

鼠害防治技術與展望

盧高宏*

臺中縣霧峰鄉 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所應用毒理組

摘要

盧高宏* 2004 鼠害防治技術之研發及展望 鼠類危害及防除技術研討會專刊：25-38

臺灣地區氣候溫和，作物種類繁雜且終年不斷，對田間鼠類而言，可供棲息隱匿的處所隨處皆是，且糧食不虞匱乏。因環境適宜，田間各種鼠類不但生殖潛能高，且全年皆可生殖，對各種農作造成極大的為害，鼠害防治自然成為病蟲草害之外的一項重要植物保護工作。鼠害防治工作無論在防除計畫的規劃、防除方法的研發、防除藥劑的選用，皆已相當成熟，近 25 年來，每年的防除率皆高達 80%，可謂成效卓著。但因長期使用抗凝血性殺鼠劑，部份鼠類的多種藥劑產生抗藥性或耐藥性，故仍需針對開發新型殺鼠物質及相對應的防除技術加以研究探討。自 1988 年達滅鼠研發上市之後，國外對鼠害防除方式，未見有其他新的殺鼠劑上市，相對的卻見探討以肝毛細線蟲(*Capillaria hepatica*)、新加坡肌肉孢子蟲(*Sarcocystis singaporensis*)進行鼠類棲群控制之生物防治法，及天然素材或植物淬取物雷公藤多醣苷劑之殺鼠劑防除鼠害研究。這些以天然素材及植物淬取物之殺鼠劑，解決抗藥性的問題及以寄生蟲防除野鼠之生物防治方法，無疑提供了一個新的思惟方向。此外探討如何取代現行殺鼠劑配方中之蠟質之成份，研發新型殺鼠餌劑及提高鼠類對餌料喜好性之研究，為今後鼠害防除研究之重要項目之一。

(關鍵詞：鼠害防治、抗藥性、肝毛細線蟲、新加坡肌肉孢子蟲、雷公藤、餌劑配方)

緒言

臺灣地區氣候溫和，作物種類繁雜且終年不斷，對田間鼠類而言則是可供棲息隱匿的處所隨處皆是，且糧食不虞匱乏。因環境適宜，田間各種鼠類不但生殖潛能高，且全年皆可生殖，據 1960 年代的估算，田間鼠類的數量估計

* 通訊作者。 E-mail: khlu@tactri.gov.tw

高達 4000 萬隻以上，對各種農作造成極大的為害，每年所造成糧食損失高達 28 萬噸，蔗園中 4.6% 蔗莖為鼠類所嚙咬而倒伏，鼠害防治自然成為病蟲草害之外的一項重要植物保護工作。

臺灣地區有系統的鼠類防除工作肇始於 1926 年臺灣糖業株式會社使用磷劑對所種植的甘蔗進行化學藥劑的鼠害防治，爾後的防除工作大致可分為光復後之防除、1957/1958 年野鼠全面防除、1970-1976 年鼠害防治六年計畫，各階段的皆以保護田間作物為防除目標。至 1979 年行政院孫運璿院長於第 1631 次院會中指示由農業發展委員會約集內政部、衛生署、及省市府研擬全面滅鼠辦法，成立臺灣區滅鼠工作小組，才將防滅鼠目標擴大為同時防住家及田間鼠類。鼠害防治工作無論在防除計畫的規劃、防除方法的研發、防除藥劑的選用，皆已相當成熟。近 25 年來，每年的防除率皆高達 80%，可謂成效卓著⁽¹⁴⁾。但因長期使用抗凝血性殺鼠劑，部份鼠類不可避免的對藥劑產生耐藥性，故仍需針對開發新型殺鼠物質及相對應的防除技術加以研究探討。

田間鼠類防除藥劑之使用現況

鼠害防治的方法有多種，包括使用各式捕鼠器械或電網之物理防治法及使用燻蒸劑、不育劑或殺鼠劑等化學防治法。迄今，臺灣地區各階段的滅鼠工作皆以施用化學殺鼠劑為主要防治方法，其間所使用的殺鼠藥劑也歷經磷劑、急性殺鼠劑、各種抗凝血性殺鼠劑之演替。

除於 1972-1980 期間以磷化鋅餌劑輔以殺鼠靈餌劑防治田間野鼠外，自臺灣糖業公司於 1951 年引入抗凝血性殺鼠劑殺鼠靈，1954 年全面推廣於蔗園中使用以來，所臺灣地區使用的殺鼠劑皆為抗凝血性殺鼠劑。現今登記於田間鼠類防除的抗凝血性殺鼠劑有殺鼠靈、剋滅鼠(coumatetralyl)、得伐鼠(diphacinone)、可伐鼠(chlorophacinone)、雙滅鼠(difenacoum)、撲滅鼠(bronadiolone)、可滅鼠(brodifacoum)、伏滅鼠(flocoumafen)及達滅鼠(difenacoum)。

