

玉米象 (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) 對積穀
偏好性之初步檢定

謝豐國 高穗生 黃振聲

PRELIMINARY TESTS OF PREFERENCE OF THE MAIZE
WEEVIL, *SITOPHILUS ZEAMAIS* MOTSCHULSKY
TO STORED GRAINS

by

F. K. Hsich, S. S. Kao and J. S. Hwang

農林廳「臺灣農業季刊」第十二卷第三期抽印本

中華民國六十五年九月三十日出版

Reprinted from TAIWAN AGRICULTURE QUARTERLY
Vol. 12, No. 3, September 1976

Published by Department of Agriculture and Forestry
Taiwan Provincial Government

玉米象 (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) 對積穀 偏好性之初步檢定¹

謝豐國、高穗生、黃振聲²

摘 要

本試驗以玉米象 (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) 對八種不同穀物及七種不同稻米品種之偏好性作初步檢定，試驗結果顯示，在一週期間自由選擇條件下，玉米象最喜棲集糙米其次為高粱，再其次為玉米。在稻米品種中，玉米象之棲集與產卵之偏好性依次為臺中 178號 > 糯46號 > 臺中在來 1 號 > 臺中 186號 > 臺中秈 2 號 > 臺中65號 > 臺南 5 號。

玉米象對穀物偏好性之差異，與供試穀物含水量無關，惟與種子外殼之厚薄似有關連。偏好性產生之原因，可能尚包括穀殼形態（如穎等）、穀實、胚及內胚乳之化學營養成分、昆蟲年齡及性別等，有待進一步研究。

一、前 言

倉儲穀物因倉庫害蟲之為害損失頗重⁽³⁾。目前防治方法雖以燻蒸為主^(1,2)，惟抗蟲育種亦為一可行之方法。植物育種、昆蟲和蜘蛛學者專家似應協同培育對倉庫害蟲具有抗性的穀物品種。

許多作物品種可經由容忍 (tolerance)，抗生作用 (antibiosis) 或非偏好性 (non-preference) 等之作用機制對田間害蟲之侵害產生抗性⁽¹²⁾。倉儲穀物如玉米⁽¹⁷⁾，小麥^(5,9)，蘆粟^(14,15) 及豆類⁽⁴⁾ 等對害蟲之抗性曾有報告。稻穀對米象 (*Sitophilus oryzae* L.)、玉米象 (*Sitophilus zeamais* Motschulsky)、麥蛾 (*Sitotroga cerealella* Oliv.) 與谷蠹 (*Rhyzopertha dominica* F.) 等亦具有抗性^(6,7,16)。

McGaughey⁽¹¹⁾ 報告三種白米品種對米象、穀蠹、扁擬穀盜 (*Tribolium confusum* J du val.)、印度穀蛾 (*Plodia interpunctella* Hübner) 有明顯的抗性。Reddy 和 Singh⁽¹³⁾ 曾作過八種回鶻豆 (*Cicer arietinum* Linn.) 對豆象 (*Callosobruchus chinensis* Linn.) 抗性之研究發現兩種品種 850—3/27 和 T₂ 較有抗性，而 T₁ 則為最感受性品種。

