



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

Life History, Feeding and Oviposition Preferences of Water Hyacinth Weevils, *Neochetina eichhorniae* Warner (Coleoptera : Curculionidae) 【Research report】

布袋蓮象鼻蟲 (*Neochetina eichhorniae* Warner)之生活史、取食及產卵偏好性【研究報告】

Chain-Ing T.shih, Hon-Yi Chen, Chain-Ji Wang, Hung-Yi Chang
施劍瑩、陳弘煜、王前智、張弘毅

*通訊作者E-mail :

Received: Accepted: 1994/01/26 Available online: 1994/06/01

Abstract

The duration of egg, three larval, and pupal stages of water hyacinth weevils, *Neochetina eichhorniae* Warner were 11.7, 13.9, 11.0, 14.5, and 22.0 days, respectively, the total immature stages required 83.0 days at 25°C. The larvae tunneled down the leaf petioles and expanded the width of head capsule with their growth. The width of head capsules was found significantly different among the instars, by which the instar of the larvae could be determined. The adults preferred to feed on downward surface and upper petiole of a leaf and such feeding behavior was not influenced by temperatures. However, the amount of food intake by adult weevils, by means of feeding scars count, was increased with temperature up to 30°C and then decreased there after. The weevils were negative phototaxis since more feeding scars were found in the sxotophase and on the leaf parts under shading. The females made a higher daily number of feeding scars where the most of eggs were laid and both sexes preferred to feed on the upper petiole.

摘要

布袋蓮象鼻蟲 (*Neochetina eichhorniae*) 之發育期有卵、1齡、2齡、3齡幼蟲及蛹期，分別需11.7, 13.9, 11.0, 14.5 及 22.0 天。卵至成蟲期需83.0天。幼蟲蛀食葉柄，頭殼寬度隨其齡期之增長而遞增，且各齡幼蟲頭殼寬度相當一致，齡間差異顯著、可為鑑定幼蟲齡別之依據。雌雄成蟲偏好取食於同一葉片之葉背及上葉柄部取食；溫度未改變其取食不同葉部位之偏好性。象鼻蟲成蟲具強背光性，於黑暗期之食痕數及背光隱蔽部位葉片之食痕數均高於面光部位及光晝期；因此、於較暗條件下其取食行為已不受光的影響。雌蟲之取食量顯著高於雄蟲，而兩者均偏好取食上葉柄部。本蟲之發育期長短、取食量及產卵量受光照或黑暗期之影響，及雌雄性對不同葉序、葉部位具不同之偏好性等。

Key words: Life history, phototaxi, phenetic preference.

關鍵詞: 生活史、光週期、取食偏好、產卵偏好。

Full Text:  [PDF\(0.62 MB\)](#)

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

布袋蓮象鼻蟲(*Neochetina eichhorniae* Warner) 之生活史、取食及產卵偏好性

施劍鏐、陳弘煜、王前智 國立中興大學昆蟲學系 台中市國光路 250 號

張弘毅 行政院農業委員會 台北市南海路 37 號

摘 要

布袋蓮象鼻蟲(*Neochetina eichhorniae*)之發育期有卵、1 齡、2 齡、3 齡幼蟲及蛹期，分別需 11.7, 13.9, 11.0, 24.5 及 22.0 天。卵至成蟲期需 83.0 天。幼蟲蛀食葉柄，頭殼寬度隨其齡期之增長而遞增，且各齡幼蟲頭殼寬度相當一致，齡間差異顯著、可為鑑定幼蟲齡別之依據。雌雄成蟲偏好取食於同一葉片之葉背及上葉柄部取食；溫度未改變其取食不同葉部位之偏好性。象鼻蟲成蟲具強背光性，於黑暗期之食痕數及背光隱蔽部位葉片之食痕數均高於面光部位及光晝期；因此、於較暗條件下其取食行為已不受光的影響。雌蟲之取食量顯著高於雄蟲，而兩者均偏好取食上葉柄部。本蟲之發育期長短、取食量及產卵量受光照或黑暗期之影響，及雌雄性對不同葉序、葉部位具不同之偏好性等。

關鍵詞：生活史，光週期，取食偏好，產卵偏好。

Life History, Feeding and Oviposition Preferences of Water Hyacinth Weevils, *Neochetina eichhorniae* Warner (Coleoptera: Curculionidae)

Chain-Ing T. Shih, Hon-Yi Chen, Chain-Ji Wang Department of Entomology, National Chung Hsing University, Taichung 402, Taiwan, R.O.C.

Hung-Yi Chang Council of Agriculture, Executive Yuan, 37 Nan Hai Road, Taipei, Taiwan R.O.C.

