



# Formosan Entomologist

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

## The Body Weight, Carbohydrate and Lipid Content of Various Aged Adults of the Tobacco Cutworm 【Research report】

### 斜紋夜蛾 (*Spodoptera litura* (F.)) 成蟲日齡與體重、碳水化合物及脂肪含量之相關性【研究報告】

Sheng-Chih Ou-Yang, Yau-I Chu  
歐陽盛芝、朱耀沂

\*通訊作者E-mail :

Received: Accepted: 1994/02/15 Available online: 1994/06/01

#### Abstract

Tobacco cutworm, *Spodoptera litura* (Fabricius), was reared on an artificial diet under constant conditions 25°C, 75±5% RH, 13L : 11D. The body weight and age of adults followed a linear regression relation. As the age increased, the body weight decreased. The body weight of living adults and those after freezing differed insignificantly. The lipid content was markedly influenced by the age of the adult, with the maximum content shown by the newly emerged adult. As age increased, the lipid content decreased. The content of carbohydrate showed an obvious decrease 24 h after emergence, but it increased for two-day-old adults. The carbohydrate content varied with age, sex, and body weight of the moth.

#### 摘要

以人工飼料於25°C, 75±5% RH, 13L : 11D 之恆定條件下, 累代飼育斜紋夜蛾 (*Spodoptera litura* (F.)) , 得知雌、雄蛾的體重與日齡間有迴歸直線關係, 即成蟲體重隨日齡增加而有下降之趨勢。存活時與經冷凍後成蟲體重間無顯著差異存在。不同日齡雌、雄蛾之脂肪含量以羽化時為最高, 此後隨日齡之增加, 脂肪含量有降低之趨勢。碳水化合物含量於1日齡時突然下降, 2日齡時上昇, 其後呈不穩變化。以路徑分析結果, 脂肪含量受日齡影響最大, 而成蟲日齡、性別及體重皆為影響碳水化合物含量的次要因子。

**Key words:** *Spodoptera litura*, age of adults, body weight, lipid content, carbohydrate content.

**關鍵詞:** 斜紋夜蛾、日齡、體重、脂肪含量、碳水化合物含量。

Full Text:  [PDF\(0.48 MB\)](#)

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

# 斜紋夜蛾(*Spodoptera litura* (F.))成蟲日齡與體重、碳水化合物及脂肪含量之相關性

歐陽盛芝 臺灣省立博物館動物學組 臺北市徐州路 48 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 113 巷 27 號

## 摘 要

以人工飼料於 25°C, 75±5%RH, 13L:11D 之恆定條件下, 累代飼育斜紋夜蛾 (*Spodoptera litura* (F.)), 得知雌、雄蛾的體重與日齡間有迴歸直線關係, 即成蟲體重隨日齡增加而有下降之趨勢。存活時與經冷凍後成蟲體重間無顯著差異存在。不同日齡雌、雄蛾之脂肪含量以羽化時為最高, 此後隨日齡之增加, 脂肪含量有降低之趨勢。碳水化合物含量於 1 日齡時突然下降, 2 日齡時上昇, 其後呈不穩變化。以路徑分析結果, 脂肪含量受日齡影響最大, 而成蟲日齡、性別及體重皆為影響碳水化合物含量的次要因子。

**關鍵詞:** 斜紋夜蛾、日齡、體重、脂肪含量、碳水化合物含量。

## The Body Weight, Carbohydrate and Lipid Content of Various Aged Adults of the Tobacco Cutworm

Sheng-Chih Ou-Yang Zoological Section, Taiwan Museum, 48, Hsueh Road, Taipei, Taiwan, R.O.C.

Yau-I Chu Department of Plant Pathology and Entomology, National Taiwan University, 27, Lane 113, Roosevelt Road, Sec. IV, Taipei, Taiwan, R.O.C.

## ABSTRACT

Tobacco cutworm, *Spodoptera litura* (Fabricius), was reared on an artificial diet under constant conditions 25°C, 75±5%RH, 13L:11D. The body weight and age of adults followed a linear regression relation. As the age increased, the body weight decreased. The body weight of living adults and those after freezing differed insignificantly. The lipid content was markedly influenced by the age of the adult, with the maximum content shown by the newly emerged adult. As age increased, the lipid content decreased. The content of carbohydrate showed an obvious decrease 24 h after emergence, but it increased for two-day-old adults. The carbohydrate content varied with age, sex, and body weight of the moth.

