

台灣地區 *Xiphinema hunaniense* 之鑑定與變異

陳殿義¹ 倪蕙芳² 顏志恒³ 程永雄² 蔡東纂^{4,5}

1 台中縣 行政院農業委員會農業試驗所

2 嘉義市 行政院農業委員會農業試驗所嘉義分所

3 台中市 國立中興大學農業推廣中心

4 台中市 國立中興大學植物病理學系

5 聯絡作者：電子郵件 ttsay@nchu.edu.tw，傳真：+886-4-22876712

接受日期：中華民國 93 年 5 月 31 日

摘要

陳殿義、倪蕙芳、顏志恒、程永雄、蔡東纂. 2004. 台灣地區 *Xiphinema hunaniense* 之鑑定與變異. 植物病會刊 13: 155-166.

自 1998 至 2003 年止，以改良式柏門氏漏斗分離法分析採自台灣中部和南部地區的荔枝、柳橙、梨、龍眼、文旦及枇杷等果樹之根圈土壤樣本，共計分離到八群 (populations) *Xiphinema hunaniense*。根據各群中之 4 個前後齡期幼蟲和其雌蟲間的替代齒針和功能齒針之長度呈現相當吻合的情形，並且其全口針及替代齒針的長度等二項測量值在各齡期間都具有相當明顯區隔的現象，因此確定這 8 群劍線蟲的鑑定樣本中皆未混雜其他和 *X. hunaniense* 在形態上相類似的劍線蟲種類。由雌蟲及幼蟲的各項形態測量值的比較結果顯示，其中只有 Xhun8 群的雌蟲，其全口針（功能性齒針 + 齒針延長部）及尾部的長度平均值等二項測量值和其他 7 群 (Xhun1 - 7) 間有較明顯的差異，但是其範圍值間都呈現重疊，至於各齡期幼蟲方面，Xhun8 的幼蟲中只有到第 4 齡期才表現出與其他 7 群不相同的情形。另外 Xhun2, 3, 6, 8 等 4 群以通用性引子對所增幅的 rDNA 片段大小介於 1363 - 1366 bp 之間，而其 ITS-1 序列的差異度百分比值介於 0.18-2.40 之間。由以上雌蟲、幼蟲的形態測量值及 rDNA 片段序列的比對分析結果顯示，Xhun8 的雌蟲在形態上所表現的不同之處應屬於其種內變異 (intraspecific variation) 的範圍。在本研究中關於 *X. hunaniense* 雄蟲的鑑定為該種劍線蟲的第一次報導，其各項形態測量值和尾部末端的指狀突起等的形態特徵和其雌蟲相差無幾，而其補助突起 (supplements) 的數目為 7 - 8 個。截至目前，雖然僅於中國大陸的東南部和台灣等二地區陸續發現 *X. hunaniense*，但是其部分形態測量值已出現少許變異情形，而其究竟是否屬於種內形態變異的範圍著實仍需進一步加以探討。

關鍵詞：劍線蟲、鑑定、變異、ribosomal DNA、*Xiphinema hunaniense*

緒言

Xiphinema hunaniense Wang and Wu, 1992 的模式產地 (type locality) 為中國大陸湖南省的長沙地區，其模式寄主 (type host) 植物為葡萄 (grape)⁽²⁰⁾。在外觀形態上和 *X. hunaniense* 最為近似的另一種劍線蟲為 *X. brasiliense* Lordello, 1951⁽⁸⁾，二者之共同特徵為只具有單一卵巢 (monodelphic)，其陰門開口位置非常靠近蟲體頭部前端，而尾部末端中間皆具有明顯的指狀突起。其次 *X. radicolica* Goodey, 1936 的形態亦相當類似於 *X. hunaniense*，而 Loof 氏等⁽⁹⁾即依據 Luc 和 Loof 二氏所整理 *X. radicolica* 的形態測量值資料⁽¹²⁾，將 *X. hunaniense* 認定

為該種劍線蟲的同種異名 (synonym)，但該一主張旋即為 Robbins 和 Wang 二氏所否定⁽¹⁶⁾，隨後 Zheng 和 Brown 二氏⁽²²⁾將在中國大陸浙江省杭州地區所分離到之二群 *X. hunaniense* 的形態測量值，分別與 Cohn 和 Sher 二氏⁽⁵⁾及 Luc 氏⁽¹¹⁾等二篇報告中關於 *X. radicolica* 的合模式標本 (syntypes) 和副選模標本 (paralectotypes) 進行比較分析，其結果更加確立了 *X. hunaniense* 分類地位的有效性。

