



## 校園常用殺蟲劑-賽滅寧(Cypermethrin)之環境流佈及潛在危害

黃基森 何旻遠 薛翔泰

### 一、前言

賽滅寧(Cypermethrin)係於 1977 年登記註冊之合成除蟲菊精類殺蟲劑，由傑內康(Zeneca)、富美實(FMC)及美國氰胺公司(American Cyanamid)進行生產製造。賽滅寧具有對昆蟲毒性高、但對哺乳動物及鳥類毒性低的特性，在美國主要登記用於防治棉花田農業害蟲以及居家環境中的衛生害蟲。在我國也登記用於農業之十字花科蔬菜以防治小菜蛾等蔬菜害蟲，以及居家中多種衛生害蟲。合成除蟲菊精類殺蟲劑近年來已被大面積施灑於學校及社區環境防治登革熱病媒蚊，其中以含賽滅寧的產品核發的藥劑許可證最多，達 3 類 126 品項 (A 類：主成分僅一種，共登記 68 品項；B 類：主成分有二種，共登記 36 品項；C 類：主成分有三種，共登記 22 品項)。由於賽滅寧已被證實屬於環境荷爾蒙的一種殺蟲劑，除了神經毒性外，也會造成生殖能力受損、免疫力下降、誘發細胞產生突變等問題，在使用上需更加小心謹慎。本文章旨在介紹賽滅寧之性質、作用機制、毒性、環境流佈及潛在危害。

### 二、防治效能與作用機制

#### (一)使用量與防治效能

賽滅寧為我國常用之農業及環境用藥，經統計 96~99 年間國內自英國及印度進口賽滅寧農藥原體達 28,525kg，採購金額達 614,898.8 美元，為合成除蟲菊精類中第三大進口量，僅次於異亞列寧及百亞列寧。

依據農業藥物毒物實驗所資料統計，目前領有農藥登記證之賽滅寧製劑共有 50 品項，主要用於防治十字花科蔬菜害蟲，其中又主要用於防治鱗翅目害蟲小菜蛾。賽滅寧亦是台灣主要環境用藥的種類之一，依據行政院環境保護署資料顯示，目前環境衛生用藥中賽滅寧有 126 張許可證(結果附於後)。由於合成除蟲菊精類藥劑具有速效性及廣效性，可做為空間噴灑及殘效噴灑，其中賽滅寧屬第四代合成除蟲菊精類，於日光下較為穩定且藥效較強，加上不易揮發、對溫血動物毒性低、易被排出體外等特性，因此，廣泛用於防治蚊子、蟑螂、蒼蠅及跳蚤等衛生害蟲(表 1)。

表 1、賽滅寧登記於衛生害蟲之防治對象

	防治對象								
	蚊子	蟑螂	蒼蠅	跳蚤	白蟻	火蟻	小黑蚊	螞蟻	蜈蚣
一般									
環境用藥	40	59	39	43	7	14	4	56	5
特殊									
環境用藥	55	57	50	37	20	10	30	13	0
總計	95	116	89	80	27	24	34	69	5

資料來源：[http://mdc.epa.gov.tw/MDC/search/search\\_License.aspx](http://mdc.epa.gov.tw/MDC/search/search_License.aspx)



## (二)作用機制

賽滅寧對脊椎動物和無脊椎動物具有胃毒和接觸毒作用，殺蟲機制主要作用於神經系統，誘導神經產生明顯的神經衝動反應。青蛙在攝入賽滅寧後，其外圍神經系統(peripheral nervous system)會持續性的產生神經衝動反應，造成神經細胞膜的離子通透性改變，導致感覺器官產生數百至數千次的重複神經衝動。這種重複衝動由賽滅寧作用於電壓依賴性鈉離子通道，使鈉離子通道開放時間延長所致，造成神經系統功能受到破壞，引起蟲體產生暈厥、痙攣及死亡。