基於偏好性為抗蟲作用特性之一，本實驗乃以玉米象對本省數種穀物之偏好性作一初步測定，並進一步評估其對臺中地區水稻七種品種之偏好程度。

二、材料與方法

(一) 玉米象對八種不同穀物產卵偏好性之試驗

1 臺灣植物保護中心昆蟲組研究報告第 6 號。

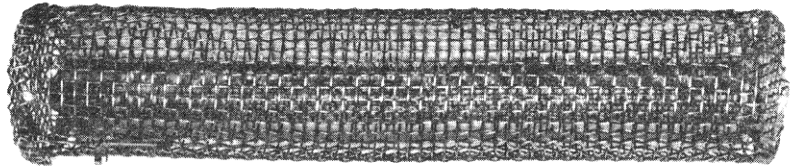
2 臺灣植物保護中心昆蟲組技正，研究助理及中興大學昆蟲研究所研究生。

供試八種穀物分別為在來穀、在來糙米、高粱、玉米、大豆、綠豆、豌豆、向日葵子(皆購自臺中地區之飼料店、米店)，各選出完整穀粒，並冷藏於 -15°C 冷凍庫兩星期，以凍殺潛伏之倉庫害蟲。隨後，將 8 種谷物各秤取 30 克共 240 克置於一口徑 9.1 公分高 13.5 公分之塑膠瓶內均勻混合，引入 15 對不同年齡用在來糙米飼育之玉米象成蟲。以粗棉布覆蓋瓶口，再以開口之瓶蓋(口徑 5.7 公分)旋緊，以防成蟲逃逸，並使之透氣，放置於人工培育箱 ($28^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$, R. H. $55\pm 10\%$) 內，任其自行產卵 6 日後，將瓶中之玉米象成蟲挑除，並將混合之穀物重行分開，分別置於 8 個塑膠瓶內(口徑 4.5 公分，高 7.5 公分)以粗棉布覆蓋瓶口，並以開口之瓶蓋(口徑 3.8 公分)旋緊。再重新置放於同一人工培育箱中，俟第一子代成蟲開始羽化時，每二日檢視記錄羽化數，直至無成蟲羽化為止。計算其總共羽化之成蟲數，每處理作三次重複。另一組實驗方法如上，僅供試蟲源 16 對取自以玉米飼養者，以觀察供試蟲源不同時，其對不同穀物之產卵偏好性有無差異。

(二) 玉米象對臺中地區水稻七種品種之偏好性試驗

供試水稻品種為臺南 5 號、臺中秈 2 號、臺中 65 號、糯 46 號、臺中 186 號、臺中在來 1 號、臺中 178 號(皆取自臺中區改良場)，先行冷藏於 -15°C 冷凍庫兩星期，以凍殺可能存在之蟲隻，取出置於實驗室置放約兩週後供作實驗之用。

圖一、供作自由選擇用之不銹鋼籠



每一種稻穀品種秤取 30 克，置於長圓筒狀 12 網孔之不銹鋼籠(長 13 公分，口徑 2.5 公分)見附圖一。

而後將之逢機置放於 5 升裝之塑膠瓶內緣，每種樣品間隔等距離，將穀殼(水分含量 12.4%)加入其內，而把各種稻穀樣品埋起。穀殼則作為玉米象之立足點，可使其於樣品間移動，並可視作一中間媒質(neutral medium)。將實驗室內以白米飼養之 3 週之成蟲 1,000 隻，不分性別，釋放於穀殼上中央位置，將瓶蓋蓋好，使其自由選擇(free choice)稻穀品種棲集、取食或產卵一星期。

隨後將樣品取出，檢視並計數每一樣品中棲集之蟲數。將挑除蟲隻之稻穀分別置於口徑 4.5 公分高 7.5 公分之塑膠瓶內，蓋好瓶蓋，每日計數新羽



圖二、填滿穀殼和樣品之 5 升裝塑膠瓶

化之子代玉米象數目，並將之挑除，直到無成蟲羽化爲止。每處理作4次重複。（本實驗於65年1月至3月初在實驗室內進行，平均室溫 $20^{\circ} \pm 3^{\circ}C$ ，相對濕度 $70 \pm 10\%$ ）。

三、結果與討論

(一) 玉米象對八種穀物產卵偏好性試驗

玉米象對不同穀物產卵偏好性見表一。

表一、玉米象對不同穀物產卵偏好性之試驗結果（以第一子代羽化蟲數檢定）

Table 1. Ovipositional preference of the maize weevil to stored grains.

谷 物 種 類 Grains	平 均 成 蟲 羽 化 數 ^A No. newly emerged adults	
	B	C
在來糙米 Hulled native rice	135	102
高 梁 Sorghum	92	27
玉 米 Corn	18	18
在來穀 Native rice	0	0
綠 豆 Mungbean	0	0
大 豆 Soybean	0	0
豌豆 Green pea	0	0
向日葵子 Sunflower seed	0	0

A 蟲數爲3次重複之平均值。

B 供試蟲源（16對）取自以玉米飼養者。

C 供試蟲源（15對）取自以在來米飼養者。

A Average of 3 replicates.

