



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

Lethal Effect of Gamma Radiation on *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) 【Research report】

加馬射線對玉米象 (*Sitophilus zeamais*) (Coleoptera: Curculionidae) 之致死效應 【研究報告】

Tsan Hu* and Chia-Che Chen Wu-Kang Peng
胡燦*、陳家杰 彭武康

*通訊作者E-mail: hutsan@iner.gov.tw

Received: 2003/02/07 Accepted: 2003/05/23 Available online: 2003/06/01

Abstract

Maize weevils (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) were reared on brown rice in a growth chamber at 27-30°C, L:D = 12:12. Eggs, larvae, and adults were exposed to gamma radiation at the Institute of Nuclear Energy Research' s mega curie Co-60 irradiation plant at dosages ranging from 5 to 800 Gy. Doses of 25 and 40 Gy prevented eggs and larvae, respectively, from developing to the adult stage. Doses above 70 Gy appeared to produce a sterilizing effect on this species.

摘要

玉米象(*Sitophilus zeamais* Motschulsky)以糙米為飼料在27-30°C光照週期12: 12小時的生長箱內培養。其卵、幼蟲及成蟲均在核能研究所加馬照射廠完成照射工作。照射劑量範圍從5到800 Gy。卵及幼蟲分別經25及40 Gy照射，能防止發育為成蟲。成蟲的不育劑量為70 Gy。

Key words: maize weevil, *Sitophilus zeamais*, gamma radiation

關鍵詞: 玉米象、*Sitophilus zeamais*、加馬照射

Full Text: [PDF\(0.45 MB\)](#)

下載其它卷期全文 Browse all articles in archive: <http://entsocjournal.yabee.com.tw>

加馬射線對玉米象 (*Sitophilus zeamais*) (Coleoptera: Curculionidae) 之致死效應

胡燦* 陳家杰 核能研究所 桃園縣龍潭郵政 3-27 信箱
彭武康 國立台灣大學昆蟲學系 台北市羅斯福路四段 113 巷 27 號

摘 要

玉米象(*Sitophilus zeamais* Motschulsky)以糙米為飼料在 27-30°C 光照週期 12:12 小時的生長箱內培養。其卵、幼蟲及成蟲均在核能研究所加馬照射廠完成照射工作。照射劑量範圍從 5 到 800 Gy。卵及幼蟲分別經 25 及 40 Gy 照射，能防止發育為成蟲。成蟲的不育劑量為 70 Gy。

關鍵詞：玉米象、*Sitophilus zeamais*、加馬照射

前 言

利用加馬射線滅除穀物害蟲，早在 20 世紀中葉已開始研究(Cornwell *et al.*, 1957)。國內輻射滅蟲研究起步較晚，核能研究所於民國 65 年底，開始進行食物照射研發。第一個研究題目就是利用加馬射線防治倉庫害蟲(Chang and Chen, 1977)。核能所復於民國 70 年，建造百萬居里鈷六十輻射照射廠，此後日夜運轉，致力照射服務至今。

我國衛生署審核輻照食品，起初採取逐項審核。民國 71 年核可照射食品有食米等 10 項，並逐年增加核准食品項目。後來改為以食品種類審核，到 88 年核准了穀類等 12 類食品。世界上，已超過 40 個國家核准食物照射，商業照射食品的國家也多於 30 個(Loaharanu, 2001)。近年來，國內推廣照射蒜頭(抑制發芽)

成功，顯示國人業已接受照射的食物。

因應社會需求，推廣小包裝食米，每包 3-5 kg，適合近代家庭購用，廣受大眾歡迎。近年來，發現小包裝食米遭玉米象(*Sitophilus zeamais* Mots.)及米象(*S. oryzae* L.)感染(Yao and Lo, 2001; Peng, 未發表資料)，對食米品質有所影響。Yao and Lo (1999, 2001)曾以溫控及矽藻土混拌糙米，對象鼻蟲類有良好防治效果。早期，Cornwell *et al.* (1957)等人曾提出利用加馬射線防治儲物害蟲。隨後，國內外陸續有學者研究利用輻射以防治玉米象為害(Browner *et al.*, 1972; Wiendl *et al.*, 1974; Chang and Chen, 1977; Liu *et al.*, 1988)。本文報導玉米象對輻射之反應，藉以用合理的照射劑量切斷其生命週期，有效率的應用加馬射線防治玉米象為害小包裝米。