剋滅鼠、得伐鼠、可伐鼠與殺鼠靈同屬第一代抗凝血性殺鼠劑，藥效類似，雖登記於田間鼠類防除之用，但於歷年的田間鼠害防除計畫中並未被採用⁽¹⁴⁾。殺鼠靈，經二十多年的使用後，不可避免的亦產生了抗藥性的問題⁽³⁾。為解決此等的抗藥性問題，陸續引入第二代新抗凝血性殺鼠劑，可滅鼠、撲滅鼠、伏滅鼠及達滅鼠，分別於 1979、1982、1988 及 1997 年取得本國農藥登記。其中達滅鼠雖亦取得上市登記，但因對赤背條鼠及鬼鼠的藥效較差，農林廳於推

薦時的使用量為每公頃使用 0.0025% 餌劑 2 公斤，用量為可滅鼠 0.005% 餌劑及伏滅鼠 0.005% 餌劑的 2 倍，而每公斤市售價格卻相差無幾，造成此藥劑在臺灣雖然曾登記上市，但卻未曾有使用於防除田間鼠類之記錄⁽¹⁴⁾。

撲滅鼠 1983 年取得上市登記，1984 年於雲林、嘉義、台南等縣共選 5 鄉鎮的一般耕地試用，試用結果良好。但此藥劑對鬼鼠的藥效不佳，臺灣區滅鼠工作小組檢討後，做出「於鬼鼠密度較高地區，如公共地、蔗作栽培較多鄉鎮等，以選用可滅鼠較為有效」之決議，臺灣糖業公司亦不推廣於蔗園中使用。故 1985 年起僅有部份縣市使用於一般耕地的鼠害防治工作⁽¹⁴⁾。經多年連續以撲滅鼠作為防治鼠害藥劑後，本省一般耕地中的赤背條鼠(*Apodemus agrarius*) 個體間對撲滅鼠的感受性有明顯的差異性，部份地區的鼠隻可能已產生抗藥性⁽¹⁰⁾。本省蔗園中之鬼鼠個體間對撲滅鼠的感受性有明顯的差異性⁽¹¹⁾。而在本省糧倉食庫中的家鼯鼠(*Mus musculus castaneus*)已經證實對撲滅鼠產生抗藥性⁽⁹⁾。自 1995 年起各縣市政府及糧食局不再採用撲滅鼠做為田間及糧倉食庫鼠類防除用藥劑⁽¹⁴⁾，而僅使用可滅鼠及伏滅鼠二種殺鼠餌劑(表一)。

1988 年伏滅鼠(flocoumafen)取得上市登記，經二年的試用後，自 1991 起即成為各縣市政府採購田間鼠害防治藥劑的首選。伏滅鼠並未使用於本省糧倉食庫鼠害之防除，但在糧倉食庫中的家鼯鼠對撲滅鼠及伏滅鼠卻有交互抗性⁽⁹⁾。由田間鼠類對抗凝血性殺劑的感受性調查結果顯示：伏滅鼠餌劑經多年使用後，對田間的鬼鼠及赤背條鼠的藥效有降低的趨勢，似乎此二種鼠類對撲滅鼠及伏滅鼠亦有交互抗性的現象(未發表資料)。

自抗凝血性殺鼠劑上以來，國際間對鼠害的防治技術皆以新抗凝血性殺鼠劑的研發及使用為主。自 1988 年達滅鼠研發上市之後，未見有其他新的殺鼠劑上市，相對的卻見探討以生物防治及天然素材或植物萃取物之殺鼠劑防除鼠害研究。

生物防治

脊椎動物族群週期性變動的原因，長久以來即為生物學者關注的現象。近年的研究結果顯示，生物體間的互動關係較內在遺傳機制更可能是引起變動的原因，其中寄生蟲是重要因子之一⁽²³⁾。有部份學者延伸此種寄生蟲的致病性或對生殖能力之影響於鼠類棲群數量的控制的探討^(18, 41, 45)，前者著重於新加坡肌肉孢子蟲(*Sarcocystis singaporensis*)的應用，後者則著重於肝毛細線蟲(*Capillaria hepatica*)。

