

含蠟鼠餌在自然界分解特性之探討*

呂光洋**

摘要

將含蠟之殺鼠靈餌塊(warfarin wax baits)放置在土壤表面、土壤中及水中等三種自然環境下,經過一年後,每組的餌塊並沒有完全被分解,分別存留17.9%、7.1%及25.8%,比較這三種殘留量,可知包埋在土壤中的分解率最快,為92.9%。從殘留的餌塊中,分別可以抽取不同濃度的殺鼠靈,在放置後的前八個月殘留餌塊中,殺鼠靈的濃度較穩定,野外放置一年後,殺鼠靈從餌塊的流失率分別為96.4%(土中),91.6%(地表),90.4%(水中)。餌塊經過兩個月的野外放置之後,即喪失對供試白鼠的引誘力,其主要原因是餌塊上有黴菌滋生。

緒言

據台灣省糧食局的估計,本省每年糧食作物因鼠患所造成的損失很大,故鼠患之控制一直是省農林廳、農發會及植物保護中心等機構歷年來主要的研究重心。民國64年由植物保護中心研製而成的殺鼠靈含蠟餌塊(古德業、宣永康,1975),據實驗結果及野外田間應用顯示效果頗佳(67年度野鼠防除計劃工作檢討)。此種毒餌的主要成分為糙米70%,殺鼠靈(warfarin)0.025%,其餘則為工業用蠟,此含蠟餌塊之特性為防水防潮及不易發霉(古德業、宣永康,1975),它可能停留在自然生態系中很久而不腐化或變質。

在野外所用的含蠟鼠餌,如果不被野鼠採食,此餌塊的壽命究竟有多長呢?餌塊在野外放置一段時間之後,對鼠類的引誘性是否會遞減呢?在這些問題沒有獲得答案之前我們無法確知此餌塊是否會給我們帶來藥劑的污染問題。時至今日,由於生態學的發展,一般人已逐漸了解到殺蟲劑污染的嚴重性。據呂(1978)指出,殺鼠靈對七種非目標水生生物有嚴重的影響。此外自1950年代,殺鼠靈被用作主要的殺鼠劑以來,在英國、北歐及北美洲等(Brook & Bowerman 1973, 1974; Drum-

mond & Rennison 1974; Greaves 1969; Zimmerman & Mastschiner 1974; 古德業、宣永康 1977(1)),已分別發現到有抗殺鼠靈野鼠的出現,且在某些地方,已有逐漸擴張的趨勢。為避免藥劑污染問題的發生及農林廳對此種餌塊的更進一步推廣使用之前,我們對此殺鼠靈餌塊的一些基本特性,實有了解的必要。

材料及方法

在餌塊的分解試驗中,將乾燥過之含蠟毒餌塊10克,分別裝入尼龍蚊帳布袋(5 cm×12 cm,網眼1 mm),將此含餌塊的尼龍袋,每五袋一串放置於土壤表面、土壤中及水中,每一個月份分別從各環境中取出五個尼龍袋,以自來水將泥砂沖洗後,放在70°C的溫箱中烘烤24小時,再放入乾燥皿中至少乾燥48小時,由剩餘的餌塊重量與原來餌塊的重量比較,以求取餌塊在三種自然環境中的分解率(流失量/原來重量)。本實驗自民國六十六年十一月至六十七年十月止。在土壤表面及土壤中之含餌塊尼龍袋,分別以鐵絲網保護之,以避免野鼠採食。

餌塊中殺鼠靈之抽取,主要依據世界衛生組織(1973)二氯乙烯抽取法。由於殺鼠靈不溶於水及

*計劃編號: NSC-66B-0204-05(01) 經費補助: 行政院國家科學委員會

**國立師範大學生物系

乙醚（古德業、宣永康 1977 (1)），故用熱水及乙醚將餌塊中的蠟除掉，並不會影響殺鼠靈的含量，將去蠟、乾燥過後之餌塊一克加入 10ml 二氯乙烷（1,2-dichloroethane）搖盪後放置四天，再依 W. H. O. 法抽取殺鼠靈，將此抽取液以 Gilford（model 250）光譜吸收儀，以紫外線 308 nm 光波測其吸光度，再由殺鼠靈的標準曲線求取殺鼠靈的相對濃度。每個月將上列經過三種不同環境曝露過的餌塊，分別抽取五個樣品，以求取餌塊中殺鼠靈的平均濃度，以此殺鼠靈的濃度乘以每個月野外餌塊的剩餘重量，即可求得殺鼠靈在餌塊中的存留量，並求取殺鼠靈從餌塊流失到三種不同環境中的量及其流失率（leaching rate）。