截至目前，*X. hunaniense* 僅於中國大陸的湖南^(19,20)、浙江⁽²²⁾及福建^(13,21)等東南地區的省份被發現，而所記錄的寄主植物種類包括葡萄、山茶 (camellia)、李 (plum)、柏樹 (cypress)、芒果、荔枝和 Chinese little leaf box 等。由於所採集的 *X. hunaniense* 群的數目不多，所以至今只有雌蟲和

部分幼蟲的形態測量值等少數資料，至於其雄蟲的鑑定資料則仍付之闕如。因此本研究的主要目的在於調查記錄於台灣地區不同地點或植物種類上所分離的 *X. hunaniense* 群，其雌蟲、雄蟲和各齡期幼蟲的形態測量值，並藉由 rDNA 片段序列資料的建立及其差異度比較分析，以期提供相關研究者能更客觀地審視比對該種劍線蟲在群內或不同地理群間，於形態上所可能呈現的種內變異情形。

材料與方法

在本研究中關於 *Xiphinema hunaniense* 之供試群的分離方法，雌蟲、雄蟲及各齡期幼蟲的形態鑑定的測量項目 (n, 線蟲樣本數目; L, 體長; a, 體長 ÷ 最大體寬; b, 體長 ÷ 頭部前端至食道腺末端之距離; c, 體長 ÷ 尾長; c', 尾長 ÷ 尾長; V %, 頭部前端至陰門之距離 ÷ 體長 × 100; Total stylet, 全口針, 其長度 = 功能性齒針長度 + 齒針延長部; functional odontostyle, 功能性齒針; odontophore, 齒針延長部; tail, 尾部, 其長度是指肛門位置至蟲體末端之距離; anal body width, 肛門所在位置之體寬) 及其方法、步驟及原則等皆和陳氏等⁽¹⁾之報告相同。至於各群雌蟲間之各項形態測量值差異分析是以 SAS 統計分析軟體 GLM 程序 (1999, V8.2) 之 LSMEANS/TDIFF 方法進行變方分析, 其結果在 1% 水準下都顯示沒有顯著差異。有關線蟲總量 DNA 之抽取、rDNA 序列之選殖和解序、各群之一致性序列 (consensus sequence) 獲得的方式、rDNA 之 ITS-1 序列區間之推估, 及其差異度計算分析等之參數設定值和方法, 亦和陳氏等⁽¹⁾之報告相同, 其中只有關於 rDNA 片段序列之增幅一項略有不同, 其方法和步驟詳如後所述:

rDNA 片段序列之增幅

分別以 Vrain 氏等⁽¹⁸⁾和 Cherry 氏等⁽⁴⁾所設計之上游引子 (sense primer) 和下游引子 (antisense primer) 進行 rDNA 片段的 PCR 增幅。上游引子 S-ITS1 位於 18S 的 3' 端, 其序列為 5'-TTGATTACGTCCTGCCCTTT-3', 而下游引子

A-ITS1 位於 5.8S 基因的 5' 端, 其序列為 3'-GAATAGCCACCTAGTGAGCCGAGCA-5', 其所增幅的 rDNA 片段包含完整的 ITS-1 區間及部分的 18S 和 5.8S 基因。上述進行 PCR 增幅反應的混合液總共 50 ml, 其中包含二個引子, 各 1 mM; 1.25 個單位的 Taq polymerase (Yeastern Biotech Co. Taipei, Taiwan); 1 X Taq DNA polymerase buffer; A、T、C、G 四種 deoxyribonucleotide (dATP, dTTP, dCTP, dGTP), 各 0.1 mM。PCR 在自動溫度循環控制反應器 (BioRad iCycler, Hercules, CA, USA) 中依下述步驟進行增幅反應: 第一循環先以 94°C 持續 4 分鐘, 再以 94°C 30 秒、55°C 30 秒及 72°C 1 分鐘進行 30 個循環, 最後以 72°C 7 分鐘進行 PCR 產物的最後延長, 最終反應結束時保持在 4°C 下。反應完成後的產物以 1 X TBE buffer (40 mM Tris, 20 mM Boric acid, and 1 mM EDTA, pH 8.0) 在 1.5% agarose gel 上進行電泳分析並檢視結果。試驗中另以反應液中不添加模板 DNA 之處理作為對照組。