ABSTRACT

The duration of egg, three larval, and pupal stages of water hyacinth weevils, *Neochetina eichhorniae* Warner were 11.7, 13.9, 11.0, 14.5, and 22.0 days, respectively, the total immatural stages required 83.0 days at 25°C. The larvae tunnelled down the leaf petioles and expanded the width of head capsule with their growth. The width of head capsules was found significantly different among the instars, by which the instar of the larvae could be determined. The adults preferred to feed on downward surface and upper petiole of a leaf and such feeding behavior was not influenced by temperatures. However, the amount of food intake by adult weevils, by means of feeding scars count, was increased with temperature up to 30°C and then decreased there after. The weevils were negative phototaxis since more feeding scars were found in the scotophase and on the leaf parts under shading. The females made a higher daily number of feeding scars where the most of eggs were laid and both sexes preferred to feed on the upper petiole.

Key words: Life history, phototaxi, phenetic preference.

前 言

布袋蓮(*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.)原產南美洲巴西(Mercado, 1979),因其漂浮或水底著生的適應力,對不利環境之高度容忍力、具營養體及種子生殖之雙重繁殖方式、高生物質量之增長力,及優越競爭力等特性,而成爲世界十大雜草之一(Holm, *et al.* 1977);布袋蓮除在其原產地外,於其它地區均未發現有效而可被利用的節肢動物天敵(Bennett and Zwolfer, 1968)。近三十年來於南美洲布袋蓮原產地調查,發現、評估及被廣泛利用之主要天敵有兩種象鼻蟲(*Neochetina eichhorniae*, *N. bruchi*),一種螟蛾(*Sameodes alboguttalis*),一種蝗蟲(*Cornops aquaticum*),及一種蟻類(*Orthogalumna terebrantis*) (Cromroy, 1983; DeLoach, 1976; DeLoach and Cardo, 1976ab; 1978; 1982; Guido and Perkin,

1975)。其中以象鼻蟲利用於防治布袋蓮最爲廣泛而成功(Bashiret *et al.* (Sudan), 1984; Cillier, 1989; DeLoach and Cardo, 1983; Fayad, 1984; Goyer and Stark, 1984; Harley, 1990; Soerjani, 1978)。

布袋蓮象鼻蟲(*N. eichhorniae* Warner)具卵、三幼蟲、蛹及成蟲等期,各發育期之長短,成蟲之產卵期、產卵量等生活史,因引入地區之不同,常異於該蟲在其原產地之表現(Center, 1982; DeLoach and Cardo, 1976a,b; Harley, 1990; Perkin, 1972; Stark and Goyer, 1983)。引進布袋蓮象鼻蟲防治布袋蓮,除要針對其寄主範圍及專一性嚴格篩選及測試外,同時應對該蟲在引進地區進行其生物、生態及行爲特性等之測試(Center, 1982; Center and Dray, Jr., 1992; DeLoach, 1976; DeLoach and Cardo, 1976a,b; Goyer and Stark, 1984; Harley, 1990; Jayanth, 1987; Nagarketti and Jayanth,

1984; Stark and Goyer, 1983)。本天敵成蟲之取食行爲，取食量及產卵量等因引進地區之環境而有不同之表現外，亦受植株年齡、季節、成蟲日齡(DeLoach and Cordo, 1976a)、同植株之葉齡(Center, 1981; Center and Wright, 1991; DeLoach and Cardo, 1976a)、同一葉之不同部位(Stark and Goyer, 1983)、溫度(DeLoach and Cardo, 1976b)、光週期(Stark and Goyer, 1983)等之影響。影響布袋蓮象鼻蟲食性及活動等之行爲，則主要歸因於各葉齡，葉部位所散發之誘引化學物質(Center and Wright, 1991; Harley, 1990)；且該等資料有助於今後田間取樣、採集等之精準及工作簡化之主要參考。針對引進 *N. eichhorniae* 防治布袋蓮，筆者於 1992 年 10 月 12 日自 BIOTROP Bogor, Indonesia 引進 *N. eichhorniae*，並於實驗室中進行 *N. eichhorniae* 之生活史、發育速率、生活習性及對布袋蓮各部位之偏好性等研究。

