



# Formosan Entomologist

Journal Homepage: [entsocjournal.yabee.com.tw](http://entsocjournal.yabee.com.tw)

## 【Research report】

### 天然及人工飼料飼育甜菜夜蛾(*Spodoptera exigua* Hübner)之發育比較【研究報告】

朱耀沂、烏曉天

\*通訊作者E-mail:

Received: Accepted: 1992/05/13 Available online: 1992/06/01

#### Abstract

#### 摘要

於 $27\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、13L:11D條件下，分別以青蔥及花豆為主成之人工飼料，連續飼育甜菜夜蛾 (*Spodoptera exigua* Hübner) 三代，調查各生長期之發育情形。以青蔥飼育時，在管理上有多種不便，致天然飼料組幼蟲之發育期較人工飼料組不穩定；天然飼料組之幼蟲期為15.4-17.5天，人工飼料組為14.9-15.3天，天然飼料組之幼蟲期較人工飼料組為長。蛹期及次世代之卵期皆不受飼料之影響，各代間均無顯著差異。天然飼料組雄性比隨著世代數有漸增之趨勢，但其趨勢不若人工飼料組顯著。青蔥易於腐壞，溢出之汁液會黏著幼蟲致死，致天然飼料組1-2齡幼蟲之存活率僅在68.3-77.8%，皆低於人工飼料組的84.4-88.9%。三代之飼育中以人工飼料之雄蛹重均一性較高，三代間皆無顯著差異；而天然飼料組之雌蛹重均一性較低。兩組之雌蟲壽命、產卵前期、產卵期、孵化率等生物特性並無顯著差異。經三代之飼育得知人工飼料組之幼蟲發育期與蛹重較天然飼料組穩定，且兩組雌蟲之生物特性亦十分相似，顯示人工飼料當屬適用之替代飼料，惟人工飼料組之蛹化及羽化率會隨世代數而有較明顯的下降趨勢，故人工飼料組之再改進或經常引進野生蟲群或建之循環交配法是屬必要。另甜菜夜蛾幼蟲有五齡，一至五齡之頭殼寬分別為0.27mm、0.41mm、0.69mm、1.09mm、1.80mm。

#### Key words:

關鍵詞: 甜菜夜蛾、天然飼料、人工飼料。

Full Text:  [PDF\(0.72 MB\)](#)

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

# 天然及人工飼料飼育甜菜夜蛾(*Spodoptera exigua* Hübner)之發育比較

烏曉天 國立臺灣大學植物病蟲害學系 臺北市羅斯福路四段1號

朱耀沂 國立臺灣大學植物病蟲害學系 臺北市羅斯福路四段1號

## 摘 要

於 $27 \pm 1^\circ\text{C}$ , 13L:11D條件下, 分別以青蔥及花豆為主成份之人工飼料, 連續飼育甜菜夜蛾(*Spodoptera exigua* Hübner)三代, 調查各生長期之發育情形。以青蔥飼育時, 在管理上有多種不便, 致天然飼料組幼蟲之發育期較人工飼料組不穩定; 天然飼料組之幼蟲期為15.4-17.5天, 人工飼料組為14.9-15.3天, 天然飼料組之幼蟲期較人工飼料組為長。蛹期及次世代之卵期皆不受飼料之影響, 各代間均無顯著差異。天然飼料組雄性比隨著世代數有漸增之趨勢, 但其趨勢不若人工飼料組顯著。青蔥易於腐壞, 溢出之汁液會黏著幼蟲致死, 致天然飼料組1-2齡幼蟲之存活率僅在68.3-77.8%, 皆低於人工飼料組的84.4-88.9%。三代之飼育中以人工飼料之雄蛹重均一性較高, 三代間皆無顯著差異; 而天然飼料組之雌蛹重均一性較低。兩組之雌蟲壽命、產卵前期、產卵期、孵化率等生物特性並無顯著差異。

經三代之飼育得知人工飼料組之幼蟲發育期與蛹重較天然飼料組穩定, 且兩組雌蟲之生物特性亦十分相似, 顯示人工飼料當屬適用之替代飼料, 惟人工飼料組之蛹化及羽化率會隨世代數而有較明顯的下降趨勢, 故人工飼料組之再改進或經常引進野生蟲群或建立循環交配法是屬必要。另甜菜夜蛾幼蟲有五齡, 一至五齡之頭殼寬分別為0.27mm、0.41mm、0.69mm、1.09mm及1.80mm。

**關鍵詞:** 甜菜夜蛾, 天然飼料, 人工飼料。

# Comparative Development of the Beet Armyworm (*Spodoptera exigua* Hübner) Reared on Natural and Artificial Diets

Hsiao-Tien Wu Department of Plant Pathology and Entomology, National Taiwan University, 1 Roosevelt Road, Sec. IV, Taipei, Taiwan, R.O.C.  
Yau-I Chu Department of Plant Pathology and Entomology, National Taiwan University, 1 Roosevelt Road, Sec. IV, Taipei, Taiwan, R.O.C.