**Key words:** *Spodoptera litura*, age of adults, body weight, lipid content, carbohydrate content.

## 前 言

昆蟲通常以碳水化合物(Carbohydrate)作為活動時之能量來源，長距離遷移性昆蟲，於飛行初期利用碳水化合物的代謝系統，此後即改為利用脂肪或脂質(Fat or lipid)之代謝系統(Tojo, 1987)。Chapman (1982)指出遷移性鱗翅目昆蟲遷移時的能源是以脂肪為主，但在飛行初期仍使用碳水化合物。由於碳水化合物為水溶性，溶於昆蟲體液後可立即被利用，為昆蟲最常用的能源。唯體液含量有限，因而限制能利用的碳水化合物總量，加上每一單位重量的碳水化合物所產生之能量不到脂肪的一半，貯存時所需的空間也比脂肪大，因此在長時期飛行時，仍得由貯藏組織或脂肪體中分解脂肪，以供應能量(Nachtigall, 1974)。

斜紋夜蛾(*Spodoptera litura* (F.))已被證實為具有強大的飛行能力，常隨氣流遷飛數千公里之距離(Fox, 1976)。然對該蟲飛行時的代謝系統並未有明確之研究，為了探討斜紋夜蛾產生長距離遷移能力的機率，在本

研究針對與飛行潛力有關的日齡、體重、碳水化合物及脂肪含量，進行相關的試驗。

## 材料與方法

### 一、供試蟲源

自野外採得斜紋夜蛾之卵塊，以Ou-Yang and Chu (1988)的方法，用人工飼料累代飼育。於累代飼養期間，不定期補充由野外採得之卵塊，以便維持此族群之自然生物性質。將飼養所得之剛羽化雌蛾和雄蛾，分別放置於透明壓克力箱(30×30×30 cm)內，每日供應新鮮10%砂糖水。飼育及試驗皆在生長箱(25±1°C, 75±5%RH, 13L:11D)或室內(25~26°C, 18:00 關燈, 5:00 開燈)進行。

### 二、成蟲日齡與體重

將剛羽化之雌、雄蛾各50隻，單隻放在小檢驗杯(5.2×6.5×7 cm)中，並供應10%砂糖水，每日取出成蟲，單隻放入1號塑膠封口袋中，以電動天平稱取體重，然後再放回小檢驗杯，並更新砂糖水，直到供試蛾死亡

爲止。

### 三、成蟲活體重與冷凍後體重

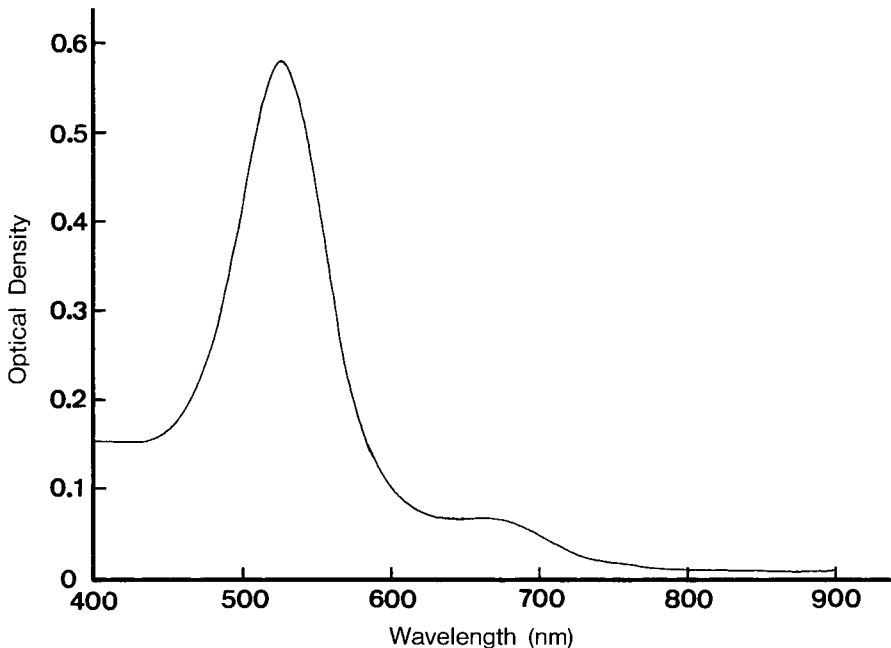
基於試驗需要，在下列試驗中所用的供試蛾是經過 $-20^{\circ}\text{C}$ 冰箱急速冷凍殺死後使用，因此先以2日齡雌、雄蛾各取50隻，放入1號塑膠封口袋中，以電動天平稱量活體重，然後放入 $-20^{\circ}\text{C}$ 的冰箱中急速冷凍，於1日後取出解凍，恢復室溫時，再稱量其體重。