## 三、理化特性與毒性

### (一)理化特性

- 1.化學名稱為(IUPAC)：((±)-α-Cyano- (3-phenoxyphenyl) methyl (±) -cis/trans- 3 -(2,2-dichlorovinyl)-2,2 dimethylcyclopropanecarboxylate)
- 2.CAS number：52315-07-8
- 3.外觀：無色固體結晶
- 4.分子式：C<sub>22</sub>H<sub>19</sub>Cl<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>
- 5.溶解度：(1)在 20°C 的水中溶解度為 4 ppb;(2)在丙酮、氯仿、環己酮、二甲苯中的溶解度大於 450 g/L;(3)在乙醇中的溶解度為 337 g/L;(4)在正己烷中的溶解度為 103 g/L。
- 6.穩定性：(1)釋放至土壤中，其半衰期為 0.6~1.9 天(光照)，>7 天(非光照)；(2)釋放至水中，此物質可能會被水中懸浮物或沈澱物吸附，難以從水表面揮發。在水與酒精混合液(比例為 99：1)的磷酸鹽緩衝液中，在 25°C 下，PH 值為 4.5、6、7、8 的水解半衰期分別為 99(PH=4.5)、69(PH=6)、63(PH=7) 和 50(PH=8)週；(3)釋放至空氣中，其在空氣中以微粒相存在，微粒相物質藉乾沉降及溼沉降移除。
- 7.其他物理化學性質(如表 2)。

表 2、賽滅寧物理化學性質

分子量	416.3
密度	1.25g/cm <sup>3</sup> (at 20°C)
溶點	60~80°C(工業級)
蒸氣壓	1.3x10 <sup>-9</sup> mmHg
亨利定律常數	2.5x10 <sup>-7</sup> atm-m <sup>3</sup> /mol (20°C at pH=3)
水解半衰期	>50 days (於正常環境之溫度及 pH 值下)
辛醇-水分布系數(Kow)	3.98x10 <sup>6</sup>
土壤吸附系數	6.1x10 <sup>4</sup> mL/g or cm <sup>3</sup> /g
田間降解半衰期	4~12天
好氧半衰期	6~20天



厭氧半衰期

小於14天

資料來源：Kollman and Segawa (1995)、EPA's Pesticide Fact Sheet Database (1992)、USDA Agricultural Research Service (1995)、行政院農委會(1997)

## (二)毒性

### 1.腦部與神經

除蟲菊精藥劑依其結構是否含有氰基(Cyano group)分成二群，對人體之危害亦伴隨氰基之有無而具有差異，賽滅寧屬於 Typell(含氰基)，會引發興奮及抽搐，產生流涎及舞蹈症反應(choreoathetosis with salivation)。在功能觀察組合實驗(FOB)中，SD 品系大鼠(Sprague-Dawley rats)攝入 100 及 200ppm 玉米油 4 小時後，即出現流涎、動作失調、蹣跚、自主活動減少甚至死亡。另外在慢毒性處理組別中，大鼠食用含 111ppm 的飼料時，會出現震顫、流涎、動作失調、蹣跚、不正常姿勢、後肢分岔等反應。根據特羅夫頓及瑞特(Crofton and Reiter)的研究(1988)顯示，攝入賽滅寧的動物在響聲驚嚇實驗(acoustic startle response)中其跳躍次數會增加，但跳躍的高度會減少，其食物學習能力(food-reinforced learned behavior)會降低，記憶力也會減退。

### 2.基因突變

對老鼠(mice)注射賽滅寧的實驗中，老鼠的骨髓胰臟細胞中染色體數目異常，骨髓細胞中姊妹染色單體互換(sister chromatid exchanges)出現的機率也會增加(姊妹染色單體交換會導致點突變。另一項實驗中，老鼠持續攝入賽滅寧 5 天後，其骨髓細胞中也會發生染色體數目異常的情形，由以上之實驗可證實賽滅寧會對染色體產生損害，增加基因突變的機率。

### 3.抑制 ATP 酶的活性

賽滅寧已被證實能夠抑制 ATP 酶的活性，因 ATP 酶提供能量進行主動運輸，在水生生物鰓部的氧氣交換作用中扮演重要角色。若 ATP 酶活性遭抑制造成主動運輸中斷，可能影響離子的移動及離子平衡的穩定性，使離子濃度梯度無法維持，並干擾呼吸作用的進行，使得賽滅寧對水生生物具有更強的毒性。