結果

Xiphinema hunaniense 雌蟲的形態鑑定

從台灣中部地區的台中、南投及南部的高雄等地區一共分離到 8 群的 *X. hunaniense* (表一)。在雌蟲蟲體的長度 (L) 方面, 體長最短和最長者分別依序為 Xhun2 和 Xhun8, 其長度平均值各為 1.87 和 2.10 mm (表二), 而其範圍值有部分重疊 (1.58 - 2.13 和 1.95 - 2.27 mm); 在 a 和 b 的平均值及其範圍方面, 8 群間的差異不大, 而在 c 和 c' 的平均值上, Xhun8 的 c 平均值 (40.4) 較其他 7 群為小, 而 c' 平均值 (1.86) 則較其他群大, 但是其範圍值間皆有重疊; 各群間在 V % 值方面都相當接近, 其平均值介於 25.7 - 27.1%; Xhun1 - 7 群之全口針 (total stylet, 功能性齒針 + 齒針延長部) 長度十分接近, 惟 Xhun8 者顯然較之為長, 最小長度值在 183.3 μm 以上; 相對地, Xhun8 的功能性齒針 (functional odontostyle) 和齒針延長部 (odontophore) 的平均值顯然也比其他 7 群為大, 但同樣地其範圍值間亦有

表一、本研究供試 *Xiphinema hunaniense* 族群的代號、寄主植物及其分離地區

Table 1. The list of *Xiphinema hunaniense* populations investigated

Code	Host	Locality
Xhun1	Litchi (<i>Litchi chinensis</i> Sonn.)	Tsautuen Jen, Nantou County
Xhun2	Litchi (<i>Litchi chinensis</i> Sonn.)	Dashu Shiang, Kaohsiung County
Xhun3	Sweet orange (<i>Citrus sinensis</i> Osb.)	Tsautuen Jen (1), Nantou County
Xhun4	Sweet orange (<i>Citrus sinensis</i> Osb.)	Tsautuen Jen (2), Nantou County
Xhun5	Pear (<i>Pyrus pyrifolia</i> var. <i>yokoyama</i>)	Shinshe Shiang, Taichung County
Xhun6	Longan (<i>Euphoria longana</i> Lamarck)	Shinshe Shiang, Taichung County
Xhun7	Buntan (<i>Citrus grandis</i> f. <i>buntan</i> Hay.)	Nantou City
Xhun8	Loquat (<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl.)	Shinshe Shiang, Taichung County

重疊；Xhun8 尾部 (tail) 長度的平均值 ($53 \mu\text{m}$) 顯然較其他群為大，介於 $46 - 64 \mu\text{m}$ ，至於 Xhun1 - 7 群間的差異並不明顯，其平均值介於 $42.0 - 47.0 \mu\text{m}$ ，而且其範圍值間的重疊相當明顯；8 群在肛門位置的體寬 (anal body width) 相當接近，其平均值介於 $26 - 28 \mu\text{m}$ 。8 群的雌蟲唇部和頭部之銜接處具有輕微縮縮 (圖一、B, C)，而尾部的形態為圓錐形 (圖一、D, F) 或長圓錐形 (圖一、E, G, H)，而且尾端的指狀突起有時會稍膨大成圓球形 (圖一、D, F)。另外 Xhun8 的雌蟲在 3% 的甲醛溶液中固定時，其全口針前端都會突出至唇部外 (圖一、C)，而其他群則只有極少數雌蟲會出現此一現象。