## ABSTRACT

Newly hatched larvae of the beet armyworm were reared on a natural diet (Welsh onion) and an artificial diet composed mainly of crushed flowering bean (*Phaseolus coccineus*) at  $27 \pm 1^\circ\text{C}$  and a photoperiod of 13L:11D. Over 3 generations, larvae reared on the natural diet showed less stable development. Larval durations of natural and artificial diet groups were 15.4–17.5 and 14.9–15.3 days respectively. The pupal durations and egg durations of the next generation were not influenced by differences in diet. No significant difference was observed between generations. Percentage of males increased with each generation, the tendency being more apparent in the artificial diet group. As Welsh onion not only lost freshness, but also secreted sticky juices which adhered to larvae, severely influencing growth, the survival rate of 1–2 instar larvae on the natural diet were 68.3–77.8%, as compared to 84.4–88.9% for the artificial diet. A stable pupal weight was observed on the male pupae of the artificial diet, with no difference observed over 3 generations. A less stable weight was observed for female pupae, showing that the larval duration and pupal weight in the artificial media individuals reared are more stable over 3 generation than there reared on natural media. There were no significant differences in the longevity of female adults, pre-oviposition period, oviposition period, and hatchability between artificial and natural media. Therefore, the improvement of artificial diet and introduction of wild strains is necessary. In the whole larval stage there were 5 instar. The width of head capsule for 1st to 5th instar were 0.24–0.28mm, 0.35–0.45mm, 0.54–0.78mm, 0.85–1.29mm, 1.51–1.95 mm respectively.

**Key words:** Beet armyworm, *Spodoptera exigua*, natural diet, artificial diet.

## 前 言

甜菜夜蛾 (*Spodoptera exigua* Hübner)

，原產南亞，目前為世界性分布的著名雜食性害蟲 (Brown and Dewhurt, 1975)。據 1940–1987 年間之 The Review of Applied

Entomology得知本蟲之寄主既有39科118種(烏曉天, 1991), 其中就重要作物而言, 如棉花(Hanna *et al.*, 1977; Tayler, 1931; Wene and Sheets, 1965)、玉米(Verma *et al.*, 1974)和青葱(李聯興, 1990; 高井, 1989; 堀切, 1986)等之為害十分嚴重。

臺灣自1940年即有甜菜夜蛾為害亞麻之記錄(楚南, 1940), 但此時為害並不嚴重。近年隨著稻田之轉作政策, 致青葱之栽培面積擴大並趨於集中, 甜菜夜蛾已成為青葱專業栽培區中最嚴重的害蟲(李聯興, 1990; 鄭允等, 1985; 鄭允等, 1989)。由於甜菜夜蛾在臺灣不但是青葱上之重要害蟲, 在高粱、花生等之為害也頗為嚴重(陳文雄, 1985), 再由其高度之耐藥性, 多數殺蟲劑未能得到高度之防治效果(鄭允等, 1989), 已成在臺灣難於防治之害蟲。因此開發其他有效防治方法為必要之工作, 而充裕供試蟲之供給乃先決之問題。有關甜菜夜蛾的人工飼育, 一般研究常沿用Shorey and Hale (1965)為甜菜夜蛾等九種夜蛾所開發之人工飼料(Bottgen and Pantana, 1966; Hogg and Gutierrez, 1980; Stimmann *et al.*, 1972)。然也有取用別種昆蟲之人工飼料飼育甜菜夜蛾者(若村, 1988; 堀切, 1986; 堀切、牧野, 1987; Butler, 1966; Guerra and Quye, 1968)。本試驗擬先就人工飼料與天然飼料(青葱)飼育該蟲, 比較飼育蟲之數項生物特性, 作為大量飼育健全供試蟲之參考。

## 材料與方法

### 一、飼料成份與製備

以臺灣北部受害較劇之青葱為甜菜夜蛾之天然飼料; 人工飼料之組成分為紅花菜豆(*Phaseolus coccineus*)、小麥胚芽、酵母粉、L-ascorbic acid、L-cysteine、Methyl-p-

hydroxybenzoate、Sorbic acid、Formalin及洋菜等(表一)。其中除紅花菜豆外, 其餘成分係參考Shorey and Hale (1965)、小山、釜野(1976)與若村、香西(1984)之配方再加以改進者。

表一 甜菜夜蛾之人工飼料組成份

Tabel 1. Composition of artificial diet for rearing the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner). Modified from Shorey and Hale (1963), Koyama and Kamano (1976) and Wakamura and Kasai (1984)

Soaked flowering bean ( <i>Phaseolus coccineus</i> )	300g
Wheat germ	300g
Yeast	120g
L- ascorbic acid	4g
L- cysteine	1.2g
Propionic acid	15ml
Methyl p-hydroxybenzoate	8g
Sorbic acid	3.3g
Agar	36g
Formalin (40%)	10ml
Distilled water	2100ml

其配製過程為: 先將浸泡軟化之花豆加500cc的水倒入果汁機中絞碎, 並以1300cc的水煮溶洋菜, 再將絞碎之豆汁傾入煮溶之洋菜汁中。另取300cc的水做為降溫或溶解其他組成份之用, 待溫度降至60°C以下, 加入酵母粉、小麥胚芽及其他組成分, 混拌均勻, 然後倒入28×19×10cm<sup>3</sup>之塑膠盒中待其凝固, 每一塑膠盒約可填裝4.5公升之人工飼料, 再放入冷藏庫保存備用。