### 4.生殖毒性

懷孕之母兔(rabbit)攝入賽滅寧後，其後代骨骼及器官肢畸形率會些微上升。懷孕之老鼠攝入賽滅寧，其後代出現凸眼、暴牙的情況亦會大幅上升，雄性之老鼠亦會受賽滅寧影響，其精子的畸形率會明顯的提高。2010 年中國南京以不孕症男性為對象所做的研究調查發現，環境中人體吸收賽滅寧的濃度可能會影響精子品質與精蟲 DNA 的完整性。

### 5.毒性

賽滅寧對雄大鼠的口服急毒性為 247 mg/kg，對雌大鼠的口服急毒性為 309mg/kg，對眼睛及呼吸道具有刺激性，可能會對皮膚產生過敏。其他毒



性研究數據詳如表 3。

表 3、賽滅寧毒性一覽表

大鼠(rat)(口服急毒性)	LD <sub>50</sub> 247 mg/kg (雄) LD <sub>50</sub> 309 mg/kg (雌)
兔(Rabbit) (口服急毒性)	LD <sub>50</sub> > 2460 mg/kg
綠頭鴨(Mallard Duck) (口服急毒性)	LD <sub>50</sub> > 10,000 mg/kg
雞(Chickens) (口服急毒性)	LD <sub>50</sub> > 2000 mg/kg
綠頭鴨與山齒鶉(Mallard Duck and Bobwhite Quail) (口服急毒性)	LC <sub>50</sub> >20,000 ppm
褐鱒(Brown trout) (96小時後)	LC <sub>50</sub> 2.0~2.8 ppb
虹鱒(Rainbow Trout) (96小時後)	LC <sub>50</sub> 0.82 ppb
藍鰓太陽魚(Bluegill Sunfish) (96小時後)	LC <sub>50</sub> 1.78 ppm
大水蚤( <i>Daphnia magna</i> )	LC <sub>50</sub> 0.26 ppb
蜜蜂(Honeybee)	LD <sub>50</sub> 0.025 µg/隻

資料來源：EPA's Pesticide Fact Sheet Database (1992);Data from The Agrochemicals Handbook, Third Edition (1991);Data from J. Delabie *et al.*, (1985)

## 四、環境流佈

### (一)空氣中

賽滅寧的蒸氣壓數值低，20°C 下之亨利定律常數 (H) 為  $2.5 \times 10^{-7}$  atm·m<sup>3</sup>/mol，顯示賽滅寧是一種不易散佈於空氣之中的化學物質。Luman 等人 (1982) 的研究指出，由於賽滅寧的亨利定律常數 (H) 小於  $3 \times 10^{-7}$  atm·m<sup>3</sup>/mol，其揮發速度較水的蒸發速度低，實質上可被視為不具揮發性。此實驗結果指出，賽滅寧難以自土壤散佈到空氣中，但可附著於微粒上散佈至空氣中。此外，施藥時賽滅寧可以噴霧狀形式散佈於空氣中，除了這些特例外，空氣中不易檢測到賽滅寧的存在。

### (二)土壤中

賽滅寧有順式異構物和反式異構物 2 種結構，工業級賽滅寧順式/反式的比率是 1:1。順式異構物的活性比反式異構體高。雖然反式異構物在土壤中的水解速度較順式異構物快 1.2~1.7 倍，但二者在土壤中的光解速度無顯著差異。水解和光解在賽滅寧於土壤中的降解扮演重要角色。酯鍵水解是主要的降解途徑，並導致 3-苯氧基苯甲酸 (3-phenoxybenzoic acid, PBA) 和環丙烷羧酸(cyclopropanecarboxylic acid) 衍生物的形成，其衍生物主要是 3-(2,2-二氯乙烯基)-2,2-二甲基環丙烷羧酸 (3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethyl cyclopropanecarboxylic acid, DCVA)(圖 1)。賽滅寧會迅速在土壤表面光解為中間產物，其半衰期為 8-16 天。多種光反應參與光降解反應，其效率與土壤中的有機質含量有密切關連。與水解反應相同，賽滅寧經由光解產生的代謝物主要為 PBA 和 DCVA，