餌塊引誘力試驗為將上述經過三種不同環境曝露過的餌塊，分別餵食實驗用大白鼠（Sprague strain）。其體重分別在 120 - 150 克，每次實驗以前，先讓大白鼠飢餓 12 - 16 小時，在大小 34 cm × 30 cm × 25 cm 之鐵絲網籠兩端，分別放置未經曝露及經過不同期間曝露過的餌塊，將此鼠籠安置在陰暗的實驗室中，當一切準備就緒，再將老鼠放入籠子的中央，然後觀察老鼠在十分鐘內，分別取食兩種不同餌塊的次數，由取食次數的多寡來決定野外放置過的餌塊引誘力的大小。

結果和討論

含蠟毒餌塊分別放置在土壤表面、土壤內及水中等三種自然環境一年間會有不同程度的自然腐化分解。放置於土壤表面、土壤內及水中的餌塊，經過一年之後，分別存留 17.9%，7.1% 及 25.8%（圖一），由此可見此種含蠟餌塊，如果放置在野外未被野鼠採食，可存留一年以上，據 de la Cruz & Lue（1978）在相類似之火蟻玉米餌塊（Fire ant mirex bait）試驗中，亦有相同的發現，這些玉米餌塊經過一年的野外放置後，有 75% 仍存留在土壤表面的尼龍袋內，60% 的餌塊存留在包埋於土中的尼龍袋內，及 25% 存留於水中。比較火蟻餌塊試驗與本實驗結果可以看出，糙米製成的含蠟餌塊要比火蟻玉米餌塊分解速率快得多，二者都很明白的指出餌塊在野外自然環境中，可以存留一年以上。

各組餌塊的分解在曝露的前四個月份之分解率

（流失量 / 原來餌塊重量）變化較大（圖一），第四個月份分解率在土壤表面的餌塊為 66.7%，土壤中為 78.6%，而水中為 61.7%，各組餌塊的分解率，第五個月份以後就緩慢下來（圖一），比較各組一年的分解曲線，可以發現到含蠟餌塊被包埋在土壤中的分解最快，放置於土壤表面者次之，而在水中者為最慢。在實驗過程中的觀察，各組的餌塊經過一個星期的野外放置之後即有綠色青黴菌（*Penicillium sp.*）及黑色的麩包黴（*Rhizopus sp.*）滋生，已知青黴菌及麩包黴，當濕度適宜時，很喜歡在含油脂的澱粉物上滋長，在土壤中的黴菌比土壤表面更容易滋長，所以包埋在土壤中餌塊的分解率要比放置在土壤表面快。de la Cruz & Lue（1978）在火蟻餌塊的試驗中亦有相同的現象發生。本實驗餌塊懸掛在水中的分解率最慢，可能是水生環境中負責分解的青黴菌及麩包黴數量比土壤中的要少或缺少，因此分解率就比陸上慢。

將每月採收的半分解餌塊，抽取其殺鼠靈（warfarin），前八個月殘留餌塊中殺鼠靈在地表、土壤中及水中的濃度變化範圍為 209.7 - 334.7 ppm；191.4 - 257.3 ppm 及 204.0 - 304.0 ppm（圖二）。已知滅鼠靈在常溫下，藥性相當穩定（W. H. O. 1973），含蠟餌塊經過不同環境之放置後，由各殘餘餌塊仍可測得殺鼠靈毒劑，由此可以證明殺鼠靈的穩定性，雖經一年的風吹雨打日晒，仍不會變性或消失，即使有變性的現象發生，亦不會全部改變。

從每個月殘留餌塊中分析得的殺鼠靈濃度，乘以殘餘的餌塊重量，即得殺鼠靈在各半分解餌塊中的殘餘總量，經過一年的野外放置，原來餌塊內殺鼠靈的總量已有 90% 流失到三種放置餌塊之周圍環境裡去，由圖三可以看出，殺鼠靈在三種不同情況之餌塊流失率及存留率，其中以包埋在土壤中餌塊其殺鼠靈之流失率最大，此應歸於土壤中餌塊的分解率最快（圖一）。