*論文聯繫人
e-mail:hutsan@iner.gov.tw

材料與方法

一、供試昆蟲及照射劑量

試驗昆蟲玉米象，係民國 88 年 6 月由市售的小包裝米分離，經臺灣大學昆蟲學系洪淑彬教授確認後，以粳糙米飼養於生長箱內繁殖備用。每日光照 12 小時，晝夜溫度各為 30 及 27°C。用小、中及大型三種廣口塑膠瓶為養蟲瓶，瓶容量各為 150、1000 及 5000 ml。瓶蓋覆以銅絲網(#60)以利通氣。操作時為降低昆蟲活動性，在 5°C 冷房內，使用#10 篩子分離成蟲與糙米。

供試材料利用核能研究所加馬照射廠之照射室內的旋轉台內照射。以丙胺酸為劑量計測定劑量率，結果為每分鐘為 18.56 Gy。

二、卵期之處理

秤取糙米 500 g 置於大養蟲瓶中，再移入玉米象成蟲約 2000 隻，經 36 小時產卵後，篩去成蟲。將含有玉米象卵的糙米充分攪拌後分裝於小養蟲瓶內，每瓶裝糙米 20 g。照射時，卵齡為 2-3.5 日。照射劑量為 0、5、10、15、20 及 25 Gy 等 6 種，重複 4 次，計 24 瓶 ($6 \times 4 = 24$)。待成蟲羽化後挑出，並逐日記錄羽化數。

三、幼蟲期之處理

秤取糙米 700 g，接入玉米象成蟲約 3000 隻，經產卵 10 日後篩去成蟲。再過 11 日後，分裝於小瓶內隨即進行照射。此時米粒內含產卵後 11-21 日齡之蟲體，此時為幼蟲期。照射劑為 0、10、20、30、40 Gy 等 5 種，重複 4 次。待成蟲羽化後挑出，並逐日記錄羽化成蟲數。

四、成蟲期之處理

玉米象成蟲經照射後，測試輻射誘致成蟲不育(孕)的效果。將羽化 5 日內的成蟲，分別經 0、10、20、30、40、50、60、70 Gy 照射後，裝入含 45 g 糙米的小瓶內(糙米未經照射)，每瓶含 70 隻成蟲，重複 4 次，計有 32 小瓶 ($8 \times 4 = 32$)。經 20 日後篩去成蟲，待 F₁ 世代羽化從米粒爬出，每天早晚兩次挑出成蟲，逐日記錄。

五、統計分析方法

將以上玉米象之卵、幼蟲、成蟲對輻射反應資料，經機率值轉換(probit transformation)，作迴歸分析(Shen, 2000)。再經顯著性測定後，計算半致死(LD₅₀)或半不育照射劑量(SD₅₀)。機率值-9 所需照射劑量(LD_{99.9968} 或 SD_{99.9968})為檢疫照射所要求的照射劑量(Burditt *et al.*, 1971; Tuncbilek, 1997)。

六、糙米照射滅蟲儲存處理

糙米 200 g 放入中型養蟲瓶內，接入新羽化成蟲 20 隻，分別照射 0、70 及 150 Gy 後，儲存兩個月。每劑量重複 4 次。於照射後 1、30、60 日後分別調查每瓶內的活成蟲個數。

結 果

玉米象的卵及幼蟲經各劑量的加馬射線照射後，結果羽化成蟲數目依照射劑量之漸增而減少(表一)，發育受到顯著影響。卵經 20 Gy 加馬射線照射，成蟲羽化數減少，僅存 3.5%，經 25 Gy 的照射就無成蟲羽化。幼蟲經 20 Gy 的照射，成蟲羽化率為 52.2%，幾乎減少一半。經 40 Gy 照射，已無成蟲羽化。幼蟲經 10 Gy 照射組的羽化成蟲數稍高於對照組，雖未顯著，可能屬於輻射刺激效應(hormesis)。

玉米象成蟲照射後 70 隻成蟲所產生 F₁ 成

蟲數列於表二。僅 10 Gy 的照射就有顯著抑制效應，20 Gy 照射組的後裔數降為 20% 以下，40 Gy 組只有極少數之後裔。本試驗結果顯示，玉米象成蟲經 70 Gy 照射則不會產生後代。

表一 照射加馬射線對玉米象幼體期之發育抑制效果
Table 1. Percentages of immature stages of the maize weevil completing their life cycle after exposure to gamma radiation

Dose (Gy)	Stage (days after deposition)	
	Egg (2-3.5)	Larval (11-21)
Control	100 (118) ¹	100 (721) ¹
5	71.7	
10	52.7	100.7
15	30.7	
20	3.5	52.2
25	0	
30		0.5
40		0

¹The mean number of adults from the control.