### 二、天然及人工飼料累代飼育方法

將宜蘭縣壯圍鄉青葱專業區採回之老齡幼蟲, 以青葱飼育至蛹期, 就蛹體第8, 9腹節之形態與生殖孔所在之位置區分性別後, 分別置於29×28×24cm<sup>3</sup>之養蟲箱中待其羽化。於27±1°C, 13L:11D之條件下, 進行下

述處置：

(一)採卵：將羽化後第二日齡之成蟲15-20對，置入內壁附有一層蠟紙之高腰培養皿(直徑10cm，高20cm)中，並飼以10%的糖水。每日切取附有卵塊的蠟紙部份，置於培養皿中待其孵化。

(二)幼蟲期之飼育：先準備皿底鋪有2-3層濾紙之大培養皿(直徑21cm，高5cm)，放入青葱(整株約重200g)或一塊 $6 \times 5 \times 2\text{cm}^3$ 之人工飼料及即將孵化之卵塊15-20個，皿口則以刺有小孔以利透氣的保鮮膜密封。由於青葱容易腐敗，約1-2天更換一次青葱及濾紙。待發育至三齡後，將幼蟲移至有紗網封口之塑膠盒中( $28 \times 19 \times 10\text{cm}^3$ )飼育，容器底層鋪上2-3cm厚的蛭石，再鋪2-3層濾紙，然後放置青葱或三塊人工飼料。飼育期間需視飼料之新鮮程度，約1-2天便需更換一次青葱及濾紙；約4-6天更換一次人工飼料及濾紙。由於三齡以後之幼蟲有明顯的負趨光性，在飼料上覆蓋一層白報紙以利幼蟲攀附及藏匿。以此飼養方法，每一個飼育盒約可飼育70隻幼蟲。兩組各調查10盒約700隻幼蟲。

(三)化蛹：接近化蛹時，老熟幼蟲會鑽入蛭石中造繭化蛹。為避免未化蛹之幼蟲殘食已化蛹者，需將接進化蛹之老熟幼蟲移入另一飼育盒中，與中齡幼蟲分開飼育。

### 三、天然與人工飼料組生物特性之比較

依前述飼育方法飼育甜菜夜蛾，並於飼育過程中收集下述生物資料，以比較兩種飼料累代飼育甜菜夜蛾對其發育之影響。

#### (一)發育期

依上述飼育方法，以天然及人工飼料連續飼育三代，記錄幼蟲及蛹期、化蛹個體之性比及下一代的卵期。兩組三代皆自幼蟲期開始調查，重複數350-420隻幼蟲，15-20個卵塊。

#### (二)存活率

依上述飼育方法，調查一至二齡止及三至五齡止幼蟲期的存活率、化蛹及羽化率之變化。連續調查三代比較兩組三代間之差異。兩組之調查蟲數各180隻。

#### (三)蛹重

於結繭後第四天由不同飼養盒中隨機取出80-100個雌、雄蛹，稱重並比較三代間之差異。

#### (四)成蟲壽命、產卵數與孵化率

於蛹期區分性別後，分別置於 $29 \times 28 \times 24\text{cm}^3$ 之養蟲箱中待其羽化。從兩組中各取60對初羽化之成蟲，成對置入內壁附有一層蠟紙之直徑6cm，高7cm之塑膠杯中，每日更新蠟紙並將附有卵塊之蠟紙取出，置於直徑9cm之培養皿中，調查成蟲壽命、產卵前期、產卵期、產卵數與卵孵化率等。

#### (五)人工飼料飼育蟲幼蟲齡期與頭殼寬度之測定

於 $27 \pm 1^\circ\text{C}$ ，13L:11D之條件下，將200隻初孵化之幼蟲，置於塑膠杯中(直徑6cm，高7cm)以人工飼料單隻飼育，調查其脫皮次數、頭殼寬度及各齡期發育所需日數。

## 結果與討論

甜菜夜蛾以天然與人工飼料經三代連續飼育，對各蟲期發育期、存活率、蛹重、成蟲壽命、產卵數、孵化率及幼蟲齡期與頭殼寬度等之影響結果分述如下：

### 一、發育期

飼育所得之結果如表二，在天然飼料組中以第一代之幼蟲期最長，即 $17.5 \pm 0.4$ 天，第三代最短，即 $15.4 \pm 0.2$ 天，兩者相差約二天。經鄧肯氏新多變域分析(Duncan's new multiple range test)測試，得知第一代與第二代之幼蟲期間無顯著差異，但兩者與第三代間有顯著差異。於人工飼料組，以第三代

表二 以天然及人工飼料連續飼育三代甜菜夜蛾時各發育期與性比比較

Table 2. Comparison of the duration of egg, larval, and pupal stages, and sex ratio of *Spodoptera exigua* reared on natural or artificial diet for 3 generations; N: natural diet; A: artificial diet