將野外放置過之三種存留餌塊，分別讓飢餓過之供試白鼠選食，以決定餌塊引誘力之大小，放置於土壤表面的餌塊，經過一個月的放置之後，似乎未影響老鼠對餌塊的選食，然而野外放置兩個月後之餌塊，已喪失對老鼠的引誘性（表一），同樣的情形，包埋在土壤中的餌塊經過一個月後，很顯然

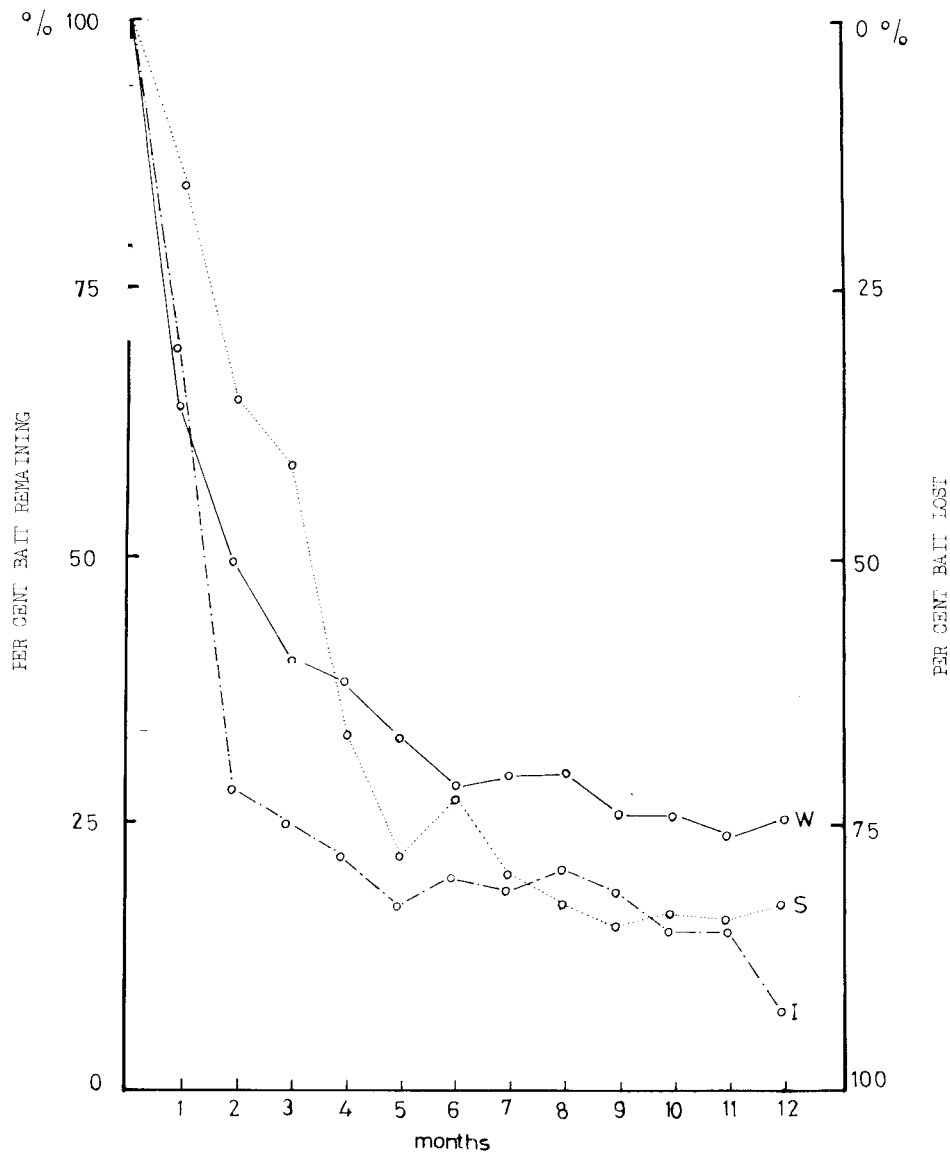


FIG. 1. Monthly percentages of bait remaining and lost after one year in situ decomposition in three types of environments (W= in the pond, S= on the ground, I= in the soil). Each point represents the mean of 5 replicates.