材料與方法

一、室內飼育技術與生活史

分別移 *N. eichhorniae* 雌雄成蟲各 8~9 隻於 15 個壓克力罐(12cm dia.×21.5cm)內之布袋蓮植株上，讓其產卵 24 小時後，置布袋蓮葉片於解剖顯微鏡(40×)下，以蟲針挑取 260 粒卵備用。自網室栽培所獲之布袋蓮中，選取大小相近、具有 9~11 片葉的植株，取其上第 3~5 葉之球狀膨脹葉柄，截去二端之柄基及葉片；將前述取得之 260 粒卵移入其中，然後將此球狀含卵之葉柄正置於一透明塑膠罐(2.8cm dia.×5.8cm)之罐口，每日注水至罐 1/3 處，並讓葉柄末端浸於水中，同時檢查記錄卵之孵化情形。甫孵化之一齡幼蟲及初蛻之二齡幼蟲，即以解剖顯微

鏡內測微器測量其頭殼寬度，隨後將該幼蟲分別移入新備的球狀葉柄內，再正置於同前述之盛水塑膠罐之罐口。每日就接蟲部位、葉片割痕處檢視幼蟲，且每 2~3 天將幼蟲取出移入更新供食之球狀葉柄部。幼蟲蛻化爲第三齡蟲時，將其移入僅留 3~5 葉之布袋蓮植株上之第 3 葉內，置該植株於壓克力罐內水中。於罐壁及罐底包裹黑色臘紙，以利象鼻蟲化蛹，每天檢視其化蛹情形。當老熟三齡幼蟲由葉基鑽出潛入水中結繭化蛹後，罐內的水改用二組橡皮軟管抽換，即以一組吸水、一組加水之方式換新，以避免蛹離水死亡。所有試驗皆在光週期爲 12L:12D、溫度 $25.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$ 之生長箱內進行。

二、雌性 *N. eichhorniae* 成蟲對不同葉部的產卵偏好

取田間大小相近具有 9~11 葉片之布袋蓮植株，每株保留第 3 或 4 葉片，置入壓克力罐中並供以足量的水以防止葉片枯萎。每罐移入一對象鼻蟲成蟲於葉片上，並以橡皮圈固定 32 目白紗網封住罐口，24 小時後將成蟲移至新備之壓克力罐植株葉片上，如此連續 10 天每天重覆設置 25 罐植株及象鼻蟲，共組成 250 個供食裝置。爾後置於光週期爲 12L:12D、溫度爲 $25.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$ 之生長箱內。每罐每天均加水至 1/4 罐高，以保持充分之水份供植株生長。各罐之植株移蟲後第四天，於解剖顯微鏡下檢查葉片內之象鼻蟲卵，並記錄葉上每粒卵的位置。爲區分象鼻蟲對同一葉各部位之產卵偏好，將每布袋蓮葉分爲(1)葉表面，(2)葉背面，(3)葉柄細頸部，(4)葉柄膨脹部，及(5)葉柄基部等五部位。

三、溫度及不同葉部位對 *N. eichhorniae* 成蟲取食及產卵之影響

於光週期 12L:12D，溫度分別設定爲 15、20、25、30、35 $^\circ\text{C}$ 之植物生長箱內，每

溫度處理放置8組壓克力罐，每罐含一株帶根且僅留第3或第4葉之布袋蓮植株。每株於接入 *N. eichhorniae* 成蟲一對後，罐口即罩以透明白紗網。24小時後，將 *N. eichhorniae* 分別移入新的壓克力罐內之布袋蓮植株上。此步驟重覆進行四天，每次換下布袋蓮後，即觀察 *N. eichhorniae* 成蟲之食痕數，並於4日後於解剖顯微鏡下檢視其產卵數。植株上之食痕則依(1)葉表面，(2)葉背面，(3)葉柄細頸部，(4)葉柄膨脹部及(5)葉柄基部等分別加以記錄。

四、光照、性別對 *N. eichhorniae* 成蟲取食行爲之影響

1. 光照對 *N. eichhorniae* 成蟲取食行爲之影響

本試驗於溫度 30°C 及 12L : 12D 光週期之植物生長箱內進行。同前述之壓克力罐八組、內各置一片僅留第三葉之布袋蓮植株及一對象鼻蟲成蟲，於每 12 小時光照與黑暗期更替時，將該對象鼻蟲移入新置之壓克力罐裝布袋蓮植株上，重覆處理 4 天。每 12 小時依不同葉片部位檢視其食痕數並分別記錄之。

2. 性別對 *N. eichhorniae* 成蟲取食行爲之影響

於 30°C，光週期 12L : 12D 之生長箱中。將 *N. eichhorniae* 雌、雄成蟲各 8 隻，分別置於壓克力罐內僅具第三或第四片布袋蓮葉片之植株上，經 24 小時後將該蟲移至新的壓克力罐內植株上，如此連續 4 天。每 24 小時觀察記錄雌、雄 *N. eichhorniae* 之食痕，並依上述葉片分區方法記錄每葉片不同部位上之食痕數。