表二 玉米象成蟲經加馬射線照射後產生後裔數
Table 2. Progeny of irradiated adults of the maize weevil

Radiation dose (Gy)	Progeny F ₁	
	mean	%
Control	1461.8 a	100.0
10	727.8 b	49.8
20	230.4 c	15.8
30	46.0 d	3.1
40	14.5 d	1.0
50	1.0 d	0.1
60	0.3 d	0
70	0 d	0

Means followed by the same letter do not significantly differ at the 5% level by Duncan's test.

利用輻射照射滅除儲藏粳糙米中玉米象的結果列於表三。經照射後，次日各組均為 20 隻活成蟲，但 150 Gy 組之成蟲較不活潑。儲藏後 30 日，每瓶平均活成蟲個數，在對照組、

70、150 Gy 組分別是 66.0、0、0 隻活成蟲。經 60 日後，僅對照組增加為 1040.0 隻。本測試，對照組的成蟲數呈逐月鉅量增加，70 Gy 組最初放進的成蟲在 30 日調查時已經死亡；150 Gy 組的後兩次調查均無活成蟲。

表三 糙米儲藏照射後所含玉米象活成蟲數
Table 3. Average number of living adults of the maize weevil found in irradiated brown rice

Radiation dose (Gy)	Time after irradiation (d)		
	1	30	60
Control	20	66.0 a	1040.0 a
70	20	0.0 b	0.0 b
150	20	0.0 b	0.0 b

Means in a column followed by the same letter do not significantly differ at the 5% level by Duncan's test.

資料經機率值分析，玉米象 2-3.5 日齡卵的半致死照射劑量(LD₅₀)為 11.2 Gy，機率值-9 照射劑量為 29.1 Gy。幼蟲的 LD₅₀ 為 21.0 Gy，機率值-9 照射劑量為 40.4 Gy。成蟲經 7.2 Gy 照射則次世代成蟲數減半，機率值-9 照射劑量為 62.0 Gy。

討 論

玉米象之卵期及幼蟲期，對輻射較為敏感。Brower *et al.* (1972)的報導經 50 Gy 的加馬照射，即可抑制其卵及幼蟲發育為成蟲。此數據稍高於本文的 25 及 40 Gy，因為他們測定 50 Gy 為最低照射劑量。玉米象成蟲經 52 及 150 Gy 照射後僅能存活三及二週 (Chang and Chen, 1977)。至於玉米象成蟲不育劑量，各作者間稍有出入，有 100 Gy (Brower *et al.*, 1972)，及 70-80 Gy (Wiendl *et al.*, 1974)等數據。前者因次低劑量為 50 Gy，後者在 30°C 恒溫下為 80 Gy 而 25°C 及變溫者為 70 Gy，與本文資料相同。一般昆

蟲，蛹期及成蟲的不育照射劑量大多相似，玉米象亦是如此。穀象 *S. granarius* 之蛹期不育照射劑為 70 Gy (Aldryhim and Adam, 1999)。

關於害蟲如何入侵小包裝米問題，至今尚無定論。有認為在碾米時才侵入為害(Yao, 1999)，也有認為在碾米前已經侵入(Lucas and Riudavets, 2000)。兩者論點都認為在包裝前，害蟲已侵入米粒。如不幸被害蟲污染，當密度很少時不易被發現。若經儲藏，害蟲經數世代之繁殖密度增大時，該包米失去商品價值。

為保證小包裝米照射滅蟲後不再感染，包裝材料必須有防蟲效果。民國 84 年間，測試中部某農會生產的一般小包裝米，經照射後，置放於蟲害發生嚴重的倉庫中儲藏 4 個月(3 月到 7 月)後，檢查包裝內的白米並無蟲害。不但確認加馬照射的滅蟲效果，並且證明一般小包裝米之包裝塑膠袋材料，其厚度雖僅 0.1 mm，足可防止外界害蟲侵入為害。

昆蟲經輻射照射，是否產生抗性，是學者注意的焦點。使用低於致死劑量，照射米象 6 世代後，並未發現增加抗輻射性(Brower *et al.*, 1973)。地球上生物，自始就與輻射(來自太空及地球)共存至今，理應不會因數代照射而產生抗性。

另外，輻射照射對食米品質影響，亦是大眾關注的要點。據報導，白米經 500 Gy 以下劑量照射，不影響米質及烹調品質(Lin *et al.*, 2001)。經 2000 Gy 以下的照射，稻米營養成份不變(Liu *et al.*, 1988)。我國衛生署核准的滅蟲照射劑量為 1 kGy，而切斷玉米象生活史的照射劑量僅 70 Gy，遠低於規定劑量以下。因此，經 70-500 Gy 加馬照射，即可消滅玉米象又維持食米品質及風味。