Diet	Gen.	Duration (Mean $\pm$ S.E, Days)			Hatching to emergence	Egg stage of next generation	Sex ratio ( $\text{♀} : \text{♂}$ )
		Larva	Pupa ( $\text{♂}$ )	Pupa ( $\text{♀}$ )			
N	1st	17.5 $\pm$ 0.4 b*	8.6 $\pm$ 0.1 a	7.7 $\pm$ 0.1 a	25.7	3.0 $\pm$ 0.0 a	1 : 1.07
	2nd	17.0 $\pm$ 0.3 b	8.6 $\pm$ 0.1 a	7.8 $\pm$ 0.1 a	25.2	3.0 $\pm$ 0.0 a	1 : 1.11
	3rd	15.4 $\pm$ 0.2 a	8.7 $\pm$ 0.1 a	7.8 $\pm$ 0.1 a	23.7	3.0 $\pm$ 0.0 a	1 : 1.12
A	1st	15.2 $\pm$ 0.3 a	8.5 $\pm$ 0.1 a	7.6 $\pm$ 0.1 a	23.3	3.0 $\pm$ 0.0 a	1 : 1.11
	2nd	14.9 $\pm$ 0.2 a	8.5 $\pm$ 0.1 a	7.6 $\pm$ 0.1 a	23.0	3.0 $\pm$ 0.0 a	1 : 1.21
	3rd	15.3 $\pm$ 0.2 a	8.6 $\pm$ 0.1 a	7.8 $\pm$ 0.1 a	23.5	3.0 $\pm$ 0.0 a	1 : 1.40

\* Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's new multiple range test.

之幼蟲期為最長 $15.3 \pm 0.2$ 天，最短為第二代之 $14.9 \pm 0.2$ 天，然經分析後得知三代間並無顯著差異。兩組相較，除了天然飼料組第三代的幼蟲期與人工飼料組間無顯著差異外，天然飼料組之第一、二代幼蟲期皆顯著的大於人工飼料組。

由表二亦知，人工飼料組幼蟲期之穩定性較天然飼料組為高。究其原因，為飼育期間，由於高溫與供試蟲的嚙食，天然飼料(青葱)極易腐壞，品質之均一性不易維持，影響幼蟲之發育。而在天然飼料組每1-2天需更換一次，頻繁的飼料更換也可能影響幼蟲的發育。

就蛹期而言，不論天然或人工飼料組，各代間的發育期，皆無顯著之差異存在。且不論天然或人工飼料組，雄蛹之發育期皆較雌蛹為長。由孵化到成蟲羽化，天然飼料組需 $23.7 \sim 25.7$ 天，人工飼料組則為 $23.0 \sim 23.5$ 天，即天然飼料組發育所需時間皆大於人工飼料組。

Hanna *et al.* (1977)利用棉花葉、蓖麻葉、苜蓿、錦葵及秋葵葉等五種不同的寄主植物飼育甜菜夜蛾，發現幼蟲之生長速率與食物中之蛋白質含量有關。Al-Zubaidi (1984)亦指出寄主之氮含量對甜菜夜蛾之幼

蟲重及成蟲產卵數有顯著影響，即寄主氮含量高者，育成之幼蟲體重較重。

不論天然或人工飼料組，連續飼育三代所得蛹體之雌、雄性比皆在 $1 : 1$  ( $\text{♀} : \text{♂}$ )左右，但人工飼料組中雄性比似有隨代數而漸增的趨勢，即第一代為 $1 : 1.11$ 至第三代卻增加為 $1 : 1.40$ 。在天然飼料組中，雄性比雖亦有上升之勢，但不如人工飼料組之明顯。

Verma *et al.* (1974)以苜蓿等八種寄主飼育本蟲，結果顯示幼蟲期之寄主種類會影響性比。李聯興(1990), Hanna and Hamad (1975)之報告也指出本蟲之性比在 $1 : 1$ 左右。

## 二、存活率

以天然及人工飼料累代飼育時，各代幼蟲期之存活率及化蛹、羽化率如表三。天然飼料組中，以第二代1-2齡蟲之存活率最高為77.8%，第一代最低為68.3%，兩者相差9.5%。而在人工飼料組中，以第三代之存活率最高為88.9%，第二代最低為84.4%，兩者相差4.5%，其間之差異較天然飼料組為小。且人工飼料組的1-2齡蟲存活率皆大於天然飼料組，最高可以相差20.6%；究其原因似與幼蟲之習性及天然飼料之特性有關，即青葱在高溫及幼蟲之嚙食下極易腐爛而分泌出黏液，再者甜菜夜蛾之1-2齡幼蟲有鑽入蔥管

表三 以天然及人工飼料連飼育甜菜夜蛾三代各發育存活率比較

Table 3. Comparison of survival rate of each stadium of *Spodoptera exigua* reared on natural or artificial diet for 3 generations; N: natural diet; A: artificial diet

Diet	Gen.	Survival rate of larval stage (%)		Pupation (%)	Adult emergence (%)	Accumulated survival rate (%)			
		1st-2nd instar	3rd-5th instar			1st-2nd instar	3rd-5th instar	Pupation	Adult emergence
N	1st	68.3	87.8	90.7	90.8	68.3	60.0	54.4	49.4
	2nd	77.8	85.0	89.9	91.6	77.8	66.1	59.4	54.4
	3rd	74.4	86.6	86.2	87.0	74.4	64.4	55.6	48.4
A	1st	87.2	89.2	88.8	90.3	87.2	77.8	68.9	62.2
	2nd	84.4	86.8	82.6	83.5	84.4	73.3	60.6	50.6
	3rd	88.9	87.5	80.0	79.5	88.9	77.8	62.2	49.4