### 四、不同日齡雌、雄蛾的碳水化合物及脂肪含量

在測定成蟲體內碳水化合物及脂肪含量之前，先取一隻供試蛾，參考 Van Handel (1985b) 的方法，略加修改應用。首先將斜紋夜蛾在含 0.5 ml Chloroform-methanol 的試管中磨碎，並緩慢搖動試管，將懸浮液移到乾淨的試管中，並加熱使溶液蒸發掉，然後在試管中加入 0.2 ml 的硫酸 (Sulfuric acid)，加熱 10 分鐘，冷卻後將此溶液移至

石英管中，加入 Vanillin 試劑，使石英管內的液體剛好爲 5 ml，充分混合均勻，溶液逐漸出現紅色，待顏色穩定時，以光電比色器 (Shimadzu, UV-visible recording, Spectrophotometer, UV-260) 測定不同波長之吸光值，如濃度過高，則稀釋後再測吸光值，以決定較適合的波長 (圖一)。然後採用福壽牌沙拉油 (治發實業股份有限公司製油廠出品) 當作標準脂肪 (Standard lipid)，以氯仿 (Chloroform) 配製成濃度 1、3、5、7 mg/ml 溶液，每一濃度用 3 重複，稀釋 250 倍，加反應試劑後，以光電比色器 (Sequoia-Turner, Model 340, Spectrophotometer)，在 525 nm 時測定吸光值，畫出標準曲線 (Calibration line) (圖二)。

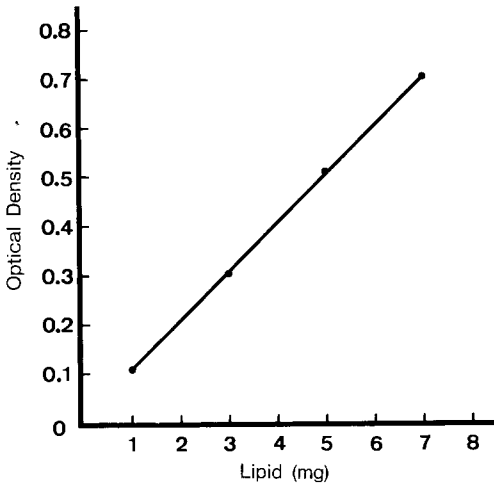
另參考 Van Handel (1985a) 的方法略加修改應用，即取一隻供試成蛾，放入含 5 ml Anthrone 試劑的試管中磨碎，將懸浮液移至



圖一 斜紋夜蛾所含的脂肪在不同波長下的吸光值。

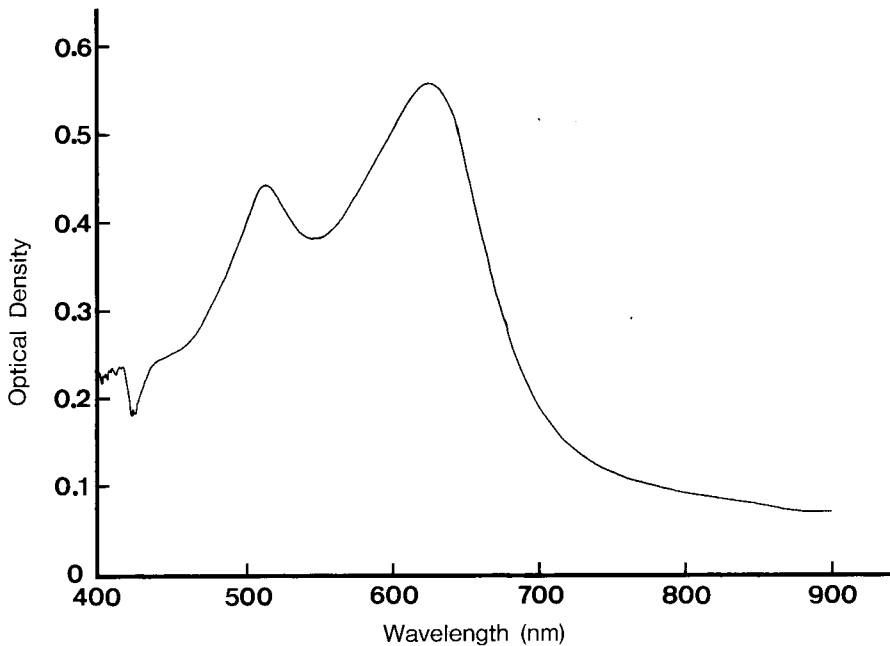
Fig. 1. Absorbance of lipid of *Spodoptera litura* as a function of wavelength.

