

# 米粒硬度與玉米象幼蟲食痕深度之關係

夏 維 泰<sup>1</sup> 彭 武 康<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 臺灣省農業藥物毒物試驗所

<sup>2</sup> 國立臺灣大學植物病蟲害學系

(接受日期：民國76年8月3日)

## 摘 要

玉米象幼蟲取食 12 品種糙米之食痕型式相同。無論雌蟲產卵於米粒之任何部位，初孵化之幼蟲大多朝向與胚胎相反之方向斜行蛀入，再沿米粒周邊蛀食。及至末齡始蛀入中心部化蛹。幼蟲食痕深度與米粒半徑之比值（食痕深度比），在各品種間有顯著差異 ( $p \leq 0.05$ )。食痕深度比與米粒原點硬度及中點硬度之相關係數分別為  $-0.84$  及  $-0.85$ ，且相關性顯著 ( $p \leq 0.05$ )。試驗結果顯示米粒硬度可影響玉米象幼蟲在米粒中蛀食之食痕深度。

## 緒 言

穀粒對積穀害蟲具抗蟲現象，其抗蟲性多採用變異較少且簡便可行之第一子代成蟲數之觀察及其經濟指標價值之穀物重量損失之測定做為參考 (Widstrom 等, 1978)。而內食性昆蟲如穀蠹 (*Rhyzopertha dominica*)、象鼻蟲 (Weevil) 等，其幼蟲則蛀入穀粒內取食，因此 Paintn (1951) 認為硬度亦應列為穀物抗蟲因子之一。

夏及彭 (1984) 曾以玉米象 (*Sitophilus zeamais*) 第一子代成蟲數及米粒重量損失量以檢定 12 個品種糙米之相對抗蟲性。彭及夏 (1982) 更於測定此 12 個品種糙米之硬度後，發現米粒硬度與玉米象第一子代成蟲數及米粒重量損失間呈負相關關係，米粒硬度較大之品種，其抗蟲性較強。

Davey (1965) 檢定高粱品種對米象 (*S. oryzae*) 之抗性時發現米象在各品種間之產卵數並無差異。Dobie (1974) 檢定玉米品種對玉米象之抗性時亦發現玉米象在各品種間之產卵數並無顯著差異。因此他們認為穀物抗蟲性乃表現於害蟲產卵以後之階段。

玉米象卵之孵化率在溫度  $18^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度 (RH) 70% 及 80%，或  $21^{\circ}\text{C}$ ，RH 50、70 及 80% 之情況下皆高達 90% 以上 (Howe, 1952)。然而初齡幼蟲之死亡率極高，約佔全發育期死亡率之 90% 以上 (Longstaff, 1981)，二齡以後幼蟲之死亡率則甚低，因此玉米象初齡幼蟲之存活率乃影響其第一子代成蟲數之多寡。

根據此種現象，吾人乃著眼於米粒硬度對玉米象初齡幼蟲之影響，而研究米粒硬度與玉米象幼蟲蛀食之關係，以了解米粒硬度抗蟲之機制。

## 材 料 與 方 法

供試之玉米象以單雌培養，其後代雄蟲以 Kuschel (1961) 之分類法鑑定後，同種合併飼養。

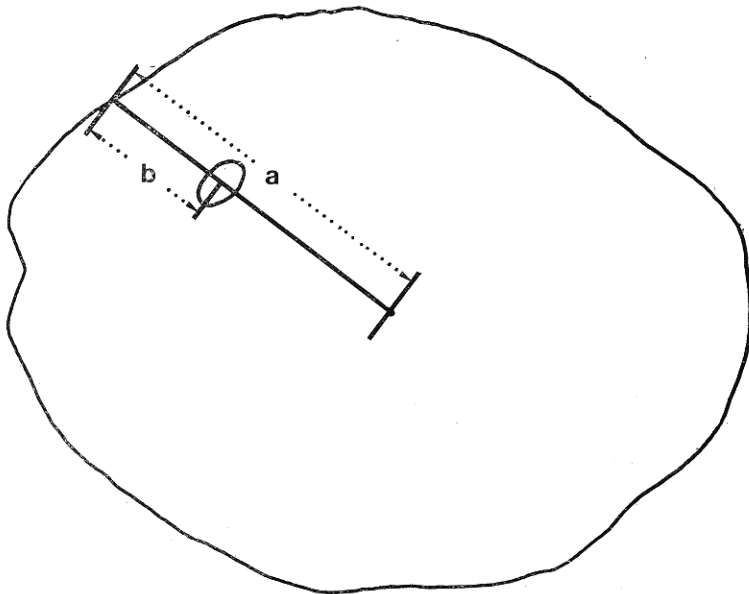
並以糙米飼育於  $28 \pm 0.1^\circ\text{C}$  及  $\text{RH } 70 \pm 5\%$ ，全暗之恒溫箱內。