B Source of test insects (16 pairs) obtained from cultures made from corn.

C Source of test insects (15 pairs) obtained from cultures made from rice.

由表一知玉米象對八種穀物產卵之偏好性依次爲在來糙米、高粱、玉米，此可能由於此三種穀物形態、硬度或其穀實營養較適合玉米象之食性，其營養或化學性質有待進一步分析。其餘穀物中並無第一子代之成蟲羽化，惟此種現象並不表示玉米象絕不會在在來糙米、高粱、玉米以外的穀物中產卵增殖。事實上玉米象之寄生範圍頗廣，舉凡稻米、玉米、蘆粟、小麥、燕麥、大麥、高粱，皆受其爲害，其所以未有成蟲羽化者一則可能幼蟲及蛹之死亡率高，再則可能因在來米、高粱及玉米在八種供試穀物中無種皮或種皮較他種穀物之種皮爲薄，故玉米象即優先挑選產卵。

又比較上表得知來自不同食料（玉米或在來米）之蟲源，接種於上述八種穀物，發現不同來源之玉米象，對穀物產卵之偏好性並無差異。在試驗觀察之過程中，最早發現有成蟲羽化的穀物亦爲在來糙米，其次爲高粱、玉米，可見玉米象在不同穀物中之發育亦有差異。

(二) 玉米象對臺中地區七種水稻品種之偏好性試驗。

表二、玉米象對臺中地區七種水稻品種之偏好性測定結果^A

Table 2. Orientation and ovipositional preference of the maize weevil to rice varieties

檢定方式 Examination	糯米品種 Rice variety	糯 46 號 Glutinous No. 46	臺中178號 Taichung No. 178	臺中186號 Taichung No. 186	臺中在來1號 Taichung Native No. 1	臺中65號 Taichung No. 65	臺中秬2號 Taichung Sen No. 2	臺南5號 Tainan No. 5
一週後平均成蟲數(隻) B No. adult in one week		100.8a	61.3b	47.3b	44.3b	41.5b	35.3b	29b
F ₁ 羽化成蟲數(隻) B No. newly emerged adults		1.3a	2.5a	0b	2.5a	0b	1.8a	0b

A 根據 Duncan 氏多項變域測驗分析，凡小寫英文字母不同者，即表示顯著機率 $p \leq 0.05$ 時，有顯著差異。Means in a given raw with the same letter are not significantly different ($p \leq 0.05$, Duncan's multiple range test).

B 蟲數為4次重複之平均值。
Average of 4 replicates.

玉米象對水稻七品種之自由選擇結果如表二。很顯然地，玉米象除了對糯46號有顯著偏好外，對其他稻穀之偏好性並無顯著差異。七種稻米在作自由選擇之前，其水分含量均經簡速濕度測定器 (speedy moisture tester) 測定過，介於9—10%之間，在七天之自由選擇後其水分含量亦在9—10%之間，故本試驗各供試稻穀品種水分含量似乎不構成影響偏好性之主要原因。

又其第一子代之羽化成蟲數為數不多，在糯46號，臺中178號、臺中在來1號及臺中秬2號之間相比較時，並無差異可言。但臺中186號、臺中65號、臺南5號之稻穀則未見成蟲羽化。雖自由選擇棲集稻穀之成蟲有相當的數量，而子代羽化數過少，可能由於其幼蟲和蛹之死亡率過高或玉米象產卵於稻穀之數目過少使然。

至於玉米象自不同品種稻米中開始羽化和終止羽化之時間可見於表三。

表三、玉米象自由選擇稻米產卵後F₁成蟲羽化時間Table 3. Duration of F₁ adult emergence after the maize weevil being allowed to choose freely the rice variety for oviposition.