表一、1978-2003 年田間野鼠防除使用殺鼠餌劑種類及數量

Table 1. Poison bait used for field rodent control in 1978~2002

	Amount of bait(ton)				
	Zinc phoshide 1%	Warfarin 0.025%	Brodifacoum 0.005%	Bromadiolon e 0.005%	Flocoumafen 0.005%
1978	0	1008			
1979	0	1613			
1980	21	1740			
1981	1	1064	329		
1982	1.8	406	582		
1983	0	357	689		
1984		675	600	12	
1985		63	779	73	
1986		55	670	55	
1987		63	607	159	
1988		32	501	276	
1989		0	482	289	22
1990			457	203	126
1991			252	130	376
1992			227	133	362
1994			233	101	436
1995			341	0	529
1999			308		466
2000			293		387
2001			299		365
2002			465		186
2003			381		228

一、肝毛細蟲

肝毛細線蟲(*Capillaria hepatica*)為常寄生於鼠類動物之體內寄生蟲，因寄生於宿主肝臟組織內因而得名。此蟲感染範圍廣佈於全世界各地，生活史特殊，不需中間宿主，蟲體侵入宿主肝臟後，於肝臟實質內產卵，蟲體及蟲卵不

再離開肝臟。肝臟中之蟲卵為其他鼠類或動物經由動物相食(cannibalism)或食屍(necrophage)之方式，經消化之後於糞便中釋出，於合適環境中發育成具感染力之蟲卵，再經食入而造成感染⁽⁴³⁾。對鼠隻感染率高又會造成感染鼠隻繁殖力下降⁽⁴⁴⁾，因而有學者認為可藉由此蟲作為生物防制方法，控制野鼠之族群數量^(15, 30, 31, 45)。於澳洲的小麥田，對歐洲家鼯鼠(*Mus domesticus*)進行的防治試驗，雖然可造成鼠類的感染，但感染率卻隨時間而遞減，而無法抑制族群數量的增加^(41, 42)。

二、新加坡肌肉孢子蟲

肌肉孢子蟲(Sarcocystis)為頂腹門(Phylum Apicomplexa)，孢子蟲綱(Class Sporozoa)的原蟲。為絕對寄生於細胞內的原蟲，具有一個包括產生裂殖子的裂殖生殖(shizogony)、產生具感染性孢子的孢子生殖(sporogony)、及配子生殖(gamogony)的典型 coccidian 生活史。

新加坡肌肉孢子蟲(*Sarcocystis singaporensis*)是東南亞地區鼠類體內常見^(26, 35)，且具有宿主專一性^(21, 26, 48)的原蟲。它利用網紋蟒蛇(*Python reticulatus*)以及家鼠屬(*Rattus*)和板齒鼠屬(*Bandicota*)的鼠類完成世代交替。在蟒蛇的腸道內進行生殖，大量內含具感染力孢子體的孢子囊，隨糞便排出。鼠類主要因飲用遭孢子體污染的水源或捕食在蟒蛇糞便取食的無脊椎動物而感染⁽²⁴⁾。在自然狀況下，原蟲在鼠類血管的皮層中行無性之內部多次核裂生殖(endopolygony)，最後一次內部多次核裂產生的內營養體(endozoite)在肌肉組織中形成囊體(cyst)。未成熟的囊體母細胞(metrocyst)進一步進行無性生殖(endodyogony)。成熟的囊體含有數千個 cystozoites。囊體被網紋蟒吃入後，在腸道進行有性的配子生殖形成卵囊(oocyst)，卵囊在小腸的腸黏膜固有層(lamina propria)形成孢子囊，再隨糞便排出^(17, 20)。

但鼠類若食入大量的孢子體，則因肺、腦、腎、心臟等組織大量感染，而死於肺炎，死亡率高達 90%⁽²⁴⁾。於泰國的養雞場、油棕園及水稻田，以含有高量(2×10^4)孢子體的餌劑進行溝鼠(*Rattus norvegicus*)、馬來亞田鼠(*Rattus tiomanicus*)及鬼鼠(*Bandicota indica*)的防治，新加坡肌肉孢子蟲所造成的死亡率可達 58% - 92%⁽²⁵⁾。

天然素材及植物淬取物之殺鼠劑

一、植物性天然素材

英國 Natrocell Technologies Ltd. 研發以純植物性天然素材製成之殺鼠餌

劑(EradiRat[®], EradiMouse[®], Rode-trol[®]), 並已於英國、瑞典、埃及、南非、馬來西亞、美國等 15 個家上市。其作用機制為鼠隻連續取食餌劑後, 餌劑中大量的 β-纖維素造成大腸及盲腸阻塞、壞死, 小腸黏膜產生漿液性出血及壞死, 無法吸收水份及養份, 而使體重急速下降達 20% 及產生腸梭菌腸炎 (clostridia enterotoxaemia) 而死亡^(27, 39)。