內為害之習性，由於1-2齡蟲之體長多在5mm以下，易被黏液黏著而死亡。人工飼料則無此缺點，故人工飼料組1-2齡蟲之存活率皆較天然飼料組為高。在3-5齡幼蟲之存活率中，天然飼料組之存活率在85.0~87.8%之間，而人工飼料組則為86.8~89.2%之間，兩組間之差異不大。天然飼料組在結繭後86.2~90.7%之末齡蟲可以蛹化成正常之蛹體，化蛹率雖然會隨代數而略微下降，但三代間之差異不大。人工飼料組中，第一代之化蛹率為88.8%，第二代為82.6%，第三代為80.0%，相差在8.8%，即化蛹不完全或無法化蛹的個體會隨著世代數而有增加的趨勢。天然飼料組之羽化率為87.0-91.6%，相差約3.6%。但在人工飼料組，羽化率隨代數有較顯著之下降，即由第一代的90.3%降至第二、三代的83.5%及79.5%。由上可知，人工飼料組化蛹率及羽化率會隨代數而有較顯著之下降。

就累積存活率而言，天然飼料組為48.3%-54.4%，其間之差異似受1-2齡蟲之活存率影響較大。人工飼料組為49.4%-62.2%其差異似受化蛹及羽化率之影響較大。

釜野、深谷(1965)在進行二化螟(*Chilo suppressalis*)之人工飼料累代飼育試驗時，

指出累代飼育時若採同系交配(Inbreeding)，不但卵的孵化率及幼蟲之存活率皆會隨飼育代數之增加而有顯著的下降，而化蛹率也由第一代的75.6%，逐代下降，至第四代時化蛹率只有19.4%，其下降趨勢較本試驗更為顯著。但若採循環交配(Rotational breeding)，在連續飼育十代中，孵化率、幼蟲存活率及化蛹及羽化率皆無顯著之下降。由此可知於累代飼育中，應盡量避免同系交配。故於日後之人工飼料累代飼育期間，需隨時混入野生品系，或將飼育蟲分成數組，採用循環交配法，以保持人工飼料飼育蟲之品質。

朱耀沂等(1976)以人工飼料飼育斜紋夜蛾(*Spodoptera litura*)時指出，該蟲在化蛹前的老熟幼蟲需蒸發體內大量水分後才能順利化蛹，而一般人工飼料之含水量較高，致老熟幼蟲體內之水分不易蒸發。因此應開發含水量較少適合老齡幼蟲之人工飼料。

### 三、蛹重

兩組之蛹重列於表四。於天然飼料組中，三代的雄蛹重皆顯著的小於雌蛹，其中以第三代的雄蛹為最重，可達85.2mg，且顯著大於第二代之雄蛹重，但與第一代間無顯著差異。雌蛹也以第三代為最重，可達91.2

表四 以天然及人工飼料連續飼育三代甜菜夜蛾的蛹重

Table 4. Pupal weight of *Spodoptera exigua* reared on natural and artificial diets for 3 generations

	Pupal weight ( Mean±S.E, mg )			
	Natural diet		Artificial diet	
	Male	Female	Male	Female
1st	83.0±1.6 b*	87.5±1.9 b	81.2±1.4 a	88.1±2.0 b
	A**	B	A	B
2nd	80.0±1.3 a	84.1±1.6 a	80.5±1.7 a	86.3±1.9 b
	A	B	A	B
3rd	85.2±1.4 b	91.2±1.6 c	80.0±1.5 a	83.2±1.3 a
	B	C	A	B

\* Means in the same column followed by the same letter are not significantly at 5% level by Duncan's new multiple range test.

\*\*Means in the same row followed by the same letter are not significantly at 5% level by Duncan's new multiple range test.

mg，顯著大於第一、二代，而第一代之雌蛹重又顯著大於第二代，顯見天然飼料育成之雌蛹重較不俱均一性。

在人工飼料組中，三代雄蛹重亦顯著小於雌蛹，以第一代雄蛹為最重，可達81.8mg，惟三代間之雄蛹重並無顯著差異，均一性較高。雌蛹則以第一代較重，但與第二代間無顯著差異，而第一、二代之雌蛹重則顯著大於第三代。兩組相較，人工飼料組第一代的雄蛹小於天然飼料組，但差異並不顯著；第二代的雄蛹則大於天然飼料組，其差異也不顯著；第三代的雄蛹則顯著小於天然飼料組。人工飼料組第一、二代之雌蛹皆大於天然飼料組，但其間之差異並不顯著，然第三代之雌蛹則顯著的小於天然飼料組。

綜觀上述，經三代之累代飼育，以人工飼料組之雄蛹重均一性較高，三代間皆無顯著差異。而天然飼料組之雌蛹重均一性較低，三代間皆有顯著差異。而人工飼料組之雌蛹及天然飼料組之雄蛹均一性則介乎其間。考量供試蟲品質之均一性，本試驗所使用之人工飼料似可得到較天然飼料均一性更高之供試蟲，有利試驗之進行。

李聯興(1990)，陳文雄(1985)，若村(1988)，Verma *et al.* (1974)之報告顯示甜菜夜蛾雌蛹重皆大於雄蛹。

#### 四、成蟲壽命、產卵數與孵化率

表五所示為由天然與人工飼料飼育所得成蟲之結果。由表可知，兩組間在雌、雄蟲之壽命、產卵前期、產卵期上，經統計分析並無顯著差異，且其標準偏差也小；只在產卵數上有顯著差異，即天然飼料組雌蟲一生中可產約400粒卵，而人工飼料組之平均產卵數可超過900粒。人工飼料組之卵孵化率雖然超過天然飼料組10%以上，然經分析得知兩者間並無顯著差異。綜觀上述結果得知，兩組之雌蟲壽命、產卵前期、產卵期、孵化率等生物特性並無顯著差異。