結果與討論

一、室內飼育技術與生活史

N. eichhorniae 之雌成蟲產卵於布袋蓮葉片表皮層下，很少把卵產於深層之葉肉組織內。新產於葉片的卵呈透明卵形，如產於葉柄基部則常呈細長橢圓形，其形狀似受其所產之布袋蓮葉片部位而異。於 25°C 下，卵經 4-5 天後，轉變為黃褐色，卵期平均 11.7 天(表一)。

N. eichhorniae 幼蟲分三個齡期，剛孵化之一齡及新蛻皮的二、三齡幼蟲體及頭殼皆為白色，取食後體色漸轉為黃色，頭殼色澤則轉褐色。第一齡期需 13.9 天、第二齡期需 11.0 天及第三齡期需 24.5 天(表一)。初蛻幼蟲之平均頭殼寬度隨齡期的增加而變寬，第一齡幼蟲為 0.29cm、第二齡幼蟲為 0.43cm 及第三齡幼蟲為 0.58cm (表一)。DeLoach and Cordo (1976a,b) 在原產地阿根廷於光週期 16L : 8D 25°C 條件下測得卵期平均 9.2 天，幼蟲第一齡期 15 天，第二齡期 20 天及第三齡期 15 天，除卵期及第三齡期外，該等發育期所需時間均較本研究結果為長。其它各引進國對本蟲發育期之測定溫度均依當地條件設為 30°C，其溫度雖高於本研究所設之溫度，但因此等研究結果的資料甚少，故仍有對照參考之價值，茲分別簡述如次：Stark and Goyer (1983) 在美國路易斯安納州於溫度 30°C、相對濕度 70% 及光週期 14L : 10D 的環境下，測得卵期平均 8.0 ± 0.1 日，幼蟲期平均要 40.5 ± 0.8 天較本研究為短 ($t=3.86$, $p=0.05$, $df=15$)。Nepompeth (1993, per. Comm.) 在泰國報導於 $24.29 \pm 0.7^\circ\text{C}$ 、相對濕度 $60.75 \pm 1.93\%$ 、自然光照下卵期 7.43 ± 1.53 日，亦較本研究結果為短 ($t=5.04$, $p=0.01$, $df=43$)，幼蟲期 48.42 日。Stark and Goyer (1983) 幼蟲頭殼寬度分別是：一齡幼蟲 0.36 ± 0.10 公厘，二齡幼蟲 0.56 ± 0.10 公厘，以及三齡幼蟲 0.76 ± 0.10 公厘，均寬於本實驗所獲之幼蟲頭

表一 於25°C時 *Neochetina eichhorniae* 幼蟲發育所需時間及頭殼寬度

Table 1. Durations and head-capsule width of immature *Neochetina eichhorniae* at 25°C

Stages	Durations(days)			Head-capsule widths(mm)	
	No. obs.	Mean±SD.	Mortality	No.obs.	Mean±SD.
Egg	260	11.7±1.1	7.8%	—	—
1st instar	10	13.9±2.1	—	147	0.29±0.01
2nd instar	7	11.0±1.6	—	15	0.43±0.02
3rd instar	4	24.5±3.1	57.1%	12	0.58±0.02
Immature subtotal	4	61.1±8.69	—	—	—
Pupal	2	22.0±1.4	50.0%	—	—
Total	2	83.0±9.67	—	—	—

殼寬度。Nepompeth (1993, per. Comm.)分幼蟲為五齡期，此種分 *N. eichhorniae* 幼蟲為五齡之方法與 DeLoach and Cordo (1976 a) 之分法迥異，但其1、2、4齡則與 DeLoach and Cordo 和本試驗的1、2、3齡相同；Nepompeth 所穫之各齡初蛻幼蟲頭殼寬度為 0.23 ± 0.3 , 0.31 ± 0.02 , 及 0.58 ± 0.02 公厘，除第三齡幼蟲頭殼外，均狹窄於本研究結果。總之，於30°C下本蟲之發育速率應較25°C下為高；各齡幼蟲頭殼寬度似隨飼育環境條件及布袋蓮植株生長勢之不同而有差異，但在各地區所獲之資料而言，其變異(variance)均小於平均值之十分之一，尤其本研究結果之資料穩定性極高($m > 20 \times SD$) (表一)，故頭殼寬度可為確認幼蟲齡期之依據。