乾淨的試管中，加熱 17 分鐘，冷卻後充分混合均勻，將溶液換到石英管中，以同上之



圖二 沙拉油在波長525 nm時的標準曲線。  
Fig. 2. Calibration line for soy bean oil at 525 nm.  
 $Y=0.0076+0.0996X$  ( $r^2=0.9998^{**}$ ).

Shimadzu 光電比色器測定不同波長下之吸光值，如濃度過高，則加以稀釋適當倍數後再測吸光值，以決定適合的波長(圖三)。再採用無水 $\alpha$ -D (+)-Glucose (Sigma Chemical Company 出品)當作標準碳水化合物，以蒸餾水配成 0.05、0.1、0.2、0.5、0.7、0.8 mg/ml 溶液，每一濃度用 3 重複，稀釋 50 倍後，加反應試劑以上述之 Sequoia-Turner 光電比色器，在波長 625 nm 時測定吸光值，畫出標準曲線(圖四)。根據上述預備試驗之結果，取羽化當日到 5 日齡雌、雄蛾各 50 隻，放入 1 號塑膠封口袋後置於 $-20^{\circ}\text{C}$ 冰箱急速冷凍，1 日後取出解凍，待恢復室溫時，就其體型特徵分別量出體重，體長，前翅長、寬度而計算出翅面積，並將體重除以(2×翅面積)算出翅荷重。再由每一處理組的 50 隻供試蛾中選取體重相近的 20 隻，分為兩組，應用上述經修改的 Van Handel (1985a, b)



圖三 斜紋夜蛾所含的碳水化合物在不同波長下的吸光值。  
Fig. 3. Absorbance of carbohydrate of *Spodoptera litura* as a function of wavelength.

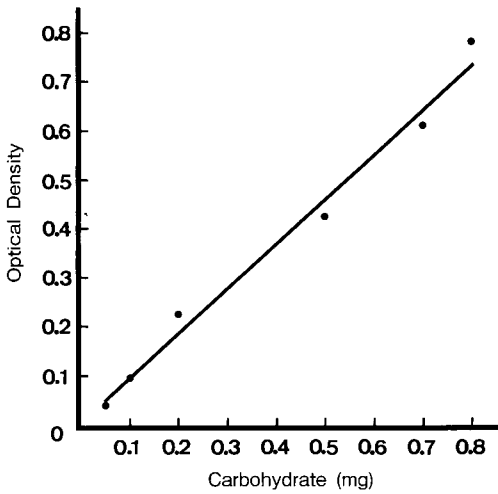
方法，分別在波長 625 nm 及 525 nm，測定每一隻成蟲在正常飼育下，其所具有的總碳水化合物及總脂肪含量。

## 結果與討論

### 一、成蟲日齡與體重

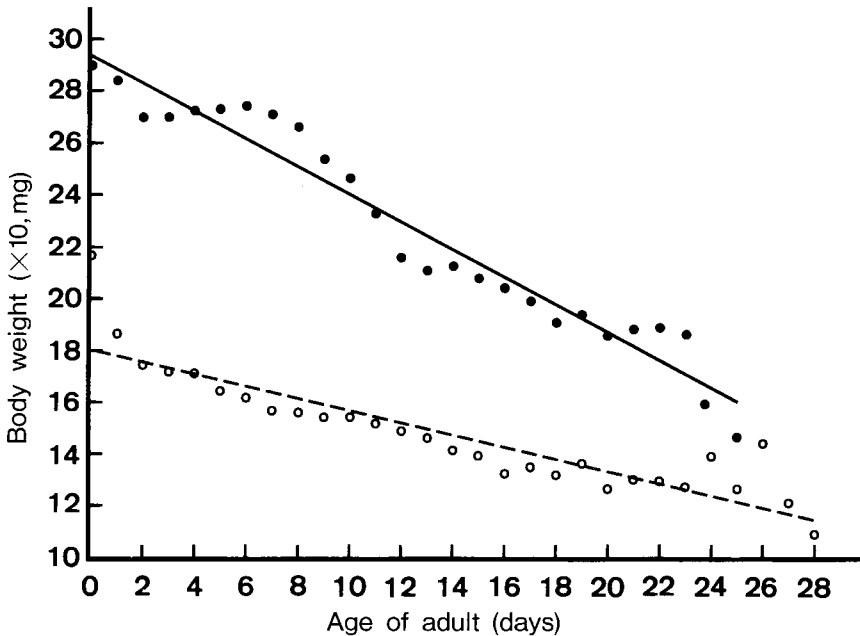
由圖五可知，雌蛾的體重普遍較雄蛾重。雌、雄蛾剛羽化時(0 日齡)的體重最重，雄蛾體重大致隨羽化日齡之增加而遞減，至 6 日齡逐漸死亡，自 0 至 5 日齡的平均體重，分別為 216.1、185.8、173.9、171.5、170.0、163.7 mg，雄蛾日齡(X, 日)與體重(Y, mg)之關係可以  $Y=180.0-2.3X$  ( $r=-0.8946^{**}$ )之迴歸直線表示，即二者呈負相關關係。