圖一 餌塊在三種不同分解實驗處理環境中的月存留率 and 分解率曲線 (W= 在水池中; S = 在土壤表面; I = 包埋於土壤中), 每一點代表 5 個袋子的平均值。

地也失去對老鼠的引誘力, 而不為老鼠所接受 (表二), 此兩種餌塊為老鼠所拒食乃因有黴菌滋生。青黴菌及麩包黴的滋長當然會改變原來糙米餌塊之味道, 因而降低餌塊對老鼠的引誘力。在 de la Cruz & Lue (1978) 的報告指出, 火蟻餌塊在放置 2-3 天之後, 亦因黴菌的滋長而降低對火蟻的引誘力。水中的餌塊可能因為無黴菌生長而沒有影響到餌塊的引誘性 (表三)。然而正常的施用方

法之下, 餌塊是不會懸掛在水中環境。據農林廳及植保中心有關的防鼠計劃中, 指導農民使用方法以土壤表面的放置為主 (古德業、宣永康 1977 (2))。由此實驗結果顯示出, 餌塊放置在土壤表面一段時間以後, 對老鼠的引誘力即降低。

據省農林廳之統計, 在 67 年度台灣省的防鼠工作推展中, 共用去含蠟餌塊 1,612,964 公斤及一些粒狀餌塊 (六十七年度野鼠防除計劃辦理經過

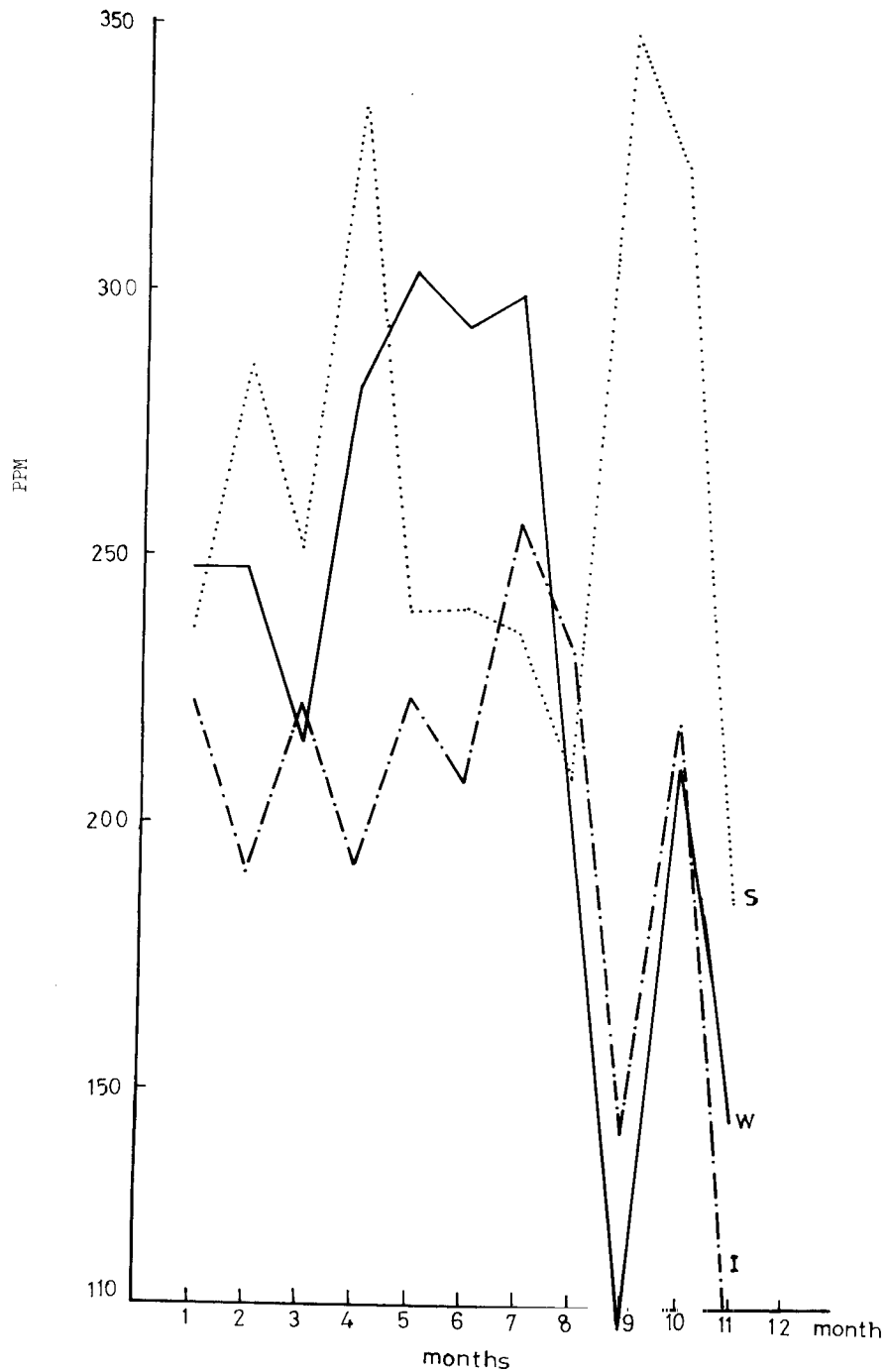


FIG. 2. Concentrations of Warfarin in partly decomposed baits from three types of environments (W= in the pond, S= on the ground, I= in the soil). Each point represents the mean of 5 replicates.