供試糙米共 12 個品種，除 Zenith 與 IR26 爲國外長秈稻種外，其餘高雄 141 號 (Kaohsiung No. 141)、高雄秈 2 號 (Kaohsiung-Sen No. 2)、臺南 6 號 (Tainan No. 6)、臺中在來 1 號 (Taichung Native No. 1)、烏殼糯 (Wu-K'o-Glutinous)、臺北 309 號 (Taipei No. 309)、臺農 67 號 (Tainung No. 67)、臺南 5 號 (Tainan No. 5)、白殼糯 (Pai-K'o-Glutinous) 與高雄選 1 號 (Kaohsiung select No. 1) 等 10 個品種爲本省栽培品種。稻種由高雄區農業改良場提供，並由該場於民國 70 年第一期作栽培採收。收穫後之稻穀以日光乾燥至水分含量爲  $13.0 \pm 0.3\%$ ，至於含水量低於此標準者則依 Harris 及 Lindbald (1978) 之法調整之。

試驗用之糙米以稻穀檢驗機將稻穀脫殼後，以吸塵機吸去穀殼，再以 16 號網目之篩子篩去碎米。而後各品種糙米分別密封於塑膠袋內，再置於冷凍櫃 ( $-18^\circ\text{C}$ ) 內 2 週，以殺死附於穀粒表面之蟲卵 (Strong 等, 1967)。進行試驗前取出經水分平衡後再使用。

試驗時採取各品種糙米 5 g，放入 35 ml 附蓋之塑膠杯內，再分別接入一週齡玉米象成蟲 10 對 (Widstrom 等, 1978) 並置於恒溫箱內，俟雌蟲產卵 3 日後，檢出成蟲，再將糙米放入恒溫箱內。爾後分別於第 8、12、15、17、21、25 及 30 日將米粒取出，以  $80^\circ\text{C}$  熱水浸泡 2~3 分鐘後，再以 0.5% Fuchsine acid 溶液處理 3 分鐘。最後以自來水沖洗，置於解剖顯微鏡下觀察。玉米象產卵處呈櫻桃紅色 (Christensen, 1974)。自產卵處以刀片剖開米粒 (Howe, 1952; Murthy 及 Ahmed, 1978; Segrove, 1951)，鏡檢幼蟲食痕並依幼蟲頭殼寬度判定其齡期 (Sharifi 及 Mills, 1971)。

在接種玉米象成蟲後第 15 日，自米粒長軸二分之一處作一橫斷面，並置於解剖顯微鏡下，以測微計測量 2 齡幼蟲通過此切面時其蛀食孔道之中心點至米粒邊緣之距離 (食痕深度) 及自米粒原點 (中心點) 至周邊之距離 (米徑長)，二者之比值即爲食痕深度比 (depth ratio) (圖一)。



圖一 玉米象幼蟲蛀食米粒食痕深度之測量

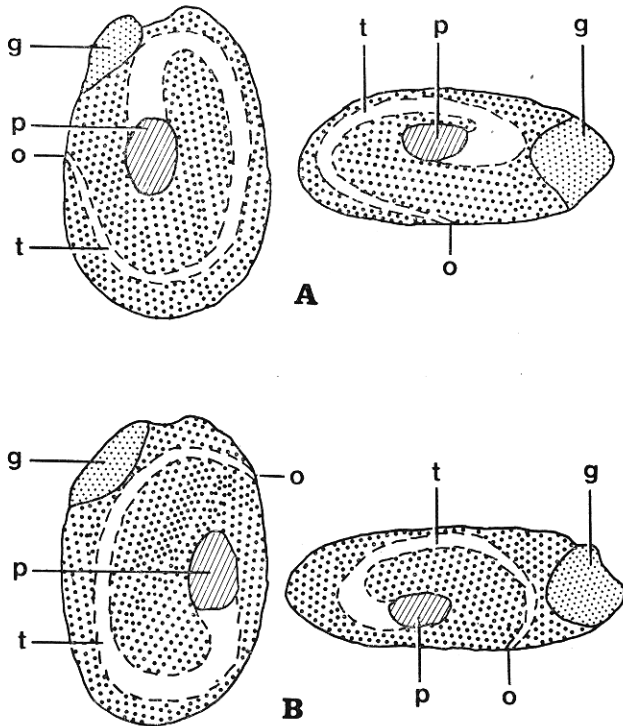
Fig. 1. Measurement of depth of tunnel bored by maize weevil larvae.  
a: distance between surface and center of kernel,  
b: distance between surface of kernel and tunnel bored by the larvae.