雌蛾至 8 日齡開始死亡，其在 0 至 5 日



圖四 葡萄糖在波長625 nm時的標準曲線。

Fig. 4. Calibration line for  $\alpha$ -D(+)-glucose at 625 nm.  $Y=0.0045+0.9145X$  ( $r^2=0.9851^{**}$ ).



圖五 斜紋夜蛾成蟲日齡與體重的關係。

Fig. 5. Relation between body weight and age of adults of *Spodoptera litura*.

- Female ( $n=50$ ),  $Y=293.1-5.3X$  ( $r=-0.9726^{**}$ ).
- ◊ Male ( $n=50$ ),  $Y=180.0-2.3X$  ( $r=-0.8946^{**}$ ).

齡的平均體重分別為 288.7、283.4、269.0、269.3、272.0、274.6 mg，即 2 日齡時體重一度下降，以後又逐漸上升，至 7 日齡時體重才隨日齡之增加而下降，此後雖偶有上升，但仍有隨日齡之增加而下降的趨勢，雌蛾日齡(X, 日)與體重(Y, mg)之關係可用  $Y = 293.1 - 5.3X$  ( $r = -0.9726^{**}$ ) 迴歸直線表示，二者間亦有極顯著之負相關關係。然體重隨日齡增加而下降的情形，於雌蛾更為明顯。

供試蛾的平均壽命，雄蛾為  $13.56 \pm 6.52$  天，雌蛾為  $15.84 \pm 5.27$  天，此結果與 Ou-Yang and Chu (1990) 所測之未配對雄、雌蛾的平均壽命各為 13.74 天、15.02 天大致相同。

## 二、成蟲活體重與冷凍後體重

根據試驗結果 2 日齡雌、雄蛾的平均活體重分別為 147.7 mg 及 206.9 mg，凍死後的平均體重分別為 147.6 mg 及 205.7 mg (表一)，即死亡後體重略微減輕，可能是冰凍過程中排泄所致，但經變方分析結果，雌、雄蛾二者在冰凍前後之體重無顯著差異存在，因此在下列試驗中即使用凍死之蟲體，在體重上仍具相同代表性。

雖然此試驗的供試蛾平均體重較前項試驗輕，但因各試驗皆無法重複使用同一隻供試蛾，只能就每一批飼養所得的雌、雄蛾

表一 斜紋夜蛾活體重與冰凍後體重之變化  
Table 1. Variation of body weight in adult *Spodoptera litura* before and after freezing<sup>1)</sup>

Freezing	Body weight (mg)	
	Male <sup>2)</sup>	Female <sup>2)</sup>
Before	147.7 ± 21.9a	206.9 ± 23.1a
After	147.6 ± 21.9a	205.7 ± 23.0a

1) Each test estimated with 50 individuals.

2) Means within a vertical line followed by the same letter differ insignificantly for  $p < 0.05$ , according to Duncan's new multiple range test.

中，選取較適當日齡的成蟲供試，因此難以完全控制其平均體重至均一的程度，唯此並不影響試驗的結果。

## 三、不同日齡雌、雄蛾的碳水化合物及脂肪含量

由於利用吸光值測定斜紋夜蛾的碳水化合物及脂肪含量前，得先選擇適合的波長，再以此設定之波長，測出標準曲線，以便由吸光值推算出含量。

由圖一可知，成蟲所含的脂肪在波長 400 ~ 450 nm 的吸光值約為 0.15，以後其吸光值隨波長增加而增加，至波長 525 nm 時達到最高，然後隨波長增加而下降，因此選定波長 525 nm 為測定脂肪含量最適合的波長。圖二顯示沙拉油在波長 525 nm 時的標準曲線，由於斜紋夜蛾的脂肪成分複雜，難以決定以何種成分為標準脂肪，因此仿 Van Handel (1985b) 的方法，以沙拉油為標準來測定，結果脂肪含量(X, mg)與吸光值(Y)之間呈  $Y = 0.0076 + 0.0996X$  ( $r^2 = 0.9998^{**}$ ) 的迴歸直線關係，由相關係數可知，存在極顯著之正相關關係。