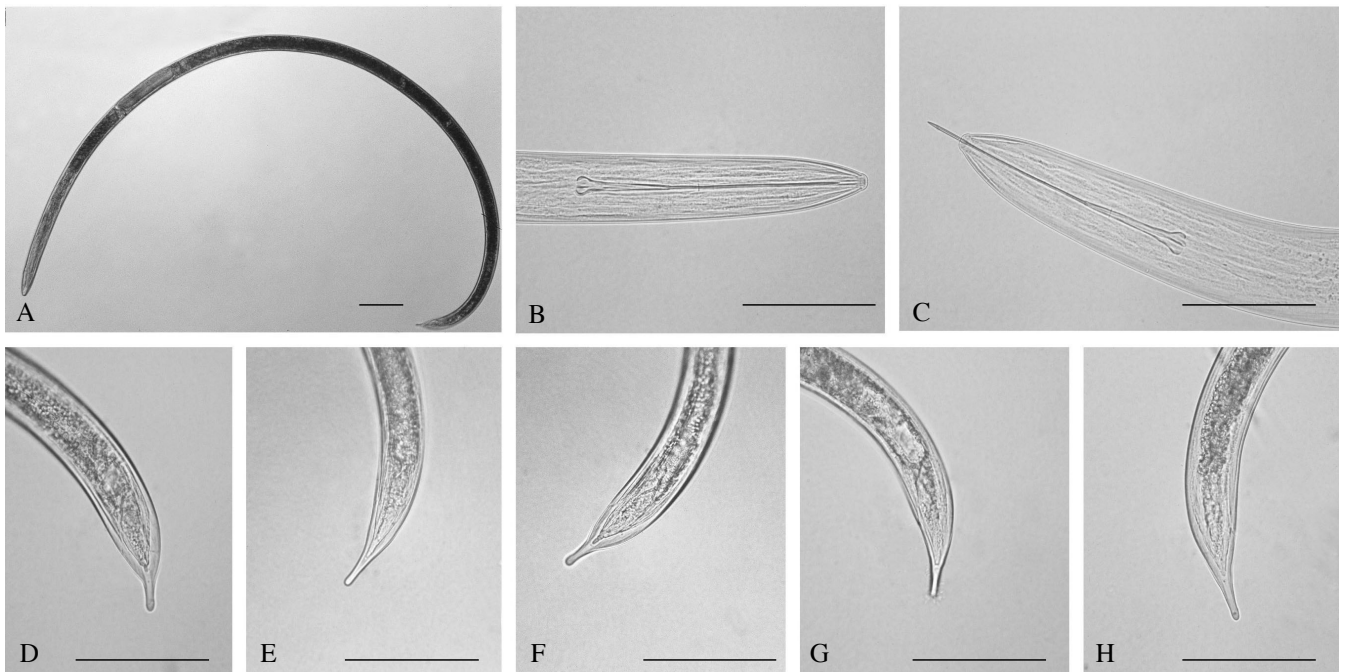
Xiphinema hunaniense 幼蟲的形態鑑定

所分離到的 8 群 *X. hunaniense*，其幼蟲部分皆可被分成 4 個齡期階段。8 群的蟲體長度於各相對齡期間的差異不大 (表三)，而且各群的平均值皆隨著齡期的增加而呈現明顯階梯狀的增長，但 Xhun1, 6, 8 等 3 群內有少數個體的長度比前一齡期為短；各群的 a, b 和 c 值皆無明顯差異，而且皆隨齡期增加而逐漸變大，但其中 a 和 b 值的範圍在前後齡期間都有相當明顯的重疊，但是於 c 值方面僅有 Xhun1 和 Xhun8 等 2 群內各有一個前後齡期間有重疊情形；在 c' 值方面，8 群間的差異程度比 a 和 b 值稍大，而各群內皆呈現隨著齡期增加而逐漸遞減的趨勢；在全口針的長度方面，8 群間都相當接近，而各群內的平均值皆隨齡期增加而呈階梯狀明顯地加長 (圖二、A, B, C, D)，

而且前後齡期間的範圍值皆無重疊現象；在功能性齒針、齒針延長部和替代齒針等 3 項的長度方面，各群間在前二項的測量值差異不大，但是在替代齒針方面，Xhun8 的第一至第三齡期的長度和其他 7 群間並無明顯差別，但是其第四齡期幼蟲的長度平均值 ($122.3 \mu\text{m}$) 則顯然較其他群為大，另外各群內的前後齡期間，前述三項測量值的範圍亦大都具有明顯的區隔，而且各項目中分別只有一個齡期間有重疊情形；在尾部方面，各群皆隨著齡期增加而呈現變短的情形 (圖二、E-H)，而且 Xhun1 - 7 群的第一和第二齡期幼蟲的長度變化不大，直到第三和第四齡期才逐漸明顯，而 Xhun8 群則是在第四齡期時才明顯縮短，而且其長度平均值 ($64.0 \mu\text{m}$) 顯然比其他群為大；在肛門位置的體寬方面，各群間相差無幾，而且都隨著齡期增加而呈現逐漸加寬的現象。另外 Xhun8 的各齡期幼蟲在 3% 的甲醛溶液中，其全口針前端都會突出至唇部外 (圖一、C)，而其他群之幼蟲甚少出現此一情況。