以 EradiMouse[®] 供溝鼠及家鼯鼠連續任意取食, 二者分別於 4-8 天及 2-6 天後全數死亡, 死亡時體重平均分別減少 21.4% 及 28.8%^(33, 34)。以 Rode-trol[®] 餌劑對本省溝鼠、小黃腹鼠、赤背條鼠等田間鼠類任意取食進行測試, 亦得到類似之結果(表二)。

表二、以 Rod-trol[®] 餌劑連續餵飼溝鼠、小黃腹鼠及赤背條鼠之結果

Table 2. Results of ad libitum feeding of Rod-trol[®] to *Rattus norvegicus*, *R. losea*, *Apodemus agrarius*

Species	Sex	Body weight (g)	Total bait eaten (g)	Mortality	Days until death	Body weight lost until death (%)
<i>R. norvegicus</i>	M	441±64	270(61 – 478)	5/5	11(9 – 11)	35.3±6.6
	F	309±34	124(85 – 179)	5/5	8(6 – 10)	29.1±8.1
<i>R. losea</i>	M	127±18	94(75 – 122)	5/5	9(6 – 11)	25.9±10.1
<i>A. agrarius</i>	M	26±2	15(12 – 19)	5/5	6(5 – 7)	15.2±2.4

二、雷公藤(*Tripterygium wilfordii* Hookf)

雷公藤(*Tripterygium wilfordii* Hookf)為傳統的中藥藥材, 用於治療風濕性關節炎、紅斑性狼瘡、慢性腎炎、血小板低下紫斑症、僵直性脊椎炎等疾病。Yu⁽⁴⁷⁾ 以雷公藤煎煮製劑對 144 位病患治療風濕性關節炎, 其中 9 位服用藥劑 2-56 個月後, 產生精子壞死或無精蟲症, 引發對雷公藤對雄性不育作用的研究。以經管柱層析萃取後製成的雷公藤多醣苷劑餵飼 Wistar 品系大鼠, 對副睪造成損傷, 使血清中睪丸酮量降低。以每週 6 次, 每次 10 mg/kg 劑量之雷公藤多醣苷劑餵飼大鼠, 8 週後副睪中精子的活動力巨幅下, 精子數量亦下降^(36, 37)。

中國的學者利用雷公藤造成雄性不育特性, 製成貝奧雄性不育劑[®]應用於鼠害防治。餵飼赤背條鼠 1 週後, 精子數量及活動力顯著下降; 2-3 個月後精母細胞發育不全, 細精小管萎縮。於 2003 年十月開始, 於上海市黃浦區、盧

灣區中的赤背條鼠進行為期 3 個月的田間試驗，結果試驗區中赤背條鼠族群中幼鼠的數量大為下降；生殖率為 0，較對照區的 26.7-37.5% 大為下降(葉文虎未發表資料)。

鼠害防治工作之展望

台灣田間鼠害問題持續不斷，各種滅鼠藥及方法不斷改善，但仍無法有效控制鼠害下，且田間鼠類對抗凝血性殺鼠劑不斷的產生抗藥性，以天然素材及植物淬取物之殺鼠劑解決抗藥性的問題及以寄生蟲防除野鼠之生物方法，無疑提供了一個新的思惟方向。

室內試驗結果顯示 Rode-trol[®] 餌劑對本省田間鼠類具有良的效果，且應用其作用機制不同於抗凝血劑，可解決鼠類對抗凝血劑抗藥性問題。若應用於田間作物之鼠類防除時，因需連續取食才能達到致死效果，則要配合持續性餌站的設置，並考量補充新鮮餌料所需的人力成本。但若使用於住家、畜殖場或動物園等需考量對非目標動物安全性之場所之鼠類防除時，則因其良好的適口性及安全性，不失為鼠害防除餌劑的優先選項之一。

以雷公藤淬取物製成的貝奧雄性不育劑，應用於鼠害防治，可造成雄鼠產生精子壞死或無精蟲症及棲群生育率大幅下降，而達到防除鼠類之效果。但因雷公藤多醣苷劑的不育性需長期服用後才顯現，且具有可恢復性⁽³⁸⁾。於開放性的農地中使用，欲使大部份的雄性鼠隻皆有機會取食餌劑而達不育的效果，需使用大量的人力及餌劑，此外在短期間內亦不易顯現出防除效果，而影響民眾使用之意願。

