烟碱类杀虫剂的蔗糖溶液,因此,蜜蜂可能会更多的采集被杀虫剂污染的蜜源植物,加剧蜂群巢房中农药的积累<sup>[23]</sup>。

接触亚致死剂量的新烟碱类杀虫剂后的蜜蜂归巢能力降低,舞蹈错乱,一天之中的采集次数和采集质量都会随之下降,Tan等<sup>[24]</sup>报道了中华蜜蜂喂食了40 μg/L的吡虫啉后,采集蜂返回采蜜的数量减少了23%,外勤蜂采集花蜜的质量下降了46%。杀虫剂对蜜蜂采集行为为伤害,会造成植物和农作物授粉减少。

杀虫剂不仅会影响蜜蜂的采集行为,也会对蜜蜂科的其他蜂类造成伤害,例如熊蜂、无刺蜂、麦蜂等。Mommaerts等<sup>[25]</sup>将熊蜂工蜂分为2组(一组有采集行为,另一组笼养使其没有采集行为)2组都饲喂0.1 mg/L噻虫嗪蔗糖溶液,11周后2组熊蜂工蜂的相对死亡率分别为85%和25%,这说明噻虫嗪对有采集行为的工蜂伤害更大。

### 3.2 杀虫剂对蜜蜂发育影响

杀虫剂不仅会伤害成年工蜂,而且也会伤害幼虫。Czoppelt等<sup>[26]</sup>用亚致死剂量的对硫磷(0.5 ng/幼虫)饲喂3日龄意蜂幼虫,喂食后的第3天,幼虫(6日龄)的死亡率达到了83%;即使有少量幼虫成活,但蛹化率为52%,出房率为46%。Grillone等<sup>[27]</sup>用亚致死质量浓度(0.5 mg/L)的噻虫嗪饲喂意蜂幼虫,发现幼虫皮肤并不呈现出正常的奶白色,而是表现出灰褐色;并且幼虫的蛹化时间会推迟,出房后的工蜂也表现出畸形。

Geoffrey等<sup>[28]</sup>用4.16 μg/kg的噻虫嗪和0.96 μg/kg的噻虫胺饲喂西方蜜蜂的处女王,发现处女王在前4周不交配且死亡率增加;4周后,处女王开始交配,交配过的蜂

王出现不产卵的情况。表明烟碱类杀虫剂严重损害蜂王的繁殖能力。

Chaimanee等<sup>[29]</sup>用质量浓度为0.2 mg/L的吡虫啉饲喂蜂王7 d后,然后解剖蜂王的贮精囊,测量其中的精子活性,结果表明精子的活力下降了50%,验证了烟碱类杀虫剂会造成蜂王生殖能力下降的结论。

### 3.3 杀虫剂对蜜蜂学习记忆能力影响

蜜蜂的脑容量很小,但是却具有十分惊人的学习记忆能力,包括对蜜源的气味识别和位置定位,记忆采集路线等功能。因此,研究杀虫剂对蜜蜂的学习记忆能力的影响对于保护蜜蜂有着重要的意义。

Decourtye等<sup>[30]</sup>用24 mg/L的吡虫啉和500 mg/L的溴氰菊酯饲喂意蜂后,发现亚致死剂量的吡虫啉损伤意蜂嗅觉,溴氰菊酯会损伤意蜂的学习记忆能力。王超<sup>[31]</sup>用氟吡呋喃酮饲喂东方蜜蜂的采集蜂,结果表明随着浓度的升高,伸吻率逐渐降低。宋怀磊<sup>[32]</sup>用亚致死剂量的溴氰菊酯饲喂意蜂后,发现溴氰菊酯会造成意蜂嗅觉能力的损伤。Piiroinen等<sup>[33]</sup>用噻虫胺饲喂西方蜜蜂后,发现蜜蜂的学习记忆能力显著低于对照组。