光照 32 天後各佔總產物的 15% 以上。這些主要代謝物在有氧條件下，會緩慢的降解為 CO<sub>2</sub>。代謝產物的持久性目前仍屬未知。

賽滅寧在水中的溶解度低，屬疏水性的物質。也是一種非極性農藥，易吸附、固著於土壤表面。根據 Kaufman 等 (1981) 的研究，賽滅寧鮮少經由土壤移動，但其降解產物 PBA 及 DCVA 的土壤移動能力皆較賽滅寧高，降解產物中的 PBA 及 DCVA 屬於有機酸，較易於土壤中移動。土壤中碳含量影響了吸附化學物質的能力，賽滅寧在五個不同土壤類型中其 KOC 值為  $6.1 \times 10^4 \text{cm}^3/\text{g}$ ，可以得知賽滅寧在土壤中難以移動。然而，其主要代謝物極性高並可於土壤中移動。但這些有機酸類代謝物在不同土壤中的移動性具有差異，從中等移動性（粉質粘土或壤質砂土）到高移動性（粉質粘土壤土）不等。對 PBA 和 DCVA 而言，酸性土壤之低 pH 值會降低離子化，導致吸附性增加及移動性降低。因此，這些代謝物在中性至鹼性土壤中具有較高的移動性。微生物在賽滅寧的降解過程發揮了顯著作用。賽滅寧在缺氧和淹水條件下其降解速率會降低。缺氧情況下的半衰期小於 14 天，與有氧情況下的半衰期 6~20 天相似，但主要的代謝產物 PBA 在缺氧環境下無法分解。這種化學物質在滅菌土上的分解效率亦較自然土壤來的慢，PBA 在有氧無菌土中的半衰期為 20~25 週。由此可反映出微生物在賽滅寧分解作用的重要性。賽滅寧在土壤中相對不穩定，在沙質土壤的正常半衰期為 2~4 週。賽滅寧在土壤中若能保持長效性其土壤常可觀察到以下特點：高有機質、粘土含量高，微生物活性降低和缺氧情況。