對本省田間鼠類的調查報告顯示：肝毛細線蟲則僅在溝鼠、鬼鼠及小黃腹鼠等 3 種體型較大鼠類中檢出，其感染率分別為 36.7%、11.5%、5.4%，而在體型較小的赤背條鼠及田鼯中則未檢出⁽⁵⁾。雖然赤背條鼠及田鼯鼠等 2 種小形鼠類皆未檢出肝毛細線蟲，其原因可能在於小形鼠類因食性之關係，不易成為肝毛細線蟲之宿主^(4, 8, 19, 43)。但 Barker 等人⁽¹⁵⁾將肝毛細線蟲引入歐洲家鼯鼠棲群，可調控其棲群密度。因此若藉由引入此寄生蟲使赤背條鼠及田鼯鼠等小形鼠類產生感染及使鬼鼠、溝鼠及小黃腹鼠等大型鼠類的感染率增高，利用肝毛細線蟲以為防治田間鼠類之可行性值得深入研究。

但此蟲感染之宿主範圍廣，除鼠類外尚可造成兔子、狗、貓、猴子等⁽⁴³⁾其它哺乳動物及人類之感染⁽²⁸⁾，本省亦有人類感染之病例⁽²⁹⁾。人類感染主因

衛生習慣不佳，致食入泥土中具感染力之蟲卵而感染，造成亞急性肝炎及肝肉芽腫之病變。且因台灣田間野鼠族群分佈並不集中，而分散於全台各地，防治上經濟效應較差，且各鼠種之間感受性不同，亦是考慮因素之一，若是針對穀倉內固定族群之鼠類防除可能較具經濟效應，因此欲引用此寄生蟲於台灣生物防治之用途，尚值得再研究其防治鼠害之經濟效應及討論人類感染之風險性。

有關臺灣區野生動物感染肌肉孢子蟲的狀況，尚無文獻紀錄。調查臺灣田間鼠類感染肌肉孢子蟲種類、感染狀況，及其對鼠類的致病性，可列為今後發展田間鼠害防除技術工作之一。

新加坡肌肉孢子蟲是分佈於東南亞地區鼠類體內的原蟲，而非臺灣本地的原生類。因為肌肉孢子蟲具有極高的宿主專一性，且需要有二種宿主才能完成生活史，至今尚未有肌肉孢子蟲經由突變等途徑而擴大宿主範圍的報告^(17, 46)。對蝮蝠蛇(眼鏡蛇)科、蝮蛇科、黃領蛇(遊蛇)科及蚺蛇科等 4 科的 7 種蛇類的測試，新加坡肌肉孢子蟲只在網紋蟒產生孢子囊⁽²⁴⁾，無法於鼠與鼠之間相互感染⁽²¹⁾，但對東南亞地區以外的鼠類亦具有高度的感染力，而對兩棲類及爬蟲類之動物並不具感染力⁽²⁴⁾。因此引入新加坡肌肉孢子蟲作為田間鼠害防除之資材的可行性應可加以研究探討。

殺鼠餌劑的施用方式與殺蟲劑或殺菌劑不同，必需以餌劑之型式引誘鼠類取食，才能產生藥效。Brook and Bowerman⁽¹⁶⁾比較溝鼠對 15 種穀物的喜好性試驗中，捕自垃圾場的鼠隻最喜取食者依序為米、高粱、粟、大麥；捕自養雞場的鼠隻則依序喜好取食粟、米、落花生、大麥。Meehan⁽³²⁾則認為溝鼠較喜取食小麥、玉米、米，不喜好扁豆、豌豆和粟。本省田間鼠類鬼鼠、小黃腹鼠、溝鼠及田鼯鼠對糙米的喜食程度大於大麥片、小麥、高粱、花生、豌豆、黃豆等穀類食物⁽¹⁾；對蓬萊米的喜好性大於對私稻米及在來米的喜好性⁽²⁾。顯示不同地區的鼠隻所喜好取食的穀類亦不盡相同。因此針對改進殺鼠餌劑配方及提高鼠類對餌料喜好性之研究，為鼠害防除研究之重要項目之一。

1957/1958 年之鼠類全面防除及 1970-1976 年臺灣省鼠害防治六年計畫期間，即使用殺鼠靈作為田間鼠害防治之殺鼠劑^(6, 7)。當時使用之餌劑係由國外購入 10% 原體，委由工廠加工成 0.5% 母粉後，分發至鄉鎮，由鄉鎮自行與糙米、花生油混拌成 0.025% 粒狀餌劑，或再加入阿拉伯膠製成塊狀餌劑，或與玉米、玉米澱粉、花生粉混合製成顆粒狀餌劑使用。此種餌劑不耐貯藏、於田間易受潮、發霉。1976 年，古德業及宣永康⁽³⁾發表以臘與米為基質，混合後製