目前國內有三個商業運轉的加馬照射

廠，分別位於桃園、新竹、及台中。核能研究所之加馬照射廠，每小時可處理滅蟲照射 200 箱，箱子規格為 50×40×30 cm，可應付大量滅蟲照射。

引用文獻

- Aldryhim, Y. N., and E. E. Adam. 1999. Efficacy of gamma irradiation against *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). J. Stored Prod. Res. 35: 225-232.
- Brower, J. H., J. H. Brower, and E. W. Tilton. 1972. Gamma radiation effects on *Sitophilus zeamais* and *S. granarius*. J. Econ. Entomol. 65: 203-205.
- Brower, J. H., M. M. Hossain, and E. W. Tilton. 1973. Radiation sensitivity of successively irradiated generations of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae), and *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). J. Stored Prod. Res. 9: 43-49.
- Burditt, A. K. Jr., S. T. Seo, and J. W. Balock. 1971. Basis for developing quarantine treatments for fruit flies. Disinfestation of fruit by irradiation. PL-422/5 pp. 27-31 International Atomic Energy Agency, Vienna.
- Chang, Y. N., and M. D. Chen. 1977. Controlling stored pests in rice with gamma ray. Nucl. Sci. J. 14: 31-39 (in Chinese).
- Cornwell, P. B., L. J. Crook, and J. O. Bull.

1957. Lethal and sterilizing effects of gamma radiation on insects infesting cereal commodities. *Nature* 179: 670-672.
- Lin, Y., H. Y. Liu, X. L. Li, and P. X. Shi.** 2001. The establishment of good irradiation practice for insect disinfestations of cereal grain products. *Acta Agric. Nucl. Sinica* 15: 311-314 (in Chinese).
- Liu, S. C., C. Y. Wang, S. F. Zhang, and M. Y. Jiang.** 1988. The optimum dose of irradiation required for controlling infestation by *Sitophilus zeamais* and *Bruchus pisorum* in grain. *Acta Agric. Nucl. Sinica* 2: 79-86 (in Chinese).
- Loaharanu, P.** 2001. Rising calls for food safety. Radiation technology becomes a timely answer. *Int. Atomic Energy Agency Bull.* 43(2): 37-42.
- Lucas, E., and J. Riudavets.** 2000. Lethal and sublethal effects of rice polishing process on *Sitophilus oryzae*. *J. Econ. Entomol.* 93: 1837-1841.
- Shen, M. L.** 2000. Statistical methods in biological assay. Zeou Chou Book, Taipei. 444 pp (in Chinese).
- Tuncbilek, A. S.** 1997. Susceptibility of the saw-toothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (L.), to gamma radiation. *J. Stored Prod. Res.* 33: 331-334.
- Wiendl, F. M., J. M. Pacheco, J. M. M. Walder, R. B. Sgrillo, and R. E. Domarco.** 1974. A method of determining the gamma radiation doses for the sterilization of stored product insects. Sterility principle for insect control IAEA. Proceedings of a symposium, Innsbruck, Austria. IAEA-SM-186/2 289-315.
- Yao, M. C.** 1999. Secrets of no rice pests in rice. *Farmer's Friend Monthly* (March) pp. 87-89 (in Chinese).
- Yao, M. C., and K. C. Lo.** 1999. Evaluation of several mineral insecticides for control of stored product insects. *Chinese J. Entomol.* 19: 365-376 (in Chinese).
- Yao, M. C., and K. C. Lo.** 2001. Evaluation of control methods for insect pests of rice in small packages. *Plant Prot. Bull.* 43: 173-187 (in Chinese).
- 收件日期：2003年2月7日
接受日期：2003年5月23日

Lethal Effect of Gamma Radiation on *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae)

Tsan Hu* and Chia-Che Chen Institute of Nuclear Energy Research, Taoyuan, Taiwan 32525, R.O.C.

Wu-Kang Peng National Taiwan University, Taipei, Taiwan 106, R.O.C.

ABSTRACT

Maize weevils (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) were reared on brown rice in a growth chamber at 27-30°C, L:D = 12:12. Eggs, larvae, and adults were exposed to gamma radiation at the Institute of Nuclear Energy Research's mega curie Co-60 irradiation plant at dosages ranging from 5 to 800 Gy. Doses of 25 and 40 Gy prevented eggs and larvae, respectively, from developing to the adult stage. Doses above 70 Gy appeared to produce a sterilizing effect on this species.

Key words: maize weevil, *Sitophilus zeamais*, gamma radiation