圖三指出成蟲所含的碳水化合物在不同波長下，呈現二個高峰，主要高峰在 625 nm，次高峰在 510 nm，因此選定波長 625 nm 為測定碳水化合物最適合的波長。接著參考 Van Handel (1985a) 的方式，測試葡萄糖在此波長下的標準曲線，結果碳水化合物含量(X, mg)與吸光值(Y)之間存在  $Y = 0.0045 + 0.9145X$  ( $r^2 = 0.9851^{**}$ ) 迴歸直線關係，且具有極顯著之正相關關係。因此可根據以上結果，進一步測知不同日齡斜紋夜蛾的總脂肪含量和總碳水化合物含量。

剛羽化成蟲至 5 日齡雌、雄蛾的體重、體長、翅長、翅面積、翅荷重、碳水化合物及脂肪含量表示在表二。其中雌、雄蛾體重皆以剛羽化時最重，大致上隨日齡增加而體

重下降，雌蛾各日齡之體重間無顯著差異存在，雄蛾在5日齡時體重最輕。成蟲平均體長在18.4~20.9 mm範圍內，雄蛾仍以剛羽化時體長最長，0~2日齡雌蛾間無顯著差異存在，這種各日齡成蟲間的體長變化原因，可能如Shih and Chu (1987)所提鱗翅目昆蟲身上鱗粉及翅緣甚為脆弱，常隨活動頻率增加而易脫落或破損有關。各日齡雌蛾的翅面積皆大於同齡的雄蛾，唯翅面積與日齡間並無規律性的關係，此乃因本試驗之供試蛾並非取自相同個體經連續數日測得數據，而是各日齡成蟲皆來自不同批的飼養個體，因此在體型特徵上難免有些差異存在，但族群特性仍然表現一致，所以體重與日齡之關係仍可看出。而且限於飼養空間，羽化後的成蟲乃群體放入透明壓力箱中飼育，彼此間會碰撞，難免導致鱗粉脫落或翅膀磨損，因此也影響了翅荷量。由表二中得知，翅荷量以剛羽化時最高，雌蛾普遍較雄蛾大，由於翅荷量相當於每隻成蟲翅膀單位面積所負荷的相對體重，換言之，本試驗結果顯示雌蛾飛翔時翅膀的負荷較雄蛾大，由此推測，雄蛾在構造上顯然較雌蛾更適合遷移飛翔。至於碳水化合物的含量，除了3日齡雌蛾外，各日齡雌蛾的含量皆較同齡雄蛾高，由於在試驗中有供應砂糖水，根據觀察得知，成蟲多在夜間吸食補充營養，0及1日齡供試蛾多未取食，因此碳水化合物含量於1日齡時突然下降，由於獲得外界補充而在2日齡時上昇，其後呈不穩變化。此外，雌、雄蛾的脂肪含量均以剛羽化時最高，此後隨日齡增加而有降低的趨勢。由此判斷，剛羽化的成蟲，其體型特徵完整，碳水化合物及脂肪含量充裕，乃最具飛翔潛力的階段。

爲了進一步了解表二中各因子是否與碳水化合物及脂肪含量有關聯，特以路徑分析法加以分析。結果各因子對脂肪含量的貢獻

度，以日齡佔48.06%爲最大，性別只佔0.73%，體重佔7.75%，體長佔7.12%，翅面積佔2.19%，其餘的34.15%爲未在此考慮的因素(圖六)，證實了斜紋夜蛾的脂肪含量主要受日齡影響。

而碳水化合物含量與日齡、性別、體重、體長、翅面積等因子的路徑分析結果如圖七，其中各因子對碳水化合物含量的貢獻，日齡佔18.51%，性別佔13.21%，體重佔9.14%，體長佔0.63%，翅面積佔0.28%，其餘的58.23%爲未在此考慮的因素。可知主要影響因子並未找到，成蟲日齡、性別及體重皆爲影響碳水化合物含量之次要因子。

由於長距離遷移性的昆蟲，於飛行初期利用碳水化合物，繼續飛行時改爲利用脂肪(Chapman, 1982; Tojo, 1987)。這些能量平常貯存於昆蟲體內，需要時再分解、運輸至各處。因此若將此項試驗資料配合日後探討飛翔不同時間後能量含量的變化，當可作爲判斷其遷移潛能的另一佐證。