# 教育部防治外來入侵種及植物病蟲害輔導團

通報暨諮詢專線：(02)23711254

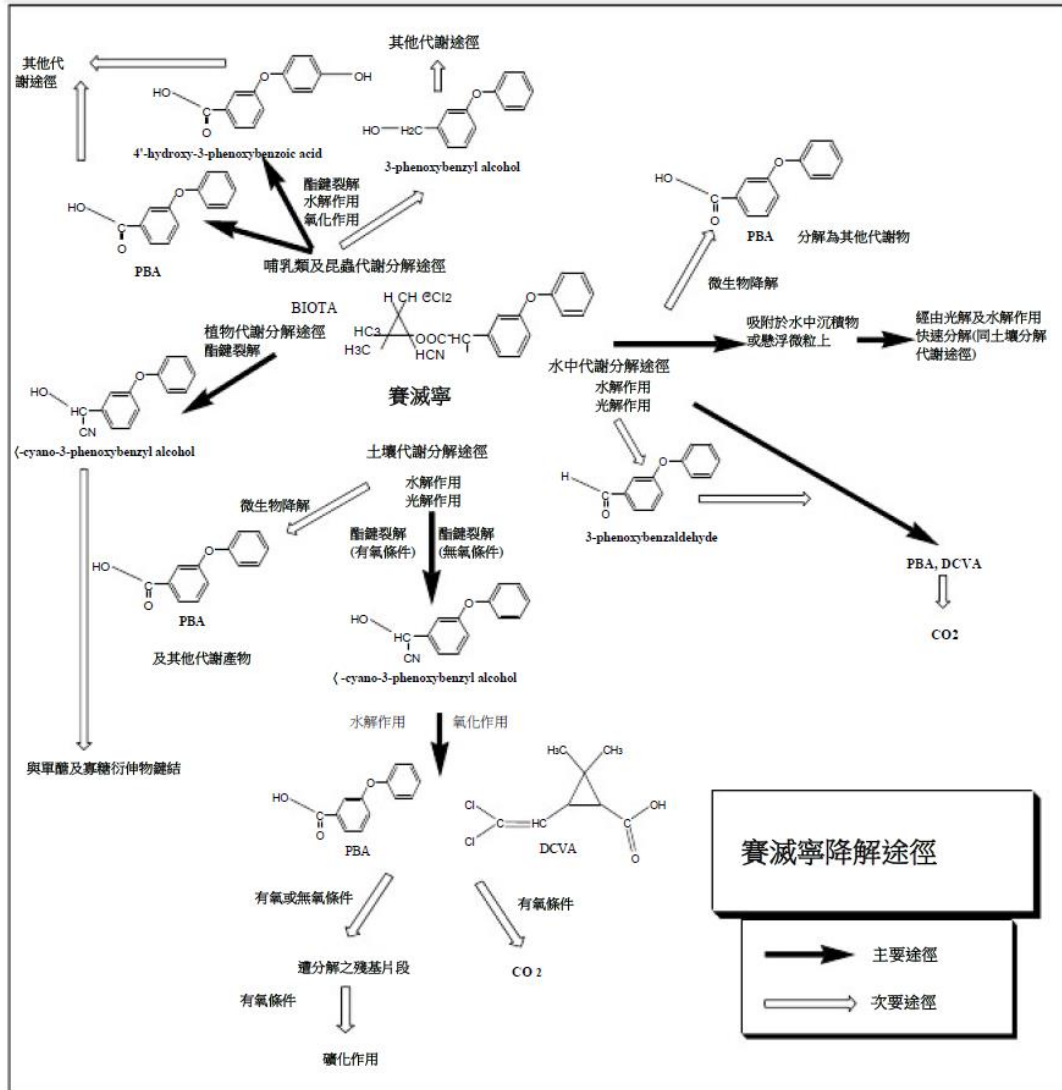


圖 1、賽滅寧降解途徑

### (三)水中

賽滅寧在水中的溶解度非常低，在 20°C 時僅有 4 ppb 的溶解度。賽滅寧疏水性高，於水溶液中能快速成為懸浮微粒。然而，少量的賽滅寧會以懸浮物的形式隨著水體進行移動，在自然環境中，賽滅寧常累積在土壤和沉積物中。賽滅寧在 pH 小於 7 時水解速度慢，在 pH 為 9 時水解速度大幅加快。在正常環境的溫度和 pH 值下，賽滅寧可保持一定的穩定性，水解半衰期大於 50 天。光解半衰期則大於 100 天。但至於日光下的無菌環境中，賽滅寧光解速度緩慢，在 32 天後分解比例不到 10%。在黑暗中，賽滅寧相當穩定，10 天後於河水及蒸餾水的殘留率分別為 88.7% 和 95.6%。Kidd 和 James (1991) 報導，在河水中，賽滅寧會快速降解，其半衰期僅約 5 天，這是在蒸餾水中降解速度的三到四倍。由結果可見光解效果的增強與天然存在的物質有所關連。當賽滅寧產生光解反應時，主要光



降解產物為 DCVA 和 PBA，亦有少量的 3-苯氧基苯甲醛 (3-phenoxybenzaldehyde) 分解出。根據阿格尼霍蒂 (Agnihorti) 等人於 1986 年的研究指出，於開放環境之水渠(含沉積物)中施用賽滅寧，24 小時後水中的濃度會快速降低，24 小時後減少約 95% 後。在這項研究中濃度的減少主要是由於賽滅寧會快速吸附於沉澱物和懸浮顆粒上而非降解。賽滅寧的辛醇-水分配係數是非常高的 ( $KOW = 3.98 \times 10^6$ )，因此它會迅速的和環境中的有機物質結合。由於對土壤的親和力很強，賽滅寧可能藉著雨水和灌溉，隨著附著的懸浮沉積物而移動到水域環境中。然而，賽滅寧被土壤顆粒吸附時，較不易被生物攝取，對水生生物造成的危害風險也會因此降低。實驗裡池塘中賽滅寧的量達到致死濃度 (5 ppb) 時魚仍可存活，顯然賽滅寧吸附於固體懸浮物時，較不易對生物產生危害。