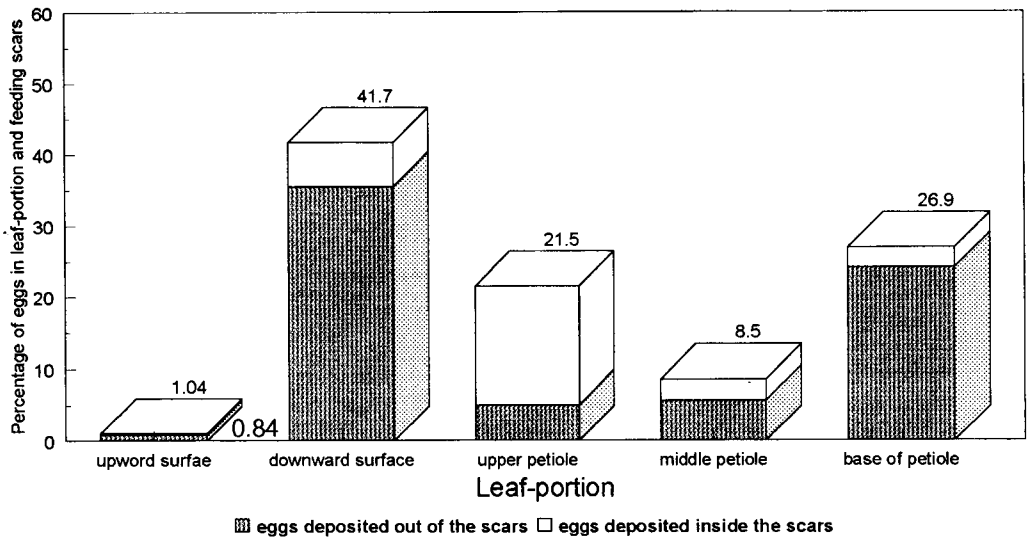
一齡幼蟲孵化後在布袋蓮葉片組織內循葉柄往基部蛀食，各期幼蟲於葉柄內完成發育，三齡老熟幼蟲自葉柄基部鑽出潛入水中纏繞根毛及水中雜物結繭化蛹。繭呈圓球狀，其直徑平均為0.63公分，在25°C下蛹期平均為22.0天(表一)。Harley (1990)報導25°C下蛹期14-20天，而卵至蛹羽化為成蟲約為96~124天，與本研究結果相似。

Stark and Goyer (1983)以水族箱或1公升玻璃瓶飼育幼蟲，但試驗室中飼育之三齡幼蟲雖潛入根系然均未能化蛹。本試驗最

初飼育 *N. eichhorniae* 於透明壓克力小容器(12cm dia×21.5cm)中之布袋蓮植株上，幼蟲亦均未能化蛹。此種高死亡率可歸因於(1)水的容量小、水質不良及水之含氧量低，(2)蛹對光照敏感，及(3)蛹室離開水面而破壞其呼吸功能等；其中又以水之含氧量及蛹室離開水面之影響似較為明顯；此亦可能為其羽化與否之關鍵因素。本試驗經改良方法後，於三齡幼蟲移入布袋蓮植株時，即以黑色臘光紙完全包裹壓克力罐外圍，每兩天用二組橡皮軟管以一組進水一組吸水的方式換水來保持水質，並避免蛹繭突出水面，結果蛹可發育正常且能獲羽化之成蟲。另於大型飼育箱(50公升)內，注以地下水促進更換箱內水之方法，已獲大量之羽化成蟲。

二、*N. eichhorniae* 雌蟲對不同葉部的產卵偏好

雌成蟲產卵於布袋蓮葉片或葉柄上之任何部位，其中有41.7% (546/1309)產在葉背面，26.9%於葉柄基部、21.5%於葉柄上部、8.5%於葉柄中央膨脹部，僅有約1%產於葉表面(圖一)。Stark and Goyer (1983)，於田間直接取樣調查 *N. eichhorniae* 卵在布袋蓮葉片的分佈情形，則以葉表面的卵居多，約占了總卵數的一半，葉背面次之約三分之一，葉柄只有其餘的六分之一；而 DeLoach



圖一 *Neochetina eichhorniae*於不同葉部之產卵率。

Fig. 1. Percentage egg-deoposition of *Neochetina eichhorniae* among different leaf portions.