张波等<sup>[34]</sup>用不同浓度的高效氯氟氰菊酯点滴刚羽化意蜂工蜂的背部,正常饲养7 d后,对其进行PER试验,结果表明:1/2 LD<sub>50</sub>组蜜蜂伸吻反应率较低,与1/4 LD<sub>50</sub>组、1/8 LD<sub>50</sub>组以及对照组差异显著。说明高效氯氟氰菊酯杀虫剂即使在亚致死剂量的浓度下也会降低西方蜜蜂的学习记忆能力。

### 3.4 杀虫剂对蜜蜂生理影响

Wang等<sup>[35]</sup>研究了溴氰菊酯对意蜂成年工蜂大脑神经细胞中对钙离子通道影响,结果显示:即使是低浓度的溴氰菊酯(3.125×10<sup>-2</sup> mg/L)也会造成蜜蜂脑细胞内Ca<sup>2+</sup>浓度显著升高。进一步的研究表明,在意蜂脑细胞中除Na<sup>+</sup>通道之外,所有的T型电压门控钙通道都是溴氰菊酯的释放毒性的靶目标。吴艳艳等<sup>[36]</sup>研究发现:亚致死剂量吡虫啉不但影响意蜂学习行为,而且对成年意蜂工蜂脑神经细胞具有致凋亡作用,以及抑制蜜蜂脑内视叶中nAChR-α7的表达量。

Chaimanee等<sup>[29]</sup>用亚致死剂量的吡虫啉和蝇毒磷饲喂意蜂蜂王和工蜂,并采样进实时荧光定量PCR(qPCR)分析,结果表明:蜂王和工蜂体内的P450基因家族、CYP306A1、CYP4G11和CYP6AS14的表达水平均有所降低,这些基因是调控蜜蜂体内抗氧化剂合成的关键基因,而抗氧化剂能够抵御化合物对蜜蜂的伤害。同时他们发现经过吡虫啉饲喂过工蜂体内的残翅病病毒(Deformed wing virus, 简称DWV)的复制频率也会增加。

DeGrandi-Hoffman等<sup>[37]</sup>用亚致死剂量的毒死蜱饲喂蜂王后,造成蜂王免疫缺陷和蜂群失王。

## 4 小结

如何保护和利用好我国目前主要饲养的东方蜜蜂和西方蜜蜂,已成为我国蜜蜂基础研究重要任务。虽然杀虫剂对蜜蜂亚致死效应是研究热点,大多数都集中在杀虫剂对蜜蜂行为学、幼虫存活率和蛹化率以及蜂王繁殖力等方面影响,但对其分子机理研究比较少。另外,大部分文献都是研究单一杀虫剂对蜜蜂的影响,然而混合毒剂对蜜蜂造成的伤害更大,因此混合毒剂可能是今后研究的重要方向。再者,杀虫剂与病原菌会形成一种协同作用,可以加速蜂群的崩溃。

研究亚致死浓度的杀虫剂对蜜蜂行为和生理影响,不仅是为了保护重要的授粉者,而且对环境保护和物种多样性有着重要的意义,可以通过观测杀虫剂对蜜蜂的污染程度来规范或禁止使用相关的杀虫剂,达到保护环境的目的。