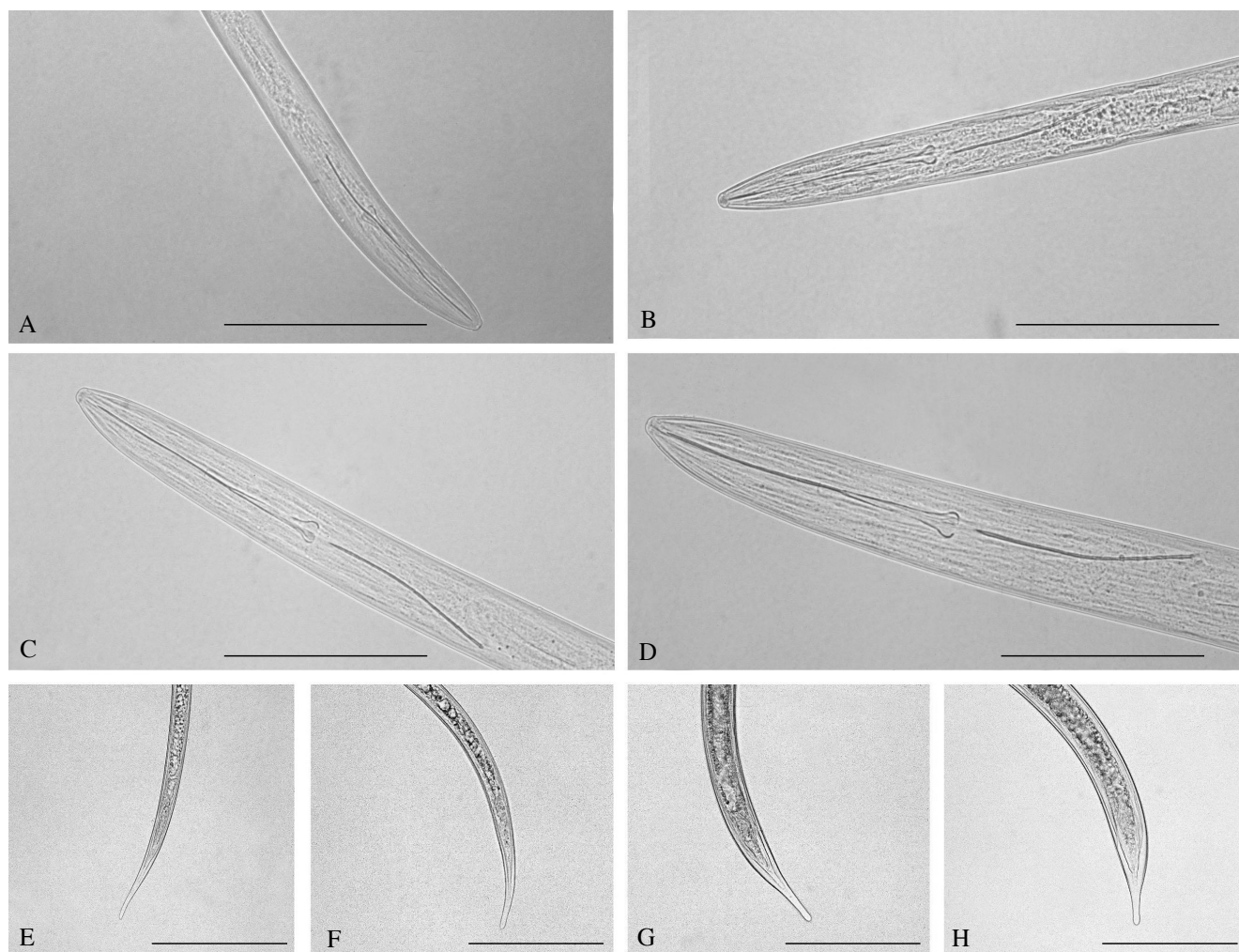
Xiphinema hunaniense 雄蟲的形態鑑定

Xhun2 和 Xhun3 等二群內共計分離到 12 隻雄蟲，但於 Xhun1 採集點附近的另一處荔枝園獲得為數頗多的雄蟲。這 3 群雄蟲的各項測量值都相當一致 (表四)，其變異情形極微。*X. hunaniense* 雄蟲在靜止不動或被固定後，其蟲體末端會呈現不同程度向腹面彎曲的現象 (圖三、A)；雄蟲的唇部在頭部的接合處具有些微凹縮 (圖三、B)；尾部末端中間和其雌蟲一樣都具有指狀突起，其頂



圖一、台灣地區 *Xiphinema hunaniense* 之雌蟲：A (Xhun6)，蟲體靜止時全貌；B (Xhun4) 和 C (Xhun8)，頭部前端 (C, 壓扁，口針前端突出)；D (Xhun4), E, F (Xhun6) 和 G, H (Xhun8)，尾部；比例尺長度 = 90 微米。

Fig. 1. *Xiphinema hunaniense* (females) isolated from Taiwan: A (Xhun6), Female habitus; B (Xhun4) and C (Xhun8), Anterior region of females (C, flatten, stylet protruding); D (Xhun4), E, F (Xhun6) and G, H (Xhun8), Female tails. Scale bar = 90 μm .



圖二、台灣地區 *Xiphinema hunaniense* 之幼蟲：A, B, C 和 D 分別為 Xhun4 族群之第一至第 4 齡期幼蟲的頭部前端；E, F, G 和 H 分別為 Xhun1 之第一至第 4 齡期幼蟲的尾部形態；比例尺長度 = 90 微米。

Fig. 2. *Xiphinema hunaniense* (juveniles) isolated from Taiwan: A, B, C, and D, Anterior region of the first, second, third and fourth juvenile stage of Xhun4 population, respectively; E, F, G, and H, Tail of the first, second, third and fourth juvenile stage of Xhun1 population, respectively. Scale bar = 90 μ m.