成蠟米餌塊之方法，顯示田間鼠類對其接受性極高，克服粒狀或塊狀餌劑之缺點，故自 1978 年起即全面使用蠟米餌塊為田間鼠害防治之殺鼠餌劑。

此種現今推廣使用之殺鼠餌劑以 70% 穀物(主要為糙米或飼料米)及 30% 蠟製成，於田間使用時對鼠隻之誘引性常為農民所質疑，如何提高餌劑對鼠類的誘引性應為日後田間鼠害防除技術之工作之一。

Shafi 等⁽⁴⁰⁾ 於餌料中添加蛋黃及酵母粉可提高家鼠(*Rattus rattus*)對餌料的取食率，顯示餌料中添加適當的成份可提高鼠類的取食率。於飼料麥片中加入 cyclamic acid、dextrin 及蠟所製成之餌塊的接受性比對照之蠟米餌塊為佳，取食量平均為對照之蠟米餌塊的 1.3 倍⁽¹³⁾。由文獻資料中得知，植物所含之醣份會影響田間鼠類對食物之選擇性，而鼠類之生理狀況亦會造成對其他營養成份需求之改變，而影響其對食物之選擇⁽²²⁾。將落花生、蕃茄、洋香瓜、甘藷萃取汁液以 2% 的量拌入糙米後，皆可提高鬼鼠、小黃腹鼠及田鼯鼠對餌料的取食率。以 2% 的量拌入糙米後再與石蠟混拌後製成蠟米餌塊後，作物萃取汁液之作用會為石蠟所抵消⁽¹²⁾。故研發如何提高鼠類對殺鼠餌劑的取食性時，探討如何取代現行殺鼠劑配方中之蠟質之成份，較諸於餌料中增加植物汁液之研究，更有助於提高鼠類對餌料喜好性，對田間鼠害防除率及防除效益之提昇當有所助益。

引用文獻

1. 王博優、陳瑞圖。1997。鼠類對穀類食物之喜食程度。台灣糖業研究所研究彙報 158：31-44。
2. 王博優、陳瑞圖。1999。餌料品質對鼠類喜食性之影響。台灣糖業研究所研究彙報 164：31-39。
3. 古德業、宣永康。1976。鼠類對臘與米混合餌塊之接受性試驗。台灣農業 12(4)：1-13。
4. 李燕榕、林祖華、林英橋。1993。福建省鼠類肝毛細線蟲調查。中國寄生蟲病防治雜誌 6(2)：3。
5. 楊俊宏、盧高宏。2000。廣東住血線蟲及肝毛細線蟲在台灣田間鼠類寄生現況之調查。台灣畜牧獸醫學會會報 70：51-57。
6. 臺灣省政府農林廳。1980-1995。六十九~八十四年度野鼠防除總報告。中興新村。
7. 臺灣省野鼠治委員會。1958。臺灣省野鼠防除工作總報。59 頁。