### 参考文献:

- [1] GARIBALDI L A, CARVALHEIRO L G, VAISSIERE B E, *et al.* Mutually Beneficial Pollinator Diversity and Crop Yield Outcomes in Small and Large Farms[J]. *Science*, 2016, 351(6271): 388-391.
- [2] 曾志将. 养蜂学[M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2017: 1-3.
- [3] 安建东, 陈文锋. 全球农作物蜜蜂授粉概况 [J]. *中国农学通报*, 2011, 27(1): 374-382.
- [4] MITCHELL E, MULHAUSER B, MULOT M, *et al.* A Worldwide Survey of Neonicotinoids in Honey[J]. *Science*, 2017, 358(6359): 109-111.
- [5] OLDROYD B P. What's Killing American Honey Bees[J]. *Plos Biology*, 2007, 5(6): e168.
- [6] UNDERWOOD R M, VANENGELSDORP D. Colony Collapse Disorder: Have We Seen This Before[J]. *Bee Culture*, 2007, 35(7): 13-18.
- [7] 吴海花. 杀虫剂毒理学[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2010: 3-5.
- [8] 夏世均. 农药毒理学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008: 5-7.
- [9] 国家统计局[M]. 中国统计年鉴, 2016.
- [10] 陈晓明, 王程龙, 薄瑞. 中国农药使用现状及对策建议[J]. *农药科学与管理*, 2016, 37(2): 4-8.
- [11] WHITEHORN P R, O'CONNOR S, WACKERS F L, *et al.* Neonicotinoid Pesticide Reduce Bumble Bee Colony Growth and Queen Production[J]. *Science*, 2012, 336(6079): 351-352.
- [12] 代平礼, 周婷, 王强. 吡虫啉对意大利蜜蜂学习行为的影响[J]. *农药*, 2013, 52(7): 512-514.
- [13] 蔺哲广, 孟飞, 郑火青, 等. 新烟碱类杀虫剂对蜜蜂健康的影响[J]. *昆虫学报*, 2014, 57(5): 607-615.
- [14] 曾志将. 蜜蜂生物学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007: 42-44.
- [15] DELABIE J, BOS C, FONTA C, *et al.* Toxic and Repellent Effects of Cypermethrin on the Honeybee: Laboratory,

- Glasshouse and Field Experiments [J]. Pest Management Science, 1985, 16(4): 409-415.
- [16] RIETH J P, LEVIN M D. The Resilient Effect of Two Pyrethroid Insecticides on the Honeybee[J]. Physiological Entomology, 1988, 13(2): 213-218.
- [17] SCHRICKER B, STEPHEN W P. The Effect of Sublethal Doses of Parathion on Honeybee Behavior. I. Oral Administration and the Communication Dance [J]. Journal of Apicultural Research, 1970, 9(3): 141-153.
- [18] COX R L, WILSON W T. Effects of Permethrin on the Behavior of Individually Tagged Honey Bees, *Apis mellifera*. (Hymenoptera: Apidae)[J]. Environmental Entomology, 1984, 13(2): 375-378.
- [19] STEPHEN W P, SCHRICKER B. The Effect of Sublethal Doses of Parathion. II. Site of Parathion Activity, and Signal Integration[J]. Journal of Apicultural Research, 1970, 9(3): 155-164.
- [20] TSVETKOV N, SAMSON-ROBERT O, SOOD K, *et al.* Chronic Exposure to Neonicotinoids Reduces Honey Bee Health Near Corn Crops[J]. Science, 2017, 356(6345): 1395-1397.
- [21] WOODCOCK B A, BULLOCK J M, SHORE R F. Country-specific Effects of Neonicotinoid Pesticides on Honey Bees and Wild Bees[J]. Science, 2017, 356(6345): 1393-1395.
- [22] TOSI S, BURGIO G, NIEH J C. A Common Neonicotinoid Pesticide, Thiamethoxam, Impairs Honey Bee Flight Ability[J]. Scientific Reports, 2017, 7(1): 1201.
- [23] KESSLER S, TIEDEKEN E J, SIMCOCK K L, *et al.* Bees Prefer Foods Containing Neonicotinoid Pesticides [J]. Nature, 2015, 521(7550): 74-76.
- [24] TAN K, CHEN W, DONG S, *et al.* Imidacloprid Alters Foraging and Decreases Bee Avoidance of Predators [J]. PLoS One, 2014, 9(7): e102725.
- [25] MOMMAERTS V, REYNDERS S, BOULET J, *et al.* Risk Assessment for Side-effects of Neonicotinoids against Bumblebees with and without Impairing Foraging Behavior[J]. Ecotoxicology, 2010, 19(1): 207-215.
- [26] CZOPPELT C, REMBOLD H. Effect of Parathion on Honey Bee Larvae Reared *in vitro*[J]. Anzeiger Für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz, 1988, 61(5): 95-100.
- [27] GRILLONE G, LAURINO D, MANINO A, *et al.* Toxicity of Thiamethoxam on *in vitro* Reared Honey Bee Brood [J]. Apidologie, 2017, 48: 635-643.
- [28] GEOFFREY R, WILLIAMS, TROXLER R, *et al.* Neonicotinoid Pesticides Severely affect Honey Bee Queens [J]. Scientific Reports, 2015, 5: 14261.
- [29] CHAIMANEE V, EVANS J D, CHEN Y, *et al.* Sperm Viability and Gene Expression in Honey Bee Queens (*Apis mellifera* L) following Exposure to the Neonicotinoid Insecticide Imidacloprid and the Organophosphate Acaricide Coumaphos[J]. Journal of Insect Physiology, 2016, 89: 1-8.
- [30] DECOURTYE A, DEVILLERS J, CLUZEAU S, *et al.* Effects of Imidacloprid and Deltamethrin on Associative Learning in Honeybees under Semifield and Laboratory Conditions [J]. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2004, 57(3): 410-419.
- [31] 王超. 新型杀虫剂氟吡呋喃酮对东方蜜蜂行为能力的影响研究(硕士论文)[D]. 昆明: 云南农业大学, 2016.
- [32] 宋怀磊. 亚致死剂量溴氰菊酯和吡虫啉对意大利蜜蜂(*Apis mellifera ligustica* L.)(Hymenoptera: Apidae)(硕士论文)[D]. 北京: 中国农业科学院, 2011.
- [33] PIIRONEN S, GOULSON D. Chronic Neonicotinoid Pesticide Exposure and Parasite Stress Differentially Affects Learning in Honeybees and Bumblebees[J]. Proceedings Biological Sciences, 2016, 283(1828): 20160246.
- [34] 张波, 廖春华, 胡景华, 等. 高效氯氟氰菊酯对西方蜜蜂生存能力及记忆相关特性的影响[J]. 昆虫学报, 2017, 60(2): 189-196.
- [35] WANG Qiang, DIAO Qing-yun, DAI Ping-li, *et al.* Exploring Poisonous Mechanism of Honeybee, *Apis Mellifera Ligustica* Spinola, Caused by Pyrethroids [J]. Pesticide Biochemistry & Physiology, 2017, 135: 1-8.
- [36] 吴艳艳, 周婷, WUBIE A J, 等. 吡虫啉对成年意大利蜜蜂脑神经细胞致凋亡作用[J]. 昆虫学报, 2014, 57(2): 194-203.
- [37] DEGRANDI-HOFFMAN G, CHEN Yan-ping, SIMONDS R. The Effects of Pesticides on Queen Rearing and Virus Titers in Honey Bees (*Apis mellifera* L.)[J]. Insects, 2013, 4(1): 71-89.