圖二 從三種處理環境之剩餘半分解餌塊中所抽取滅鼠靈濃度曲線 (W = 在水池中; S = 在土壤表面; I = 包埋於土壤中) 每一點代表 5 個樣品的平均值。

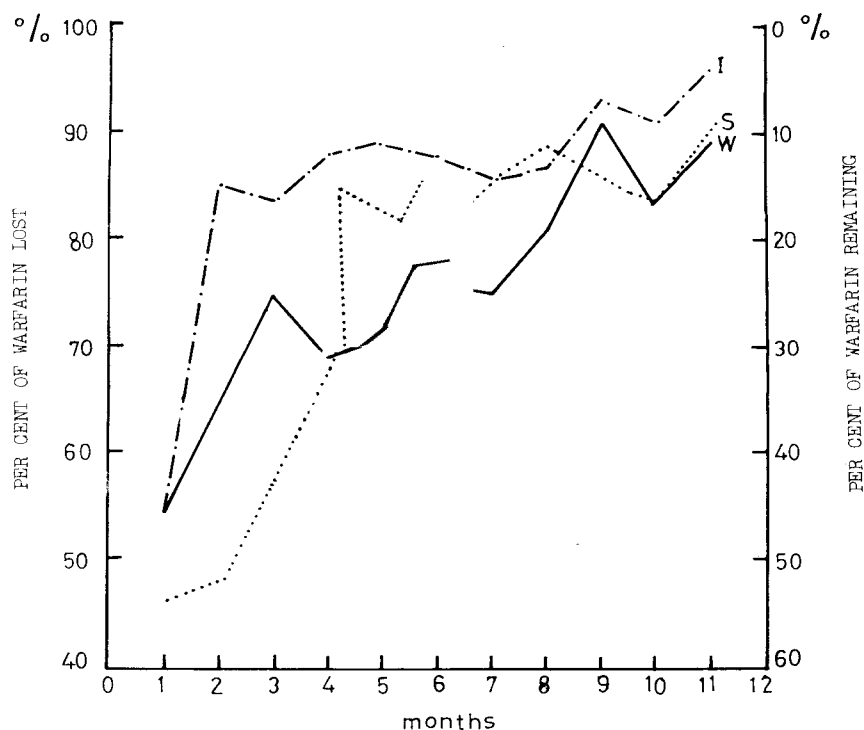


FIG. 3. Monthly percentages of Warfarin remaining and lost from baits in three types of environments (W= in the pond, S= on the ground, I= in the soil).

圖三 滅鼠靈在不同環境的餌塊中，其月存率和流失率（W = 在水池中；S = 在土壤表面；I = 包埋於土壤中）。

表一（a 和 b） 大白鼠對放置於地表面上的餌塊和對照組餌塊（沒有曝露過）的選食比較

(a) Baits exposed for one month.

Replicates	0 month	1 month
1	15*	24*
2	45	9
3	44	6
4	4	23

(b) Baits exposed for 2 months.

Replicates	0 month	1 month
1	13	2
2	23	0
3	19	0
4	17	0

* number of feeding within 10 minutes.