8. 劉運喜、楊占清、孟祥瑞、吳欽永。1997。山東部分地區鼠類肝毛細線蟲感染調查。動物學雜誌 32(5): 1-3。
9. 盧高宏。1993。家鼯鼠(*Mus musculus castaneus*)對四種抗凝血性殺鼠劑之感受性評估。植物保護學會會刊 35: 205-210。
10. 盧高宏。1995。赤背條鼠對撲滅鼠之感受性調查。臺灣省農業藥物毒物試驗所民國八十三年度年報, 第 47 頁。費雯綺編。臺灣省農業藥物毒物試驗所印。臺中。
11. 盧高宏。1996。鬼鼠對撲滅鼠之感受性調查。臺灣省農業藥物毒物試驗所民國八十四年度年報, 第 67 頁。費雯綺編。臺灣省農業藥物毒物試驗所印。臺中。
12. 盧高宏。2001。殺鼠餌劑配方研發與改進。行政院農委會農業藥物毒物試驗所民國九十年度年報, 第22頁。費雯綺編。行政院農委會農業藥物毒物試驗所印。臺中。
13. 盧高宏、王順、李國欽、古德業。1994。殺鼠餌劑新基質配方之研究。植物保護學會會刊 36: 161-166。
14. 盧高宏、古德業、王順成。2003。臺灣地區田間鼠害防治之沿革。植物保護學會特刊 新五號(植物保護管理永續發展研討會專刊): 323-338。
15. Barker, S. C., Singlenton, G. R., and Sparrt, D. M. 1991. Can the nematode *Capilaria hepatica* regulate abundance in wild house mice? Results of enclosure experiments in southeastern Australia. Parasitology 103: 439-449.
16. Brooks, J. E., and Browerman, A. M. 1973. Preferences of wild Norway rats for grain, seeds and legumes. Pest Control 41: 13, 16, 18, 36, 38,39.
17. Cawthorn, R. J., and Speer, C. A. 1990. *Sarcocystis*: Infection and disease of humans, livestock, wildlife and other hosts. pp. 91-120. In: P. L. Long [ed.], Coccidiosis of man and domestic animal. CRC Press, Boca Raton.
18. Chamber, L. K., Sngleton, G. R., and Hood, G. M. 1997. Immunocontraception as a potential control method of wild rodent population. Belg. J. Zool. 127(supple): 145-156.
19. Childs, J. E., Glass, G. E., and Korch, G. W. 1988. The comparative epizootiology of *Capilaria hepatica* (Nematoda) in urban rodent from different habitats of Baltimore, Maryland. Can. J. Zool. 66: 2769-2775.
20. Dubey, J. P., Speer, C. A., and Fayer, R. 1989. *Sarcocystosis* of Animals and

- Man. pp. 215, CRC Press, Boca Raton.
21. Häfner, U., and Frank, W. 1984. Host specificity and host range of the genus *Sarcocystis* in three snake-rodent life cycles. *Zbl. Bak. Hyg. Orig. A* 256: 296-299.
 22. Houtcooper, W. C. 1978. Food habits of rodents in a cultivated ecosystem. *J. Mammal.* 59: 427-430.
 23. Hudson, P. J., Dobson, A. P., and Newborn, D. 1998. Prevention of population cycles by parasite removal. *Science* 282: 2256-2258.
 24. Jäkel, T., Burgstaller, H., and Frank, W. 1996. *Sarcocystis singaporensis*: studies on host specificity, pathogenicity, and potential use as a biocontrol agent of wild rats. *J. Parasitol.* 82: 280-287.
 25. Jäkel, T., Khoprasert, Y., Endepols, S., Archer-Baumann, C., Suasa-ard, K., Promkerd, P., Kliemt, D., Boonsong, P., and Hongnark, S. 1999. Biological control of rodents using *Sarcocystis singaporensis*. *Inter. J. Parasitol.* 29: 1321-1330.
 26. Jäkel, T., Khoprasert, Y., Sorger, I., Kliemt, D., Seehabutr, V., Suasa-ard, K., and Hongnark, S. 1997. Sarcosporidiasis in rodents from Thailand. *J. Wildl. Dis.* 33: 860-867.
 27. Kable, J. R. 2002. Effects of Eradirat on rats when feed ad libitum. Sponsored study by Natrocell Technologies Ltd. Tested by Cesis Laboratory Group, St. Louis Division, 6200 S. Lindbergh Blvd., St. Louis, MO 63126. U. S. A. Study ID number. GLP31745.
 28. Kohatsu, H., Zaha, O., Shimada, K., Chibana, T., Yara, I., Shimada, A., Hasegawa, H., and Sato, Y. 1995. A space-occupying lesion in the liver due to *Capillaria* infection. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 52: 414-418.
 29. Liu, J. C., Whalen, G. E., and Cross, J. H. 1970. *Capillaria* ova in human sputum. *J. Formosa Med. Ass.* 69: 80-82.
 30. McCallum, H. I. 1993. Evaluation of a nematode (*Capilaria hepatica* Bancroft, 1893) as a control agent for populations of house mice (*Mus musculus domesticus* Schwartz and Schwartz 1943) *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 12: 83-93, 1993.
 31. McCallum, H. I., and Singleton, G. R. 1989. Models to assess the potential of