责任编辑 杨帆

(上接第 472 页)

- [40] 岳建苏, 李晓娇, 陈飞, 等. 昆虫抗药性的产生和治理[J]. 中国南方果树, 2013, 42(4): 35-40.
- [41] 何海龙. 斜纹夜蛾抗药性及其防治措施研究[J]. 吉林农业, 2013(2): 113.
- [42] 范胜平, 周学强, 阳爱民, 等. 甲氧虫酰肼和氯虫苯甲酰胺混配剂对甜菜夜蛾的增效作用及田间防效[J]. 湖南农业科学, 2017(2): 67-70.

责任编辑 赵平

### 巴斯夫在巴西推出咪唑啉酮类除草剂 Amplexus

2018年6月底,巴斯夫在巴西宣布上市新的除草剂 Amplexus(有效成分:甲基咪草烟+灭草烟酸),用于管理难治理的杂草。该产品还可以有效控制大豆种植前阔叶杂草和禾本科杂草的入侵,特别是对两耳草(*Digitaria insularis*)有非常显著的控制效果。

该产品具有内吸性,可以被叶面和根系吸收,并迅速通过木质部和韧皮部运送到植物的分生组织区域,并在那里积累。通过中断分生组织的生长,并致其死亡,使新叶萎黄,组织坏死。在某些植物中可以持续作用2周。

根据巴斯夫的介绍,Amplexus可用于转基因大豆以及耐受咪唑啉酮类除草剂的玉米。