圖一、A為兩組成蟲之產卵趨勢，除了人工飼料組有少數雌蟲在第一日齡(羽化後第一天)便會產卵之外，兩組雌蟲多在第二日齡才產卵。兩組之產卵高峰皆在第二日齡，且高峰期亦皆在第二至四日齡。即兩組成蟲之產卵趨勢十分相似。

就產卵雌蟲率(產卵蟲數 / 供試蟲數)而言(圖一、B)，天然飼料組除了第二日齡之產



表五 天然及人工飼料飼育甜菜夜蛾成蟲之壽命、產卵前期、產卵期、產卵量與孵化率

Table 5. Longevity, pre-ovipositional period, ovipositional period, No. of eggs deposited and hatch rate of *Spodoptera exigua* reared on natural and artificial diets at 27±1°C and 13L : 11D photoperiod

	Natural diet	Artificial diet
Longevity ( ♂ )	9.53±3.15* a**	11.43±3.16 a
( days ) ( ♀ )	7.52±1.90 a	7.20±1.71 a
Pre-oviposition period	2.14±0.47 a	2.07±0.39 a
Oviposition period	4.52±1.16 a	4.89±1.64 a
No. of eggs	396.48±141.78 a	901.18±266.93 b
Hatching rate	68.77% a	79.5% a

\* Mean±SD

\*\*Means in the same row followed by the same letter are not significantly different at 5% level.

卵雌蟲率較人工飼料組為高外，其餘的單日產卵雌蟲率皆較人工飼料組為少，惟在第二至五日齡時，兩組間之差異皆在7.5%以內，而以第七日齡之差異最大達12.1%。且至第九日齡，天然飼料組之產卵雌蟲率為0%，但人工飼料組仍有8.9%的產卵雌蟲率，直至第十日齡產卵雌率才為0%。但就每日之產卵雌蟲率的趨勢而言，兩組間十分相似。

就卵之日孵化率而言(圖二)，在天然飼料組中，以第二日齡(羽化後第二天)產下之卵的孵化率最高約64.1%，而高峰期約在第二至五日齡，至第五日齡以後雌蟲所產下卵的孵化率便有驟降之勢。在人工飼料組中，以第三日齡雌蟲產下之卵的孵化率最高達79.0%，孵化之高峰期亦在第二至五日齡，且孵化率亦是在第五日齡後有驟降之勢，惟第二日齡產下之卵亦有77.5%之孵化率，其孵化率皆大於天然飼料組之64.1%，致人工飼料組之卵孵化率較天然飼料組高約10%。

由前述圖一得知，天然與人工飼料組飼育蟲之產卵高峰期皆在第二至四日齡(羽化後第二至四天)，再由圖二得知卵的孵化高峰約在第二至五日齡，故知天然與人工飼料飼育蟲之產卵與孵化高峰皆集中在第二至四日齡

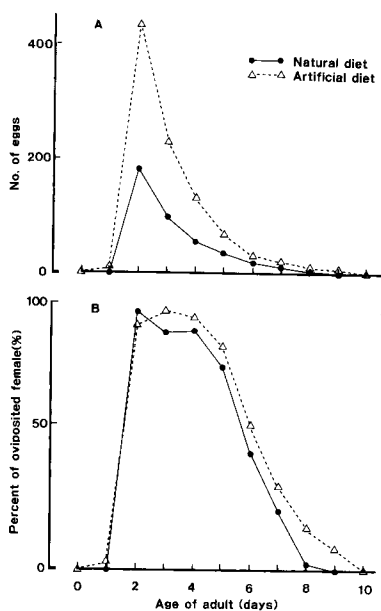
，這對後代數之出現趨勢與族群之增加有很大之影響。

堀切、牧野(1987)以人工飼料飼育甜菜夜蛾，其時之產卵前期平均為4天，較本試驗所得約遲2天。產卵期4.2天，產卵量346.2粒，較本試驗所得為少，雌蟲壽命為8.4天，雄蟲為6.6天，即雌蟲壽命較雄蟲為長，此結果與本試驗之結果相反。若村(1988)以青葱和改良自川崎等(1987)之人工飼料改良配方飼育甜菜夜蛾，結果兩組之產卵數各為698與1440粒，孵化率則各為98.6%及82.2%。

##### 五、人工飼料飼育蟲幼蟲齡期與頭殼寬

甜菜夜蛾幼蟲齡期數、發育所需日數與頭殼寬如表六。由表可知幼蟲有五齡，各齡間最大及最小之頭殼寬度並無重疊之現象，利用頭殼寬判別蟲齡上，不致發生混淆不清。

有關甜菜夜蛾幼蟲之齡期數，多篇報告指出為五齡(陳文雄，1985；堯慕德、許迪基，1989；Atkins, 1960；Boldt *et al.*, 1975；Tayler, 1931)，然亦有稱六或七齡者(Hanna *et al.* 1977)。Hanna *et al.* (1977)指出齡期數之多寡會因寄主種類而異，即在相同的條件下，蓖麻葉及苜蓿可飼育出五齡及六齡型幼蟲，但以棉花葉及秋葵葉飼育時卻出現五