表二 (a 和 b) 大白鼠對包埋於土壤中的餌塊和對照組餌塊 (沒有包埋過) 的選食比較

(a) Baits exposed for one month.

Replicates	0 month	1 month
1	8*	2*
2	10	1
3	26	2

(b) Baits exposed for 2 months.

Replicates	0 month	2 months
1	22	2
2	23	4
3	26	1
4	29	4
5	24	1
6	25	1

* number of feeding within 10 minutes.

表三 (a, b 和 c) 大白鼠對懸掛於水中的餌塊和對照組餌塊 (沒有懸掛過) 的選食比較

(a) Baits exposed for one month.

Replicates	0 month	1 month
1	7*	38*
2	0	37
3	10	5
4	8	18
5	2	28
6	12	6

(b) Baits exposed for 2 months.

Replicates	0 month	2 months
1	1	9
2	1	13
3	1	31
4	10	9
5	5	18
6	1	21

(c) Baits exposed for 3 months.

Replicates	0 month	3 months
1	21	0
2	16	2
3	23	3
4	0	29
5	0	19
6	0	25

*number of feeding within 10 minutes.

情形報告)。當然了,這麼多的餌塊是不會全部被野鼠所採食的,尤其經過黴菌滋生後,餌塊的棄置量更多,而那些沒有被採食或採食後棄置的餌塊由實驗知,它們可以停留在土壤表面一年以上,單以1,612,964公斤的餌塊而言,其約含550公斤的殺鼠靈毒劑。本實驗結果顯示,毒劑從餌塊的流失率約為90%(圖2),無疑的,此含蠟餌塊對於我們的生態環境是隱藏著一些問題。

已知殺鼠靈是一種抗凝血劑,它的抗凝血現象是在恒溫動物的研究上發現的,因此它的藥性及毒理作用實驗,在以往都是以高等動物為主(Gaines 1951; Hayes & Gaines 1950; Heisey et. al. 1956; Pimentel 1955; Blumberg et. al. 1960; Siddiqui & Fry 1963)。至於殺鼠靈對低等動物或變溫動物之有否影響仍是一片空白。呂(1978)在殺鼠靈對七種非目標動物影響之實驗報告中指出,殺鼠靈對泥鰍(*Misgurnus anguillicaudatus*),大肚魚(*Gambusia patruelis*),蝌蚪(*Bufo sp.*),淡水長臂蝦(*Macrobrachium rosebergii*),水蚤(*Daphnia sp.*),水蚯蚓(*Tubifex sp.*)及渦蟲(*Dugesia japonica*)等都有極嚴重的致死現象,所有被試動物之LC50濃度都低於250 ppm。固然自然水域中其殺鼠靈濃度藉著餌塊之分解及流失,要達到250 ppm,似乎很困難,然而問題往往出在重點來源(Point sources),例如某些耕地,餌塊之使用量超過平常餌塊使用量甚多,這些多餘的殺鼠靈最後當然會跑到溪流中,如果這些被污染的水流入池塘或魚塢中,經過長期的水分蒸發,其殺鼠靈的濃度就會增高,這就可能影響到水中的泥鰍、長臂蝦及水生無脊椎動物等,總之,農林廳在進一步推廣含蠟餌使用之前,應多了解殺鼠靈對非目標動物之影響,並加以適當的評估,以防盲目的使用而造成一些不必要的後遺症。

結 論

殺鼠靈含蠟餌塊在三種自然環境中的分解率極為緩慢經過一年的曝露之後,約有10%的餌塊殘留在自然環境中,在這些殘留的餌塊中,仍可以偵測到殺鼠靈藥劑。經過一年的野外放置之後,各餌塊中殺鼠靈的流失率分別為96.4%(土中),91.6%