稻 米 品 種 Rice variety	臺中在來1號 Taichung Native No. 1	臺中178號 Taichung No. 178	臺中秬2號 Taichung Sen No. 2	糯 46 號 Glutinous No. 46	臺中186號 ^A Taichung No. 186	臺中65號 ^A Taichung No. 65	臺南5號 ^A Tainan No. 5
羽 化 時 間(天) Emergence time (day)	36—73	34—74	36—80	38—66	—	—	—

A 未有成蟲羽化
No new adults were found.

由表三、可知經過一星期之自由選擇後，臺中 178 最早發現有成蟲出現 (34天後) 其次為臺中在來 1 號和臺中秈 2 號，再次為糯 46 號。糯 46 號在 66 天後停止羽化，但臺中秈 2 號，直到 80 天尚有羽化者，此可能由於試驗期間溫度過低 (溫度在 17°C 曾持續數日)，使其發育時間延長之故。

綜合上述玉米象對水稻品種自由選擇棲集、取食及產卵試驗結果，可將其由 1 排到 7 (不考慮其統計學上之差異)⁽⁸⁾ 以總分數字愈小者表示偏好性愈強，可見玉米象對臺中 178 號最具偏好性 (見表四)，其對供試稻米之偏好性依次為臺中 178 號 > 糯 46 號 > 臺中在來 1 號 > 臺中 186 號 > 臺中秈 2 號 > 臺中 65 號 > 臺南 5 號。

表四、玉米象對臺中區水稻品種偏好性之評估

Table 4. Evaluation of preference of the maize weevil to rice varieties

檢定方式 Examination	稻米品種 Rice variety	糯 46 號 Glutinous No. 46	臺中 178 號 Taichung No. 178	臺中 186 號 Taichung No. 186	臺中在來 1 號 Taichung Native No. 1	臺中 65 號 Taichung No. 65	臺中秈 2 號 Taichung Sen No. 2	臺南 5 號 Tainan No. 5
	寄主選擇 Host selection		1	2	3	4	5	6
子代繁殖 Reproduction		3	1	4	1	4	2	4
總分 A Total		4	3	7	5	9	8	11

A 數字愈小表示偏好性愈強。

Means the smaller number the greater preference.

玉米象對不同品種之稻穀的偏好性之差異，可能有許多因子或由各因子相互作用之結果。緻密的穀殼使昆蟲不能偵知存於糠殼、胚和內胚乳之化學物質，因而其行為亦受到影響，此即有非偏好性之反應。故一般咸認為穀殼愈堅硬、緊密和完整其抗蟲性愈強。惟育成穀殼特別緻密的水稻品種十分複雜和困難。且事實上碾米業可能不易接受此種品種，因其不易碾米且頗費時間，使機器磨損增大⁽⁹⁾。

Honda et al 1969⁽¹⁰⁾ 之報告顯示，從米實 (rice kernels) 內抽取的化學物質對玉米象有吸引力。而 McGaughey 1970⁽¹¹⁾ 報告指出在白米裏昆蟲有不同的繁殖力，此等事實說明抗蟲性的基礎並非完全建立於穀殼形態 (hull morphology) 上。故而下一實驗將着重於穀殼形態如穎 (glume) 之完整與否是否和偏好性之有無有何種關係，以及不同碾米率對玉米象之偏好性有無差異等。此外，如前述，對各稻米品種營養之化學分析，實有待進一步研究，以期尋找影響玉米象對稻米偏好性之其他原因，作為今後水稻抗蟲育種之參考。