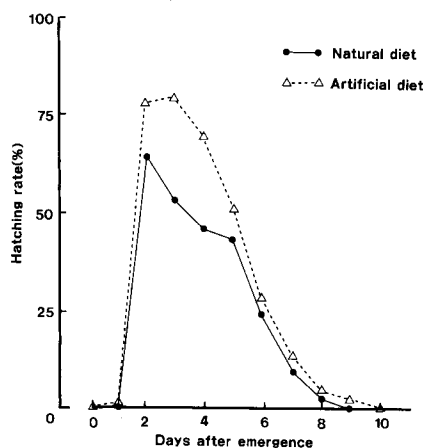


圖一 天然及人工飼料飼育甜菜夜蛾成蟲日齡與產卵率及產卵量之關係。

Fig.1 Relationship between age of adult(♀), percent of oviposited female and No. of eggs deposited by *Spodoptera exigua* reared on natural or artificial diet at  $27\pm 1^{\circ}\text{C}$  and 13L: 11D photoperiod.

、六及七齡型幼蟲，而食物營養成份之不足可引起齡期的增加。在本試驗以人工飼料飼育時，未有六或七齡蟲的出現，顯見其營養成份較秋葵葉等更適合甜菜夜蛾之生長。夏維泰、高穗生(1985)綜合已往報告指出食物、溫度、濕度、族群密度、性別及親代的壽命等因子皆會影響幼蟲之齡期數。藤條(1988)亦指出斜紋夜蛾幼蟲齡期會因飼育密度與缺食而改變。據四國農試(1987)報告，一齡蟲之頭殼寬為0.26mm，二齡為0.40mm，三齡為0.70mm，四齡為1.21mm，五齡為1.84mm。其結果與本試驗之結果十分相近。

第一至五齡各齡期間各為2.44、2.76、2.92、3.87及4.72天。Tayler (1931)於室溫下飼育得知一齡期約為3天，二齡2-4天，三齡3-



圖二 天然及人工飼料飼育甜菜夜蛾所產之卵的日孵化率。

Fig.2 Hatch rate of *Spodoptera exigua* eggs oviposited in different days, by females reared on natural or artificial diets at  $27\pm 1^{\circ}\text{C}$  and 13L: 11D photoperiod.

6天，四齡4-5天，五齡4-6天。據Boldt *et al.* (1975)以大豆葉飼育時，各齡幼蟲之發育期間各為2.7、3.1、2.9、2.8及4.4天。

有關昆蟲的基礎或應用上之研究，均需要發育良好、品質均一之大量供試蟲。甜菜夜蛾之天然飼料長期難於保持均一之品質，且田間甜菜夜蛾之疾病十分普遍(陳文雄，1985)，常增加人工飼育之困難度，更難保持供試蟲之均一品質。故人工飼料之開發實屬必要，而人工飼料之評估除了飼育方法需簡易及飼育效率外，尚需考慮飼育蟲之品質(彭建峰等，1984)，且其品質應盡量反應野外蟲之特性為佳。本試驗即比較兩組飼育蟲之數種生物特性，探求所使用人工飼料之適用性，經三代之累代飼育後發現人工飼料組之幼蟲發育期與蛹重較天然飼料組穩定；兩組之雌蟲壽命、產卵前期、產卵期、孵化率等生物特性並無顯著差異。因人工飼料組在管理上較為簡便，故未來使用人工飼料來大量生產甜菜夜蛾提供試驗所需，應屬恰當。但人工飼料組仍有雌蟲比、蛹化及羽化

表六 人工飼料飼育的甜菜夜蛾各齡幼蟲之發育期與頭殼寬

Table 6. Developmental duration and head capsule width of each larval instar of *Spodoptera exigua* reared on artificial diet

Larval instar	Developmental duration ( days ) *	Width of head capsule ( mm ) *		
		Mean	Min.	Max.
1	2.44±0.06	0.27±0.00	0.24	0.28
2	2.76±0.07	0.41±0.00	0.35	0.45
3	2.92±0.06	0.69±0.01	0.54	0.78
4	3.87±0.09	1.09±0.01	0.85	1.29
5	4.72±0.07	1.80±0.01	1.51	1.95

\* Mean±SE

漸減之現象，為改善此等缺點，除需繼續改善人工飼料之成份，或許隨時引進野生蟲於飼育蟲群中，或室內建立循環交配法是為必需。

## 誌 謝

本試驗承國家科學委員會NSC75-0414-P002-01經費補助及花蓮改良場林慶元、曾喜一先生之協助，特此申謝。

## 參考文獻

- 朱耀沂、王順成、鄭素霞。1976。斜紋夜盜之半合成人工飼料。植保會刊 18: 161-172。
- 李聯興。1990。青蔥甜菜夜蛾之習性與防治方法之研究。國立臺灣大學碩士論文。60頁。
- 夏維泰、高穗生。1985。幼蟲頭殼寬度測量在昆蟲學上之定義。科學農業 33: 285-289。
- 烏曉天。1991。甜菜夜蛾交尾、產卵與飛翔能力之研究。國立臺灣大學博士論文。173頁。
- 陳文雄。1985。甜菜夜蛾之生態研究。民國