## 結果討論

## 一、玉米象幼蟲蛀食米粒之食痕

玉米象產卵於米粒後，第 8、12、15、17、21、25 及 30 日，分別剖開各品種糙米米粒描繪其幼蟲蛀食路徑。再將各齡幼蟲之蛀食路徑，依時間序連接成食痕型式圖（圖二 A、B）。

結果顯示玉米象幼蟲於 12 個品種糙米中之食痕型式相同。無論雌蟲產卵於米粒之任何部位，初孵化之幼蟲約 90% 朝向與胚胎相反之方向斜行蛀食一段距離後，再沿米粒周邊蛀食。至末齡幼蟲，始轉向蛀入米粒中心部位化蛹（圖二 A）。僅有少數初齡幼蟲（約 10%）乃朝向胚之方向蛀食，而後化蛹（圖二 B）。此種蛀食繞行現象與 Sharifi 及 Mills (1971) 以 X 射線觀察結果相同。初齡幼蟲在蛀食接近胚時，多採取迴避路線，但若為末齡幼蟲接近胚時，則常將胚吃光，始轉向蛀入米粒中心部位化蛹，此種現象 Richard (1944) 亦曾報導。



圖二 玉米象幼蟲蛀食米粒食痕之型式

Fig. 2. Patterns of maize weevil larvae bored in rice kernel.  
g: germ, o: oviposition site, p: pupa, t: feeding tunnel.

## 二、玉米象幼蟲蛀食米粒之深度

玉米象幼蟲於 12 個品種糙米米粒中食痕深度之測定值分別列於表一。幼蟲於米粒中之食痕深度比，依品種之不同而有顯著之差異 ( $p < 0.05$ )。在 12 個品種中，除了高雄秈 2 號食痕深度比值大於 1 外，其他的品種都小於 1，其中又以臺中在來 1 號與 Zenith 之食痕深度比最小，各為 0.78 與 0.79。究其原因或為高雄秈 2 號米粒較軟，幼蟲可深入米粒之中心部位取食。而其他品種之米粒較硬，幼蟲無法深入其中心部位取食（彭及夏，1984）。

表一 玉米象幼蟲取食米粒之食痕深度

Table 1. Depth of tunnel bored by maize weevil larvae in rice kernel<sup>1</sup>

Variety	Distance between surface and center of kernel (mm) (a)	Distance between surface of kernel and tunnel bored by the larvae (mm) (b)	Depth ratio (b/a) <sup>2</sup>
Kaohsiung-Sen No. 2 高雄秈 2 號	0.98	1.07	1.09 <sup>a</sup>
Kaohsiung No. 141 高雄 141 號	0.99	0.96	0.97 <sup>b</sup>
Wu-K'o-Glutinous 烏穀糯	0.90	0.84	0.93 <sup>b<sup>c</sup></sup>
Pai-K'o-Glutinous 白穀糯	0.90	0.84	0.93 <sup>b<sup>c</sup></sup>
Tainung No. 67 臺農 67 號	1.02	0.92	0.90 <sup>b<sup>c</sup>d</sup>
Tainan No. 6 臺南 6 號	1.06	0.94	0.89 <sup>c<sup>d</sup>e</sup>
Taipei No. 309 臺北 309 號	1.10	0.95	0.66 <sup>c<sup>d</sup>e</sup>
Tainan No. 5 臺南 5 號	1.02	0.86	0.84 <sup>d<sup>e</sup></sup>
IR 26	0.91	0.74	0.82 <sup>d<sup>e</sup></sup>
Kaohsiung select No. 1 高雄選 1 號	0.98	0.79	0.82 <sup>d<sup>e</sup></sup>
Zenith	0.87	0.70	0.79 <sup>e</sup>
Taichung Native No. 1 臺中在來 1 號	0.94	0.73	0.78 <sup>e</sup>

1. Ten replicates.

2. Means followed by the same letter were not significantly different according to the Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