- Capillaria hepatica* to control population outbreaks of house mice. Parasitology 98: 425-437.
32. Meehan, A. P. 1984. Rats and mice, 1st ed.. The Rentokil Library, Felcourt, East Grinstead, W. Sussex, U. K. 383 pp.
 33. Morgan, D. R. 2001. Provisional summary report of Daily consumption of 14-day efficacy of Eradimouse against house mouse (*Mus musculus*). Lander Research, New Zealand. 1 pp.
 34. Morgan, D. R. 2002. Daily consumption of Eradimouse by feral Norway rats (*Rattus norvegicus*) during a 14-day efficacy trial. Provisional Summary Report. Lander Research, New Zealand. 1 pp.
 35. O'Donoghue, P. J., Watts, C. H. S., and Dixon, B. R. 1987. Ultrastructure of *Sarcocystis* spp. (Protozoa: Apicomplexa) in rodents from North Sulawesi and West Java, Indonesia. J. Wildl. Dis. 23: 225-232.
 36. Qian, S. Z. 1987. *Tripterygium wilfordii*, a Chinese herb effective in male fertility regulation. Contraception 36: 335-345.
 37. Qian, S. Z., Zhong, C. Q., and Xu, Y. 1986. Effect of *Tripterygium wilfordii* on the fertility of rats. Contraception 33: 105-110.
 38. Qian, S. Z., Xu, Y., and Zhang, J. W. 1995. Recent Progress in research on *Tripterygium*: A male antifertility plant. Contraception 51: 121-129.
 39. Rothstein, E. C. 1994. Effects of Orbis Molasses Pellet on rats when fed ad libitum. Sponsored by Delmar Company. Performing Laboratory: Leberco Testing Inc., 123 Hawthorne St., Roselle Park, NJ 07204, U. S. A. Laboratory assay No. 9415100.
 40. Shafi, M. M., Pervez, A., Ahamd, S., and Ahamed, S. M. 1990. Role of some taste additives to enhance poison bait acceptance in the black rat, *Rattus rattus* L. Trop. Pest Manage. 36: 371-374.
 41. Singleton, G. R., and Chambers, L. K. 1996. A manipulative field experiment to examine the effect of *Capillaria hepatica* (Nematoda) on wild mouse populations in southern Australia. Int. J. Parasitol. 26: 383-398.
 42. Singleton, G. R., Chambers, L. K., and Spratt, D. M. 1995. A experimental field study to examine whether *Capillaria hepatica* (Nematoda) can limit house mouse population in eastern Australia. Wildl. Res. 22: 31-53.

43. Singleton, G. R., Spratt, D. M., Barker, S. C., and Hodgson, P. F. 1991. The geographic distribution and host range of *Capilaria hepatica* (Bancroft) (nematode) in Australia. *Int. J. Parasitol.* 21: 945-957.
44. Singleton, G. R., and Spratt, D. M. 1986. The effects of *Capillaria hepatica* (Nematoda) on the natality and survival to weaning in BALB/c mice. *Australian J. Zool.* 34: 677-681.
45. Spratt, D. M. 1990. The role of helminthes in the biological control of mammals. *Int. J. Parasitol.* 20: 543-550.
46. Tender, A. M. 1995. Current research on *Sarcocystis* species of domestic animals. *Int. J. Parasitol.* 25: 1311-1330.
47. Yu, D. Y. 1983. One hundred and forty-four cases of rheumatoid arthritis treated with *Tripterygium wilfordii*. *J. Traditional Chinese Med.* 3: 256-259.
48. Zaman, V. 1976. Host range of *Sarcocystis orientalis*. *Southerneast Asian J. Trop. Med. Pub. Hlth.* 7: 112.

ABSTRACT

Lu*, K. H. 2004. Proceeding of Rodent Damage and Control. Proceedings of the symposium on rodent damage and control strategy: 25-38. (Department of Toxicology, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC)

Taiwan, which is located in both tropical and subtropical zones,, has a warm, humid climate. Multiple plantings of agricultural products are carried out throughout the year. Hence, the abundance of food affords favorable conditions for rodent infestations. Field rodent control was initiated for controlling rodents in sugarcane fields in 1926. Since then, many methods have been tried in attempts at controlling these pests. Although the technology of rodent control is well developed, the efficacy of control has been about 80% in the past 25 yr. It traditionally has heavily relied on the use of anticoagulant rodenticides. In consequence, such poisons against field rodents is significantly dropping, as many rodent populations have developed resistance to the anticoagulants commonly used. To solve this problem, alternatives to chemical control, Rode-trol[®], bait made of natural vegetable materials or bait made of an extract of *Tripterygium wilfordii*, are under development. Using pathogenic parasite such as *Capilaria hepatica* and *Sarcocystis singarporensis* which either targets the reproductive performance of rodents or directly affects their survival as biological control agent provide another alternative. In order for rodent control to become even more successful, bait formulation and their attractiveness need to be improved.

(key words: field rodent control, resistance, *Capilaria hepatica*, *Sarcocystis singarporensis*, *Tripterygium wilfordii*, bait formulation)

* Corresponding author. E-mail: khlu@tactri.gov.tw