誌 謝

本試驗過程中承吳秋蘭及林瑞仁君惠予協助，文成後復蒙貢主任穀紳博士、陳秋男博士及邱瑞珍技正斧正，特此致謝。

引用文獻

1. 高穗生、謝豐國 1976 倉庫害蟲燻蒸劑—磷化氫之使用 雜糧與畜產35: 15—27。
2. 謝豐國、高穗生 1975 敵西亞 (Detia) 與好達勝 (Phostoxin) 對倉庫害蟲米象及擬穀盜之燻蒸試驗 臺灣農業 11: 139—46。
3. 謝豐國、高穗生 1976 談倉庫害蟲問題 科學月刊 7: 26—33。
4. Applebaum, S. W., and Y. Birk. 1972. Natural mechanisms of resistance to insects in legume seeds. In Rodriguez, J. G. (ed.) 1972. "Insect and Mite Nutrition" pp 629—36.
5. Bhatia, S.K., and M. Gupta. 1969. Resistance to stored grain pests in world collection wheat—relative susceptibility of nine high yielding dwarf varieties to the rice weevil and the lesser grain borer. Bull. Grain Technol. 7:199—204.
6. Breese, M. H. 1960. The infestibility of stored paddy by *Sitophilus sasakii* (Tak.) and *Rhyzopertha dominica* (F.) Bull. Entomol. Res. 51:599—630.
7. Cohen, L. M., and M. P. Russell. 1970. Some effects of rice varieties on the biology of the Angoumois grain moth, *Sitotroga cerealella*. Ann. Entomol. Soc. Am. 63:930—1.
8. Cogburn, R. R. 1974. Domestic rice varieties: apparent resistance to rice weevils, lesser grain borers, and Angoumois grain moths. Environ. Entomol. 3:681—5.
9. Gupta, D., and A. S. Kadyan. 1971. Relative resistance of wheat to some stored grain pests. Bull. Grain Technol. 9:75—8.
10. Honda, H., I. Yamamoto, and R. Yamamoto. 1969. Attractant for rice weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky from rice grains. I. Bioassay method for attractancy of rice grains to rice weevils. Appl. Entomol. Zool. 4:23—31.
11. McGaughey, W. H. 1970. Effect of degree of milling and rice variety on insect development in milled rice. J. Econ. Entomol. 63:1375—6.
12. Painter, R. H. 1951. Insect resistance in crop plants. Univ. Press of Kansas, Lawrence and Longon. 520p.
13. Reddy, A. R., and J. Singh. 1972. Relative resistance of eight important varieties of gram *Cicer arietinum* (Linn.) to pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* (Linn.) Indian J. Entomol. 34:50—1.
14. Russell, M. P. 1962. Effect of sorghum varieties on the lesser rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.) I. Oviposition, immature mortality, and size of adults. Ann. Entomol. Soc. Am. 55:678—85

15. Russell, M. P. 1966. Effects of four sorghum varieties on the longevity of the lesser rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.) . J. Stored Prod. Res. 2:75—9.
16. Russell, M. P. 1968. Influence of rice variety on oviposition and development of the rice weevil, *Sitophilus oryzae*, and the maize weevil, *S. zeamais*. Ann. Entomol. Soc. Am. 61:1335—6.
17. Van Der Schaaf, P., D. A. Wilber, and R. H. Painter. 1969. Resistance of corn to laboratory infestation of the larger rice weevil, *Sitophilus zeamais*. J. Econ. Entomol. 62:352—5.

PRELIMINARY TESTS OF PREFERENCE OF THE MAIZE WEEVIL, *SITOPHILUS ZEAMAI*S MCGT SCHULSKY TO STORED GRAINS.

by

F. K. Hsieh, S. S. Kao, and J. S. Hwang

Summary

Preliminary tests were conducted to evaluate preference of the maize weevil, *Sitophilus zeamais*, to 8 kinds of different stored grains and 7 rice varieties near Taichung. Under laboratory condition and incubator at $28^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $55 \pm 10\%$ R. H., maize weevils were arranged in a special designed micro-environment in which insects were allowed to choose their hosts freely in a six-days testing period. Results showed that the maize weevil preferred rice to sorghum and next to corn. In a similar test, except the free choice was allowed for one week, it was found that orientation and ovipositional preference of the maize weevil to rice varieties was as followings: Taichung no. 178 > Glutinous no. 46. > Taichung native no. 1 > Taichung no. 186 > Taichung Sen no. 2 > Taichung no. 65 > Tainan no. 5.

Observation has shown that preference by the weevil was not caused by water content of the test grains but might be due to hull morphology of the grain. Components of preference may be more complicated and thus further investigation with respects to nutritional feeding requirements in kernels is undertaken .