### 三、米粒硬度與玉米象幼蟲食痕深度比之關係

本試驗之 12 品種之糙米，其中點或原點硬度與其抗蟲性之關係業已發表（夏及彭，1984；彭及夏，1984）。將 12 品種糙米中點硬度或原點硬度與玉米象幼蟲之食痕深度比作相關性分析時，得知食痕深度比（Y）與米粒中點硬度（X）之關係，可由直線方程式  $Y = 1.42 - 0.05X$  表示，其相關係數為  $-0.85$ ；而食痕深度比與原點硬度之關係可由  $Y = 1.38 - 0.04X$  表示，相關係數為  $-0.84$ 。兩者之相關係數均達 5% 之顯著水準。亦即米粒中點硬度或原點硬度越大之品種，玉米象幼蟲蛀食深度越淺。可見米粒內部之硬度可影響玉米象幼蟲在其中蛀食之深度。

米粒之硬度又受其含水量或本身質地之影響（長戶，1962）。本試驗所使用之糙米，其含水量固定為 13%，因此米粒硬度受水分含量之影響小，而主要由其品種之影響。米粒品種不同，其質地亦異。由顯微鏡觀察，各種質地之米，其組成分及細胞排列緊密程度亦有不同（汪，1974）。一般含顆粒澱粉（Amylose）較多之品種，其穀粒硬度較大（Dobie, 1974; 1977），而含離胺酸（Lysine）較多之品種，米粒較軟（Schoomhoven 等，1972），同時粗纖維之含量也與穀粒硬度呈正相關（Singh 及 Agrawal, 1976; Singh 等，1973）。另外，米粒中心點細胞之形狀與排列則受澱粉粒密度之影響；中心點硬度大之品種其細胞均勻成熟呈圓形，作整齊放射狀的排列，而呈扁平散列狀者，則硬度較小（長戶及河野，1963）。

根據 Juliano 及 Aldma (1937) 與汪 (1974) 對糙米內部組織之描述，米粒內部之中心處為澱粉層，富含澱粉與蛋白質顆粒；而外圍為糊粉層，富含糊粉粒（Aleurone），內含蛋白質與脂肪。高粱子實糊粉層之厚薄因品種而異，糊粉層厚薄與所佔之比例可影響米粒之硬度，亦即糊粉層愈薄之品種其硬度愈大，抗蟲性愈佳（Doggett, 1958; Russell, 1962; Russell 及 Rink, 1965）。

由實驗結果推論，玉米象初齡幼蟲於米粒中取食時，由於其無法蛀穿米粒內部之同心硬度環，因此環繞其周邊蛀食，待發育完全至老熟幼蟲時，始能蛀穿硬環而深入中心部位化蛹。倘米粒之硬層較

靠外圍，亦即其中點硬度值較大，則幼蟲蛀食深度相對較淺，遂被迫於糊粉層中取食，而無法進入澱粉層內，然糊粉層中之蛋白質與脂肪對初齡幼蟲之取食或會產生營養不良的現象，而導致初齡幼蟲死亡率之升高 (Gomez 等, 1982)，使其第一子代成蟲數減少，米粒重量損失因而降低 (彭及夏, 1984)，故而米粒硬度值之大小可決定玉米象幼蟲蛀食米粒之深淺，進而導致各品種糙米抗蟲性之差異。