(地表),90.4%(水中),而餌塊經過各種黴菌滋生以後,即降低對供試白鼠之引誘性。

誌 謝

本研究計劃在實驗過程中,承蒙林秋麗小姐幫忙,得以順利完成,謹表謝忱。

參考文獻

1. Blumberg H., H. B. Dayton, and S. M. Gordon. 1960. Effect of Warfarin (Coumadin) sodium administration during lactation on blood coagulation of nursing rats. *Proc. Soc. Exptl. Biol. and Med.*, **105**(1): 35 - 38.
2. Brooks J. E. and A. M. Bowerman. 1973. Anticoagulant resistance in wild Norway rats in N. Y. *J. Hyg.*, **71**(2): 217 - 222.
3. de la cruz A. A. and K. Y. Lue. 1978. Mirex incorporation in the environment: In situ decomposition of fire ant bait and its effects on two soil macroarthropods. *Arch. Environm. Contam. Toxicol.*, **7**: 47 - 61.
4. Drummond D. C. and B. D. Rennison. 1974. The detection of rodent resistance to anticoagulants. *Bull. WHO*, **48**(2): 238 - 242.
5. Gains B. 1951. The failure of the rodenticide Warfarin to injure oriental rat fleas when the poison is fed to the host rat. *J. Parasitol.*, **37**(5): 489 - 490.
6. Greaves J. H. 1969 Linkage between genes for coat color and resistance to warfarin in *Rattus norvegicus*. *Nature*, **224**(5216): 284 - 285.
7. Hayes J. Jr. and B. Gains. 1950. Control of Norway rats with the residual rodenticide Warfarin. *Publ. Health Repts.*, **65**(47): 1537 - 1555.

8. Heisey S. R.; J. P. Saunders and K. C. Olson. 1956. Some anticoagulant properties of 2-acyl-1, 3-indandiones and warfarin in rabbits. *J. Agric. and Food Chem.*, **4**(2): 144-147.
9. Pimentel D. 1955. The control of the mongoose in Puerto Rico. *Amer. J. Trop. Med. and Hyg.*, **4**(1): 147-151.
10. Siddiqui S. M. and J. L. Fry. 1963. Studies with warfarin on the incidence of blood spots and in relation to prothrombin time, egg quality and mortality in laying hens. *Poultry Sci.*, **42**(5): 1125-1130.
11. W. H. O. 1973 *Technical warfarin and warfarin concentrates*. 4th. ed., pp. 216~217, pp. 229~231. Peosved in-spezifcatiens for pesticides used in public health; Insecticides, Molluscides, Repellents, Methods. Geneva.
12. Zimmerman A. and J. M. Matschiner, 1974 Biochemical basis of hereditary resistance to warfarin in the rat. *Biochem. Phramacol.*, **23**(6): 1033-1040.
13. 古德業、宣永康, 1975。作物鼠害防治概論。科學農業, **23**(7-8): 325-336.
14. 古德業、宣永康, 1977(1)。抗凝血性殺鼠劑 warfarin 之應用與鼠類產生抗藥性問題之探討。科學農業, **25**(1-2): 51-56.
15. 古德業、宣永康, 1977(2)。鼠類防除法與殺鼠劑種類, 鼠害防除, 鼠類防除研究座談專集, 35-44. 植保中心印行。
16. 呂光洋, 1978。滅鼠靈對七種非目標動物毒性之比較研究。師大生物學報, **13**, 9-22. 野鼠防除計劃辦理經過情形報告, 67 年度省農林廳印。

In Situ Decomposition Properties of Warfarin Wax-rice Mixed Baits and the Evaluation on the Toxicity of the Field Exposed Baits

Kuang Yang Lue

Abstract

The decomposition rate of warfarin wax rice mixed baits and the consequent leaching of the rodenticide warfarin from the baits were investigated for one year in three types of natural environments (i. e., on the ground, in the soil and in the pond) by means of the nylon bag method. After one year of exposure in the field, about 17.9% of baits remained in bags those were deployed on the ground, 7.1% buried in the soil and 25.8% in water. The highest decomposition rate among three treatments, was 92.9% for those baits buried in the soil. Various concentrations of warfarin were detected from all the remained partly decomposed baits. The removal of warfarin from the bait was due to leaching and natural decay of the bait. The loss of warfarin from baits to the surrounding environments varied among the three habitats. At the end of one year exposure, warfarin leaching from baits exposed on the ground was 91.6%, in the soil 96.4% and 90.4% in water. After being exposed in fields, baits were attacked by *Penicillium sp.* and *Rhizopous sp.* immediately. The attractiveness of the baits decomposed in situ for one to three months, to the laboratory rats were much lower than the undecomposed baits. The persistence of this wax bait in fields and the leaching of warfarin from the baits indicate that the widely application of the wax bait will impose some problems of rodenticide pollution on our living environments.