- 74年南改場學術研討會報告：39-51。
- 彭建峰、彭武康、朱耀沂。1984。昆蟲之人工飼料。國立臺灣大學植物病蟲害學系刊 11: 157-166。
- 堯慕德、許迪基。1985。甜菜夜蛾(*Spodoptera exigua*)的生物學和生殖形態學之研究。中華昆蟲 9: 239-250。
- 鄭允、林端方、高靜華、陳先明、王雪香、李新傳。1985。甜菜夜蛾合成性費洛蒙研究 I. Mitchell配方效能檢定。中華農業研究 34: 315-322。
- 鄭允、蘇文瀛、陳秋男、林文庚、林端方、蔡湯瓊。1989。蔥田甜菜夜蛾性費洛蒙之應用。「重要蔬菜害蟲綜合防治研討會」中華昆蟲特刊第四號。199-213頁。
- 小山光男、釜野靜野。1976。ハスモンヨトウの大量飼育法。植物防疫 30: 470-474。
- 川崎建次郎、池內まき子、日高輝展。1978。飼料交換を要しないミツモンキウワバの室内飼育法。應動昆。31: 78-80。
- 四國農試單年度試驗研究成績。1987。p.14-18。
- 若村定男。1988。シロイチモジヨトウの室内飼育法。應動昆 32: 329-331。
- 若村定男、香西修治。1984。ダイズサヤム

- シガ大量飼育法の改良。應動昆 28: 89-91。
- 高井幹夫。1989。ネギにおけるシロイチモジヨトウの被害防除。植物防疫 43: 25-28。
- 釜野静野、深谷昌次。1965。人工飼料によるニカメイチュウの累代飼育に関する研究。第4報。同系交配について (Inbreeding) と循環交配 (Rotational breeding)。應動昆 9: 89-93。
- 堀切正俊。1986。シロイチモジヨトウの發生生態。植物防疫 40: 472-475。
- 堀切正俊、牧野晉。1987。ネギの新しい害虫シロイチモジヨトウの發生生態と防除について。農薬研究 34: 31-47。
- 楚南仁博。1940。亞麻の害虫に就て。臺灣農事報 36: 577-586。
- 藤條純夫。1988。長距離移動性昆虫における多型發現と生存戦略。昆虫學專題II: 生活史と行爲。冬樹社。pp.206-246。
- Atkins, E. L. Jr. 1960. The beet armyworm, *Spodoptera exigua*, an economic pest of citrus in California. J. Econ. Entomol. 65: 616-619.
- Al-Zubaidi, F. S., and J. L. Capinera. 1984. Utilization of food and nitrogen by the beet armyworm, *Spodoptera exigua*, in relation to food type and dietary nitrogen levels. Environ. Entomol. 13: 1604-1608.
- Boldt, P. D., K. D. Biever, and C. M. Ignoffo. 1975. Lepidoptera pests of soybeans: Consumption of soybean foliage and pods and development time. J. Econ. Entomol. 68: 480-482.
- Bottgen, G. T., and R. Patana. 1966. Growth, development and survival of certain Lepidoptera fed gossypol in the diet. J. Econ. Entomol. 59: 1166-1168.
- Brown, E. S., and C. F. Dewhurst. 1975. The genus *Spodoptera* in Africa and the Near East. Bull. Entomol. Res. 65: 221-262.
- Butler, G. D. Jr. 1966. Development of the beet armyworm and its parasite *Chelonus texanus* in relation to temperature. J. Econ. Entomol. 59: 1324-1327.
- Guerra, A. A., and M. T. Ouye. 1968. Hatch, larval development, and adult longevity of four Lepidopterous species after thermal treatment of eggs. J. Econ. Entomol. 61: 14-16.
- Hanna, H. M., and N. E. F. Hamad. 1975. A study of sex ratio in catches of nocturnal lepidoptera. Bull. Soc. Entomol. Egypte 59: 49-60.
- Hanna, H. M., N. E. F. Hamad, and S. G. Azad. 1977. Effect of larval food on the biology of the lesser cotton leafworm. Bull. Soc. Entomol. Egypte 61: 225-234.
- Hogg, D. B., and A. P. Gutierrez. 1980. A model of the flight phenology of the beet armyworm in central California. Hilgardia 48: 1-35.
- Shorey, H. H., and R. L. Hale. 1965. Mass-rearing of the larval of nine noctuid species on a simple artificial medium. J. Econ. Entomol. 58: 522-524.
- Stimmann, M. W., R. Pangaldan, and B. S. Schureman. 1972. Improved

method of rearing the beet armyworm. J. Econ. Entomol. 65: 596-597.

**Taylor, J. S.** 1931. Notes on the biology of *Laphygma exempta* and *L. exigua*. Bull. Entomol. Res. 22: 209-210.

**Verma, J. P., Y. K. Mathur, and P. C.**

**Jain.** 1974. Effect of different food plants on the larval and post-larval

development of *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). Indian J. Entomol. 36: 325-328.

**Wene, G. P, and L. W. Sheets.** 1965. Migration of beet armyworm larvae. J. Econ. Entomol. 58: 168-169.

收件日期：1992年3月18日

接受日期：1992年5月13日