## (四) 生物

### 1. 水生生物

賽滅寧的一個潛在的問題是對水生生物具有非常強烈的毒性。多數魚類賽滅寧的半數致死濃度 ( $LC_{50}$ ) 僅為 5ppb，於 1ppb 的濃度下即有毒性反應產生。據巴奇 (Bach) 等人 (1987) 的研究指出，高的脂親和性和非常低的水溶解度使得水被污染後，很容易於水生生物中產生生物累積作用如虹鱒 (rainbow trout) 之生物累積因子 (BCF) 數值介於 180~438。以水生生物之 BCF 值來計算淡水中之預測無影響濃度 (predicted no-effect concentrations, PNECs) 為 0.1ppb，高於此濃度則可能產生生物累積效應，引發生態中消費者之二次中毒 (secondary poison) 效應。齊格弗里德 (Siegfried) 於 1993 年研究中指出水生昆蟲較陸地昆蟲表現出較高的感受性。原因可能為水域環境中，較難接觸到親脂性物質，造成分解體內親脂性異物 (如殺蟲劑) 的能力較低所致。

據穆爾 (Muir) 等人 (1985)，在實驗室和田間的研究，賽滅寧的濃度通過吸附於沉積物、懸浮微粒或植物而迅速下降。此外，光和微生物亦參與了賽滅寧的降解反應。在這些實驗中，賽滅寧在水中沉積物較水面懸浮物的降解速度慢得多。顯示水中沉積物易累積吸附水中之賽滅寧。而附著於沉積物中的賽滅寧亦會緩慢自沉積物中釋出，而不同種類的沉積物釋出化學物質的速度差異極大。這項穆爾 (Muir) 等人於 1985 年進行的研究中，在 24 小時內有 55% 的反式賽滅寧自砂質沉積物移動到水中，但只有 4% 的反式賽滅寧自淤泥沉積物移動到水中。搖蚊幼蟲若持續直接接觸含賽滅寧的沉積物 (濃度分別為 174ng/g 和 640ng/g 之順式和反式異構體)，其生物累積係數 (BCF) 較生活於水中的幼蟲高出 2~3 倍。同樣的實驗中，沉積物為沙的狀態下其生物累積係數較淤泥及泥土來的高。虹鱒魚之賽滅寧 BCF 值為 180~438，考慮到其 Kow 值，其 BCF 值遠低於預期時。可能因鰓較難攝取疏水性高的化學物質。賽滅寧因疏水性高並具有很強吸附能力，使得它容易被生物所吸收。然而，若環境中含有較多的可溶性有機物和懸浮粒子時，水