## 結 論

斜紋夜蛾已證實具有強大的飛翔能力。由本試驗結果得知，0至5日齡成蟲中以剛羽化的雌、雄蛾體重最重，翅荷量最高，體型特徵最完整，碳水化合物及脂肪含量充裕，爲最具飛翔潛力的階段。因爲雌蛾的體重較雄蛾重，翅荷量亦較雄蛾大，故雄蛾在構造上較雌蛾更適合遷移飛翔，因此認爲剛羽化雄蛾產生長距離遷移能力的機率最大。

## 誌 謝

本研究承蒙國家科學委員會(NSC-78-0409-B002-11)經費補助，國立臺灣大學植物病蟲害學系徐教授爾烈借用光電比色器等試



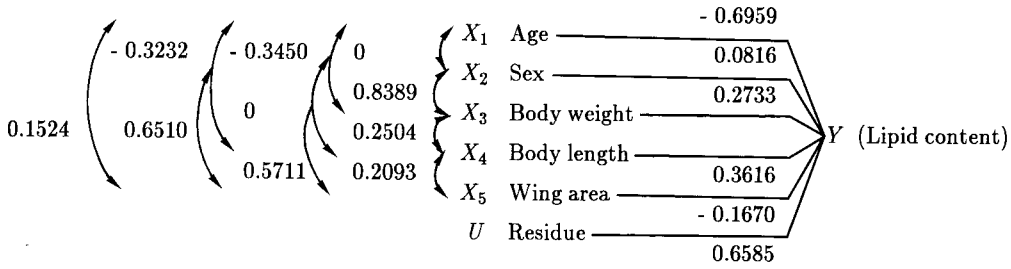
表二 不同日齡斜紋夜蛾雌、雄蛾的體重、體長、翅面積、翅荷量、及脂肪、碳水化合物含量的關係

Table 2. Content of carbohydrate and lipid of *Spodoptera litura* of varied age in relation to body weight, body length, wing area and wing loading of adult ( $\bar{X} \pm S.D.$ )<sup>1)</sup>

Sex	Age (days)	Average body weight (mg) <sup>2)</sup>	Average body length (mm) <sup>2)</sup>	Average wing area (mm <sup>2</sup> ) <sup>2)</sup>	Average wing loading (mg/mm <sup>2</sup> ) <sup>2)</sup>	Total carbohydrate content / adult(mg) <sup>2)</sup>	Total lipid content / adult (mg) <sup>2)</sup>
Male	0	226.0 ± 31.7 b	20.9 ± 1.1 a	94.0 ± 6.0 de	1.2008 ± 0.1343 b	0.3781 ± 0.0478 bcd	6.1516 ± 0.7979 bc
	1	162.9 ± 25.1 c	19.5 ± 1.1 cde	95.1 ± 8.0 d	0.8574 ± 0.1152 fg	0.2059 ± 0.0517 f	5.5211 ± 0.6377 de
	2	157.3 ± 23.2 cd	19.7 ± 0.9 cd	88.1 ± 7.6 g	0.8917 ± 0.0991 f	0.3928 ± 0.0725 bc	5.9729 ± 0.7741 bcd
	3	155.6 ± 19.8 cd	19.4 ± 0.9 cde	93.4 ± 5.7 def	0.8341 ± 0.1006 gh	0.3972 ± 0.0453 bc	5.3233 ± 0.5189 ef
	4	145.8 ± 19.8 de	18.9 ± 0.9 f	91.0 ± 5.6 efg	0.8007 ± 0.0948 hi	0.3279 ± 0.0513 de	4.8654 ± 0.6561 fg
	5	141.7 ± 26.0 e	18.4 ± 1.2 g	90.2 ± 7.0 fg	0.7848 ± 0.1246 i	0.3817 ± 0.0408 bcd	5.0050 ± 0.3043 efg
Female	0	285.9 ± 37.5 a	20.2 ± 1.0 b	100.5 ± 9.1 c	1.4233 ± 0.1379 a	0.4332 ± 0.0459 b	7.0121 ± 0.8093 a
	1	239.3 ± 39.6 b	20.3 ± 1.2 b	104.0 ± 10.7 ab	1.1473 ± 0.1277 cd	0.2935 ± 0.0451 e	6.4669 ± 0.5742 ab
	2	231.4 ± 33.0 b	20.2 ± 1.0 b	101.5 ± 8.7 bc	1.1387 ± 0.1207 cde	0.4008 ± 0.0637 bc	5.5763 ± 0.6442 cde
	3	229.9 ± 33.6 b	19.3 ± 1.1 de	105.1 ± 8.6 a	1.0962 ± 0.1454 e	0.3471 ± 0.0611 cde	5.5542 ± 0.5519 cde
	4	236.8 ± 32.9 b	19.2 ± 1.2 ef	106.1 ± 7.8 a	1.1150 ± 0.1175 de	0.5447 ± 0.1140 a	4.7912 ± 0.5319 fg
	5	234.5 ± 32.9 b	19.9 ± 1.0 bc	99.9 ± 12.4 c	1.1754 ± 0.0946 bc	0.5429 ± 0.0690 a	4.4347 ± 0.4653 g

1) Each test involved 50 specimens; 10 specimens were used for analysis of total carbohydrate content and 10 specimens for analysis of total lipid content.