and Cordo (1976a)的研究，雌成蟲把大部分的卵產在布袋蓮植株芽葉上，且其中有三分之一的卵是產於幼葉葉面。Center (1987)指出中齡葉(由中央芽葉算起之第三、四及五葉)之柄基部是產卵最多的部位，在較老葉卵則比較平均地分散於整個葉片，至於葉柄中段及葉柄上段被產卵的機率顯然較其他部位為少；以單一葉片而言，雌 *N. eichhorniae* 產卵於葉柄基部最多(43.3%)，葉面次之(37.1%)，葉柄中段與葉柄上段兩處則較少(分別為 5.5% 及 7.8%)。Wright *et al.* (1989)則認為葉片品質之優劣為影響卵分佈的重要因素。*N. eichhorniae* 雌蟲亦喜產卵於其食痕中，佔總產卵量之 28.6%，其中又以產在葉柄上段食痕中所佔百分率為最多、葉背面次之(圖一)。因此 *N. eichhorniae* 雌蟲產卵之偏好性受布袋蓮之發育、生長勢、季節及飼育條件等影響。本研究結果顯示於室外田間及室內之大面積或單一植株飼育條件下，雌

蟲均較喜產卵於成株(10~12片葉之植株)之 3~5 葉之葉背或其基部；並且亦可能因飼育方法、環境及地區之不同，而有些微之差異。

三、溫度對 *N. eichhorniae* 在葉片不同部位取食及產卵之影響

象鼻蟲之每日平均取食量以其每日平均食痕數評估之。在 15°C 時其平均食痕數最少，20°C~25°C 時取食量增加，到 30°C 時達到最大。成蟲對葉背面及上葉柄段的平均食痕數皆高於其他部位(表二)。因此就單一布袋蓮葉片而言，成蟲較喜取食葉背面及葉柄部。

每雌成蟲之每日平均產卵量亦隨溫度上升而增加，於 20°C 時為 0.63 卵 / 雌 / 日、25°C 時為 0.72 卵 / 雌 / 日、30°C 時為 2.75 卵 / 雌 / 日，然而於 35°C 時反而減少(0.94 卵 / 蟲 / 日)。DeLoach and Cordo (1976b)亦報告雌蟲之平均食痕數及日產卵量

的增減受溫度之影響，且其每雌每日產卵量於 30°C 時最高(7.3 卵 / 雌 / 天)，此時每雌每日取食量 85.8 平方公釐 / 雌 / 日、相當於 19.07 食痕 / 雌 / 日。而 Stark and Goyer, (1983) 在美國 Louisiana 州於室內 30°C 下所獲之結果(2.8 卵 / 雌 / 天)與本研究(2.75 卵 / 雌 / 天)相近，此時其每雌每日取食量 21.2 食痕 / 雌 / 日亦與本研究 22.48 食痕 / 雌 / 日相近。其間之差異可能因 *N. eichhorniae* 原產地之條件及其它生態因子較適其生長發育及繁殖所造成。總之、就 *N. eichhornia* 成蟲之取食量及產卵量而言，30°C 應為其最適之溫度；而於 15°C 時雌蟲每日仍取食，僅造成每日平均 0.62 之食痕，但不產卵(表二)。De-Loach and Cordo, (1976b) 報導 *N. eichhor-*

niae 在 30°C 雖每日產卵量較 *N. bruchi* 為少，但其食痕數卻高於 *N. bruchi*，故以成蟲言，*N. eichhorniae* 在臺灣高溫條件下其防治布袋蓮之潛能較高。溫度對於該成蟲取食不同葉部位之偏好性則無影響。換言之，在 15~35°C 間，成蟲偏好於取食葉背面及上葉柄部位取食(表二)。

四、光照、性別對 *N. eichhorniae* 取食行為之影響

N. eichhornia 於黑暗期之取食食痕數顯著多於光照期(表三)。無論光照或黑暗條件下，*N. eichhorniae* 多取食葉背面、葉柄基部及上段(表三)。光照與黑暗期之取食活動比較，葉背面($t=0$)及葉柄基部($t=0.082$, $p \leq 0.05$) 在光照或黑暗期的平均食痕間無顯著

表二 *Neochetina eichhorniae* 於不同溫度下對布袋蓮葉部位之取食偏好性

Table 2. The feeding preference of *Neochetina eichhorniae* to different waterhyacinth leaf portions at different temperatures

leaf portion	N	No. of feeding scars and temperature					mean ¹⁾
		15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	
Upward surface	32	0.25	0.72	1.09	1.16	4.50	1.54 b
Downward surface	32	1.19	6.06	5.88	8.94	4.47	5.36 a
Upper petiole	32	1.19	6.03	5.69	12.84	10.50	7.25 a
Middle petiole	32	0.22	0.22	0.09	0.28	0.28	0.22 b
Base of petiole	32	0.25	1.47	1.09	1.59	1.44	1.17 b
mean ¹⁾	—	0.62 b	2.90 ab	2.77 ab	4.96 a	4.24 a	—

1) Means followed by the different letters within the same column or the same row are significantly different by Duncan's new multiple range test at 5% level.