# 教育部防治外來入侵種及植物病蟲害輔導團

通報諮詢專線：(02)23711254



生生物和魚類吸收賽滅寧的速度較無懸浮粒子時來的低。

## 2. 哺乳動物

大多數研究顯示，賽滅寧於生物體中可由代謝途徑進行分解。由於賽滅寧處理過的作物可能被家畜食用，其在家畜體內的代謝產物已被充分研究，但在實驗室中的研究範圍更加廣泛。陳等人(1997) 在一項研究中指出，荷斯坦(Holstein)乳牛配戴賽滅寧處理過的耳標或以口服方式攝取賽滅寧，28 天後可於牛奶及身體組織中檢測出賽滅寧。研究指出，給予乳牛含賽滅寧濃度 5 ppm (最高可攝取量) 的食物時，賽滅寧於牛奶樣本的殘留量並不會超過 19 ppb，其酸性代謝產物則未檢出。除了脂肪組織可被檢出 125 ppb 的賽滅寧外，其他組織樣本中的賽滅寧濃度則等於或低於檢測極限。據研究指出，大多數經由尿液和糞便的途徑(各占 45%左右)排出體外。研究表明，哺乳中的乳牛每天攝入含賽滅寧 50 ppm 的食物 28 天後，並無產生明顯的影響。大鼠和小鼠可輕易的將賽滅寧排出體外，8 天後體內僅有少量殘留。即使賽滅寧有高的親脂性，但累積在脂肪組織的情況並不顯著，大多被排出體外。賽滅寧的代謝涉及多種代謝途徑，酯鍵裂解為分解過程中的主要途徑。賽滅寧主要具有順式構型的混合物的順式和反式異構物，順式構型酯鍵裂解率較低。因此，順式賽滅寧的安定性較高，但仍可快速被排出體外，形成的主要代謝產物是 PBA 和 4'-羥基-3-苯氧基苯甲酸。雖然並無昆蟲代謝賽滅寧的詳細研究，但資料顯示表明其途徑和哺乳動物是相似的。黎黑(Leahey) (1985)推測賽滅寧對昆蟲的毒性比哺乳動物高，主要原因是昆蟲的個體體積較小而且體溫較低，代謝速度較慢所致。

## 3. 植物

在植物中，萵苣及高麗菜中的賽滅寧之代謝降解途徑已被研究，主要的代謝反應是酯鍵的裂解，並產生  $\alpha$ -氰基-3 苯氧基苄醇 ( $\alpha$ -cyano-3-phenoxybenzyl alcohol)。羥化也作用在不同的位置，但此反應頻率較低。相關研究也於田間和溫室環境下進行。在田間環境中降解速度較溫室中快，其半衰期約 8 天。古澤等人 (1981) 報導順式和反式賽滅寧異構物在白菜上具有不同的半衰期。反式和順式異構體在白菜葉片上的初始降解半衰期分別為 4~5 和 7~8 天。因此，順式異構物能夠保持較久的活性，降解速度比反式異構體來的慢。賽滅寧也被用來控制榆樹樹皮甲蟲(elm bark beetle)，根據金及韋伯斯特(Jin and Webster)(1998)，其效果較陶斯松來的快速。賽滅寧可在的離樹基部 1 米的樹幹上使用，並分別檢測榆樹的樹幹、樹皮、形成層和木材組織已了解賽滅寧的滲透力，結果顯示賽滅寧無法穿透樹皮，但於施藥後 60 天仍可完全殺死樹皮甲蟲。

## 五、內分泌干擾素(Endocrine disrupter substance, EDS)

目前已有研究證實賽滅寧會誘使細胞內的 calcium/diacylglyceroldependent kinase 聚集到原生質膜旁，進而干擾細胞內的次級傳遞途徑(second messenger pathway)，進而影響細胞內蛋白質的磷酸化反應，干擾生物體內正常的代謝反



# 教育部防治外來入侵種及植物病蟲害輔導團

通報諮詢專線：(02)23711254



應，可能造成生物體內恆定、生殖、發育或行為受到影響。以下介紹近年來賽滅寧影響生物體代謝調控之研究。

## (一)腦部神經系統

賽滅寧同時也會誘導 cyclic guanosine monophosphate 生成，促使腦部紋狀體釋放多巴胺及乙醯膽鹼酯酶，並促使腦部神經突觸去極化，影響中樞神經系統的發展，可能會造學習能力降低、無法集中注意力等問題。

## (二)細胞凋亡機制

實驗亦證實賽滅寧亦誘使細胞中細胞凋亡反映中之基因如 P53, Puma, Bax, Apaf1, Cas9 及 Cas3 表現量提升，產生細胞毒性。

## (三)免疫功能下降

賽滅寧亦可影響動物的免疫能力，於斑馬魚(zebrafish)為實驗對象的實驗中，生存於賽滅寧濃度為 3ppb 及 10ppb 水中的斑馬魚，其先天免疫相關基因 IFN, CXCL-Clc, CC-chem 及 C3 的表現量會受到影響，造成免疫系統受到干擾，免疫力受到抑制。兔子攝取半數致死濃度(LD<sub>50</sub>)1/40 濃度的賽滅寧後，對沙門氏菌產生之抗體較未攝取的組別來的低，結核菌素皮內測試(tuberculin skin test)產生的免疫反應也較正常情況來的低，攝取半數致死濃度(LD<sub>50</sub>)1/10 濃度的賽滅寧後，對外源之血球、蛋白質產生的免疫反應亦明顯下降。