## 謝 誌

試驗稻穀承臺灣省農林廳高雄區農業改良場提供稻種及協助栽培採收乾燥，使試驗得以順利進行，謹此致謝。

## 參 考 文 獻

- 汪呈因 1974 稻作學與米，徐氏基金會 685 頁。
- 長戶一雄 1962 米粒の硬度分布に關する研究。日本作物學會紀事 31: 102-107。
- 長戶一雄、河野恭広 1963 米の粒質の關する研究。日本作物學會紀事 32: 181-189。
- 夏維泰、彭武康 1984 糙米品種對玉米象之抗蟲檢定。科學農業 32: 71-72。
- 彭武康、夏維泰 1984 米粒硬度與對玉米象抗性關係。植保會刊 26: 231-240。
- Christensen, C. M. 1974. Storage of cereal grains and their products. Am. Ass. Cereal Chem. Inc. St. Paul. Minnesota, 549pp.
- Davey, P. M. 1965. The susceptibility of sorghum to attack by the weevil *Sitophilus oryzae* (L.). Bull. Entomol. Res. 56: 287-289.
- Dobie, P. 1974. The laboratory assessment of the inherent susceptibility of maize varieties to postharvest infestation by *Sitophilus zeamais* Motsch. J. Stored Prod. Res. 10: 183-197.
- Dobie, P. 1977. The contribution of the tropical stored products center to the study of insect resistance in stored maize. Trop. Stored. Prod. Inf. 34: 7-22.
- Doggett, H. 1958. The breeding of sorghum in East Africa. II. The breeding of weevil-resistant varieties. Emp. J. Exp. Agr. 26 37-46.
- Gomez, L. A., J. G. Rodriguez, C. G. Poneleit and D. F. Blake. 1982. Preference and utilization of maize endosperm variants by the rice weevil. J. Econ. Entomol. 75: 363-367.
- Harris, K. L. and C. J. Lindblad. 1978. Postharvest grain loss assessment methods. Amer. Ass. Cereal. Chem. 193pp.
- Howe, R. W. 1952. The biology of the rice weevil, *Calandra oryzae* (L.). Ann. Appl. Biol. 39: 168-80.
- Juliano, J. B. and M. J. Aldama. 1937. Morphology of *Oryza sativa* Linnaeus. Phil. Agr. 26: 1.
- Kuschel, G. 1961. On the problems of synonymy in the *Sitophilus oryzae* complex. Ann. Mag. Nat. Hist. 4: 241-244.
- Longstaff, B. C. 1981. Biology of the grain pest species of the genus *Sitophilus*. A critical review. Prot. Ecol. 2: 83-130.
- Murthy, K. S. and M. A. Ahmed. 1978. Effect of some characters of different sorghum varieties on the development of rice weevil, *Sitophilus oryzae*. Bull. Grain Tech. 16: 48-50.
- Painter, R. H. 1951. Insect resistance in crop plants. MacMillan Co. New York 520pp.
- Richards, O. W. 1944. The two strains of the rice weevil, *Calandra oryzae* (L.). Trans. R. Entomol. Soc. Lond. 94: 187-200.
- 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: 678-685.
- Russell, M. P. and M. M. Rink. 1965. Some effects of sorghum varieties on the development of a rice weevil, *Sitophilus zeamais*. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 58: 763.
- Schoonhoven, A. V., C. E. Wassom and E. Horber. 1972. Development of maize weevil on kernels of Opaque-2 and Floury-2, nearly isogenic corn inbred lines. *Crop Sci.* 12: 862-3.
- Segrove, F. 1951. Oviposition behaviour in the two strains of the rice weevil, *Calandra oryzae* Linn. *Exp. Biol.* 28: 281-297.
- Sharifi, S. and R. B. Mills. 1971. Radiographic studies of *Sitophilus zeamais* Mots. in wheat kernels. *J. Stored Prod. Res.* 7: 195-206.
- Sharifi, S. and R. B. Mills. 1971. Developmental activities and behavior of the rice weevil inside wheat kernels. *J. Econ. Entomol.* 64: 1114-1118.
- Singh, K. and N. S. Agrawal. 1976. Susceptibility of high-yielding varieties of wheat to *Sitophilus oryzae* (Linn.) and *Trogoderma granarium* Everts. *Indian J. Entomol.* 38: 363-369.
- Singh, K., N. S. Agrawal and G. K. Girish. 1973. Studies on the susceptibility of high-yielding varieties of maize to *Sitophilus oryzae* Linn. and *Trogoderma granarium* Everts. *Bull. Grain Tech.* 11: 198-202.
- Strong, R. G., D. E. Sbur and G. J. Partida. 1967. Rearing stored product insects for laboratory studies: Lesser grain borer, Granary weevil, *Sitophilus zeamais*, and Angoumois grain moth. *J. Econ. Entomol.* 60: 1078-1082.
- Widstrom, N. W., W. W. McMillian and B. R. Wiseman. 1978. Improving effectiveness of measurements for seed resistance to maize weevil. *J. Econ. Entomol.* 71: 901-903.

## RELATIONSHIP BETWEEN HARDNESS OF RICE KERNEL AND BORING DEPTH OF MAIZE WEEVIL LARVAE

W. T. Hsia<sup>1</sup> and W. K. Peng<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research  
Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan 41301, ROC*

<sup>2</sup> *Department of Plant Pathology and Entomology, National  
Taiwan University, Taipei, Taiwan 10764, ROC*

The boring patterns of maize weevil larvae in rice kernel were the same in the twelve varieties tested. Wherever the egg oviposited on a grain, the larvae usually tunneled toward the opposite side of the germ. After boring into the grain, it would feed along the edge of kernel, then turn toward the center of kernel and pupate there. The ratios of the distance between surface and center of kernel to the distance between surface of kernel and center of tunnel bored by the weevil larvae (depth ratio) in twelve varieties were significantly different from one another ( $p \leq 0.05$ ). The correlation coefficients between the depth ratio and vicker number at the center point and at the middle point of the grain were  $-0.84$  and  $-0.85$ , respectively. They were significant correlated at the 5% level. Results showed the hardness of rice kernel could affect the boring depth of the maize weevil larvae.