表三 於30°C下光照對雌雄 *Neochetina eichhorniae* 在不同葉片部位每日取食量之影響

Table 3. The effect of photophase on the daily food intake of *Neochetina eichhorniae* on different leaf portions of waterhyacinth at 30°C

Sex or photophase	No. obs.	Daily average feeding scars per adult					Total
		Upperward surface	Downward surface	Upper petiole	Middle petiole	Base of petiole	
Sexes							
Female	32	2.46	8.10	10.06	0.57	1.30	22.48
Male	32	0.45	1.38	5.25	0.43	0.17	7.38
Photoperiod							
light	32	0.19	0.63	1.47	0.16	0.72	3.16
dark	32	0.53	0.63	7.53	0.06	0.91	9.56

差異；此與葉背面背光而葉柄基部有根毛可供成蟲躲藏及基部上方受葉面及其莖部等遮光或提供背光處，而增加成蟲在該等部位之取食機率，故此處光照期取食食痕數與黑暗期間差異不顯著。以上諸結果顯示 *N. eichhorniae* 屬夜行或背光性之昆蟲。雌及雄成蟲每日平均食痕數分別為 22.48 個及 7.38 個，雌成蟲取食所留之食痕以葉柄上段 (10.06 食痕 / 蟲 / 日) 最多，葉背面 (8.10 食痕 / 蟲 / 日) 次之；雄成蟲亦喜取食葉柄上段及葉背面，分別為 5.25 及 1.38 食痕 / 蟲 / 日；然其取食所留之食痕數低於雌蟲 (表三)。本研究結果與 Stark and Goyer (1983) 報導 *N. eichhorniae* 象鼻蟲成蟲在白天的取食食痕數 (16.4 ± 0.67 個) 較夜晚 (23.9 ± 0.95 個) 為低相同；但本研究之雌蟲食量 (22.48 食痕 / 蟲 / 日) 遠高於雄蟲之食量 (7.38 食痕 / 蟲 / 日) 之結果則與 Stark and Goyer (1983) 之報導相左。DeLoach and Cordo, (1976b) 於原產地報導雌蟲食量較雄蟲之食量高兩倍，此結果則與本研究結果相同。雌、雄成蟲之取食習性是否因由南半球移到北半球及離開原產地或變更其生態環境而造成該蟲日夜間及雌雄食量之改變或部份變更其食性行為，實須進一步探討以解釋其在生態學上之意義。

參考文獻

Bashir, M. O., Z. E. El-Abjar, and N.S. Irving. 1984. Observations on the effect of the weevils *Neochetina eichhorniae* Warner and *Neochetina bruchi* Hustache on the growth of water-hyacinth [Possible biomass control agent]. *Hydrobiologia* 110: 95-98.

- Bennett, F. D., and H. Zwolfer.** 1968. Exploration for natural enemies of the waterhyacinth in North South America and Trinidad. *Hyacinth Contr. J.* 7: 44-52.
- Center, T. D.** 1981. Biological control and its effect on production and survival of waterhyacinth leaves. *Proc. V. Inter. Symp. Biol. Contr. Weeds, Brisbane, Australia, (Ed.) DelFosse.* p.383-410.
- Center, T. D.** 1982. The water hyacinth weevils, *Neochetina eichhorniae* and *N. bruchi*. *Aquatics* 4: 8-19.
- Center, T. D.** 1987. Do waterhyacinth leaf age and ontogeny affect intraplant dispersion of *Neochetina eichhorniae* (Coleoptera: Curculionidae) eggs and larvae? *Environ. Entomol.* 16: 699-707.
- Center, T. D., and F. A. Dray, Jr.** 1992. Associations between waterhyacinth weevils (*Neochetina eichhorniae* and *N. bruchi*) and phenological stages of *Eichhornia crassipes* in Southern Florida. *Fla. Entomol.* 75: 196-211.
- Center, T. D., and A. D. Wright.** 1991. Age and phytochemical composition of waterhyacinth (Pontederiaceae) leaves determine their acceptability to *Neochetina eichhorniae* (Coleoptera: Curculionidae). *Environ. Entomol.* 14: 251-260.
- Cilliers, C. J.** 1989. Biological control of aquatic weeds in South Africa-An interim report. *Proc. VII. Int. Symp. Biol. Contr. Weeds., Rome, Italy, Del-*