## (四)致癌性

美國環保署(UEPA)已證實賽滅寧為一可能之致癌因子，實驗中母鼠攝入賽滅寧後會導致肺癌，一項研究指出，賽滅寧及其他合成除蟲菊精類藥劑會抑制細胞間隙連接通訊(gap junctional intercellular communication, GJIC)對於細胞之細胞的生長、維持和分化扮演重要腳色，此機制已知會被多項致癌因子所抑制，GJIC 受抑制也會引發癌症等多種疾病。

## 六、結論

賽滅寧為一合成除蟲菊精類殺蟲劑，對害蟲具廣泛及明顯的防治效果。此類殺蟲劑具胃毒和觸殺性並作用於脊椎動物和無脊椎動物的神經系之鈉離子通道並抑制 ATP 酶的活性。由於對溫血動物毒性較低，目前被廣泛用於防治蚊子、蟑螂、蒼蠅及跳蚤等衛生害蟲。

因為賽滅寧具有較低的亨利定律常數，它難以在空氣中被檢出。在土壤和水中，通過水解和光解作用分解出主要的代謝產物 PBA 和 DCVA。由於賽滅寧對有機物有強大的吸附力，土壤和水中沉積物是環境中賽滅寧的主要蓄積處。

目前已有多項研究證實賽滅寧除了神經毒外，亦扮演環境荷爾蒙的腳色，能夠調控生物體內的代謝，影響免疫系統、並提高致癌風險，雖人體能夠有效分解賽滅寧並將其排出體外，但仍需注意避免過量接觸，另外，因水生生物對賽滅寧極為敏感，且亦累積魚體內造成生物累積現象，施用時亦須避開水域及其附近區域，避免對生態系統產生危害。(本篇文章主要依 Jones.A(1995)Environmental fate of cypermethrin 之內容翻譯而成)。



## 六、參考文獻

- 1.行政院農業委員會，1997，農糧字第 86116775A 號公告。
- 2.行政院農業委員會，2004，賽滅寧 (Cypermethrin) 農藥有效成分檢驗方法，  
我國內分泌干擾物(環境荷爾蒙)管理機制之研究第 43 頁。
- 3.林增記，2001，高醫常見中毒急救解答手冊第 13 頁。
- 4.張森和，2007，防治登革熱正確的噴藥技術與個人安全防護 1-4 頁。
- 5.徐爾烈，2001，環境用藥有機磷殺蟲劑及殺菌劑使用安全評估第 143 頁。
- 6.Caroline C, 1996, Cypermethrin. Journal of pesticide reform 16(2):15-20.
- 7.Crane M *et al.*, 2007, Proposed EQS for Water Framework Directive Annex VIII substances: cypermethrin, UK Technical Advisory Group (UKTAG).(本篇為專書)
- 8.David M *et al.*, 2002, Mechanisms of pyrethroid neurotoxicity: implications focumulative risk assessment, Toxicology 171(1): 3–59.
- 9.Jin Y, *et al.* 2011, Embryonic exposure to cypermethrin induces apoptosis and immunotoxicity in zebrafish (*Danio rerio*). Fish Shellfish Immunol. 30(4-5):1049-54.
- 10.Jin Y, 2001 Cypermethrin exposure during puberty induces oxidative stress and endocrine disruption in male mice 84(1):124-30.
- 11.Ji G, Xia Y, Gu A, Shi X, Long Y, Song L, Wang S, Wang X.,2010, Effects of non-occupational environmental exposure to pyrethroids on semen quality and sperm DNA integrity in Chinese men. J Environ Sci(China) 22(2):290-6.
- 12.Jones A., 1995. "Environmental fate of cypermethrin." Environmental Monitoring and Pest management Branch, Department of Pesticide Regulation.