2) Means within a vertical line followed by the same small letter differ insignificantly for  $p < 0.05$ , according to Duncan's new multiple range test.

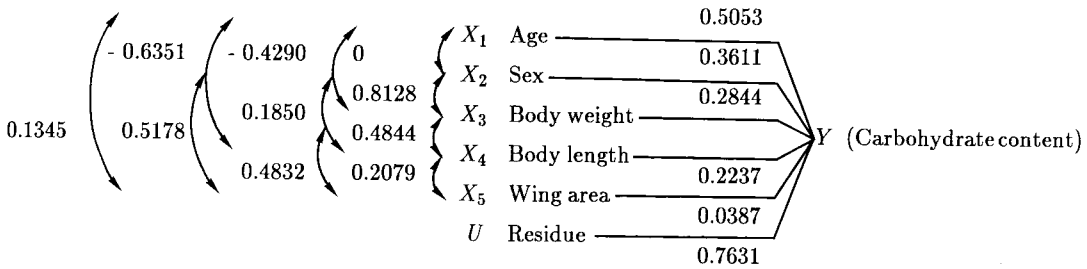


Parameters making a contribution to  $Y$  are :

$X_1$  : 48.06%,  $X_2$  : 0.73%,  $X_3$  : 7.75%,  $X_4$  : 7.12%,  $X_5$  : 2.19%,  $U$  : 34.15% .

圖六 斜紋夜蛾的脂肪含量與日齡、性別、體重、體長、翅面積等因素的路徑分析圖。

Fig. 6. Path analysis of lipid content of adults of *Spodoptera litura* in relation to age, sex, body weight, body length and wing area.



Parameters making a contribution to  $Y$  are :

$X_1$  : 18.51%,  $X_2$  : 13.21%,  $X_3$  : 9.14%,  $X_4$  : 0.63%,  $X_5$  : 0.28%,  $U$  : 58.23% .

圖七 斜紋夜蛾的碳水化合物含量與日齡、性別、體重、體長、翅面積等因素的路徑分析圖。

Fig. 7. Path analysis of carbohydrate content of adults of *Spodoptera litura* in relation to age, sex, body weight, body length and wing area of adults.

驗儀器及試驗場所，魏鳳樑博士之協助，謹此申謝。

### 參考文獻

Chapman, R. F. 1982. The Insects: Structure and Function. 3rd ed. Harvard

University Press, 919pp.

Fox, K. J. 1976. Migrant Lepidoptera in New Zealand 1974-1975. N. Z. Entomol. 6: 199-200.

Nachtigall, W. 1974. Insect in Flight. McGraw-Hill Book Company, New York, 153pp.

- Ou-Yang, S. C., and Y. I. Chu.** 1988. The comparison of the development of the tobacco cutworm (*Spodoptera litura* (F.)) reared with natural and artificial diets. Chinese J. Entomol. 18: 143-150 (In Chinese).
- Ou-Yang, S. C., and Y. I. Chu.** 1990. Biology of the tobacco cutworm (*Spodoptera litura* (F.)) II. The longevity and mating ability of adult. Chinese J. Entomol. 10: 27-36 (In Chinese).
- Shih, C. J., and Y. I. Chu.** 1987. Discrimination of the adult age structure of *Spodoptera litura* by the degree of body wearing. Chinese J. Entomol. 7: 31-36 (In Chinese).
- Tojo, S.** 1987. Physiology, induction and genetic variation of immigrants in the long-range migratory insect pests. Plant Protection 41: 534-538 (In Japanese).
- Van Handel, E.** 1985a. Rapid determination of glycogen and sugars in mosquitoes. J. Am. Mosq. Control Assoc. 1: 299-301.
- Van Handel, E.** 1985b. Rapid determination of total lipids in mosquitoes. J. Am. Mosq. Control Assoc. 1: 302-304.

收件日期：1993年11月3日

接受日期：1994年2月15日