- fosse. E.S. (Ed.) VII. p.263-267.
- Cromroy, H. L.** 1983. Potential use of mites in biological control of terrestrial and aquatic weeds. *Biological Control of Pests by Mites*. Univ. Press, Berkeley, (Ed.) M. Hoy. p.61-66.
- DeLoach, C. J.** 1976. *Neochetina bruchi*, a biological control agent of waterhyacinth: Host specificity in Argentina. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 69: 635-642.
- DeLoach, C. J., and H. A. Cordo.** 1976a. Ecological studies of *Neochetina bruchi* and *N. eichhorniae* waterhyacinth in Argentina. *J. Aquat. Plant Manage.* 68: 226-228.
- DeLoach, C. J., and H. A. Cordo.** 1976b. Life cycle and biology of *Neochetina bruchi*, a weevil attacking waterhyacinth in Argentina, with notes on *N. eichhorniae*. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 69: 643-652.
- DeLoach, C. J., and H. A. Cordo.** 1978. Life history and ecology of the moth *Sameodes albiguttalis*, a candidate for biological control of waterhyacinth. *Environ. Entomol.* 7: 309-321.
- DeLoach, C. J., and H. A. Cordo.** 1982. Natural enemies of *Neochetina bruchi* and *N. eichhorniae*, two weevils from waterhyacinth in Argentina. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 75: 115-118.
- DeLoach, C. J., and H. A. Cordo.** 1983. Control of waterhyacinth by *Neochetina bruchi* (Coleoptera: Curculionidae: Bagoini) in Argentina. *Environ. Entomol.* 12: 19-23.
- Fayad, Y. H.** 1984. Survey of organisms associated with aquatic weeds and introduction and evaluation of *Neochetina eichhorniae* and *N. bruchi* for biological control of water hyacinth in Egypt: final report (July 1, 1982-Dec. 31, 1983). Dokki, Egypt: Parasitol. Lab., Ins. Plant Proct. Agri. Res. Cent. MOA. 2: 162.
- Goyer, R. A., and J. D. Stark.** 1984. The impact of *Neochetina eichhorniae* on waterhyacinth in southern Louisiana. *J. Aquat. Plant Manage.* 22: 57-61.
- Guido, A. S., and B. D. Perkins.** 1975. Biology and host specificity of *Coronops aquaticum* (Bruner) (Orthoptera: Acrididae), a potential biological agent for waterhyacinth. *Environ. Entomol.* 4: 400-404.
- Harley, K. L. S.** 1990. The role of biological control in the management of water hyacinth, *Eichhornia crassipes*. *Biocontr. News Informat'n.* 11: 11-22.
- Holm, L. G., D. L. Plucknett, J. V. Pancho, and J.P. Herberger.** 1977. The world's worst weeds. Distribution and biology. Honolulu, Univ. Press Hawaii: 609p.
- Jayanth, K. P.** 1987. Biological control of water hyacinth in India. *Indian Inst. Hort. Res., Bangalore, India.* 3: 1-28.
- Nagarkatti, S., and K. P. Jayanth.** 1984. Screening biological control agents of water hyacinth for their safety to

- economically important plants in India. I. *Neochetina eichhorniae* Warner (Coleoptera: Curculionidae). Proc. Int'l Conf. Water Hyacinth: Hyderabad, India (Ed.) G. Thyagarajan, Nairobi: p.868-883.
- Perkins, B. D.** 1972. Potential for waterhyacinth management with biological agents. Proc. Tall Timbers Conf. Ecol. Anim. Contr. Habitat Manag. p. 53-64.
- Perkins, B. D.** 1973. Release in the United States of *Neochetina eichhorniae*, an enemy of waterhyacinth. Proc. Annu. Meet. S. Weed Sci. Soc. 26: 368.
- Soerjani, M.** 1978. Report and discussion of possibility using *Neochetina eichhorniae* for biological control waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) in Indonesia. Proc. Possible Use Weevil Contr. Waterhyacinth in Indonesia, BIOTROP-SEAMEO. 51pp.
- Stark, J.D., and R.A. Goyer.** 1983. Life cycle and behavior of *Neochetina eichhorniae* Warner (Coleoptera: Curculionidae) in Louisiana: A biological control agent of waterhyacinth. Environ. Entomol. 12: 147-150.
- Wright, A.D., N.P. Boland, and J.D. Kerr.** 1989. Changes in leaf hardness and moisture content of water hyacinth, *Eichhornia crassipes*, following feeding by *Neochetina eichhorniae* Warner (Coleoptera: Curculionidae). Bull. Entomol. Res. 79: 529-535.

收件日期：1993年10月19日

接受日期：1994年1月26日