端有時亦會稍膨大成球形（圖三、C, D, F）；交接刺亦略向蟲體腹面彎曲，其出口處上方附近皆具有一個明顯的補助突起 (supplement)，而其更上方有一系列 6-7 個補助突起（圖三、C, D, E, F）。

Xiphinema hunaniense 群間的 rDNA 片段序列比較

由 Xhun2、Xhun3、Xhun6 和 Xhun8 等 4 群劍線蟲所增幅的 rDNA 片段，其序列大小分別為 1364, 1363, 1364 和 1366 bp (base pair, bp)。在 ITS-1 的序列大小方面，4 群間有 1-3 個 bp 的差異，而其間序列的差異度百分比都在 2.40 以下，其中 Xhun2 和 Xhun8 間的差異度值僅 0.18，而 Xhun3 和 Xhun6 之間的差異度值最大。在 18S 和 5.8S 基因的部分序列上，4 群間皆無差異（資料未顯示）。有關上述 *X. hunaniense* 的 Xhun6 和 Xhun8 等 2 個群之 rDNA 片段的完整序列和其 ITS-1 的序列區間資料已完成登錄於

GenBank 資料庫中，其登錄序號 (Accession number) 分別為 AY579205 和 AY579206。

討 論

依據 Robbins 氏等 (1996) 報告⁽¹⁵⁾，全世界 220 個劍線蟲種類中只有 114 種有關於其不同齡期幼蟲的形態測量值資料，其中僅有 63 種劍線蟲有其完整四個齡期的鑑定報告。而就目前所知，大部分的腐生 (free-living) 線蟲和植物寄生性線蟲的生活史中都會經過四個齡期階段的幼蟲期，而根據線蟲幼蟲在成長的蛻皮 (molting) 過程中，其替代齒針和功能性齒針間所發生演替方式的認知^(6,14,17)，各劍線蟲群中之第一齡期幼蟲至其成蟲階段間的各齡期階段和其數目可以簡單且清楚地被加以區分和計數⁽³⁾，而目前根據此一方法已確立部分種類劍線蟲只具有三個幼蟲齡期

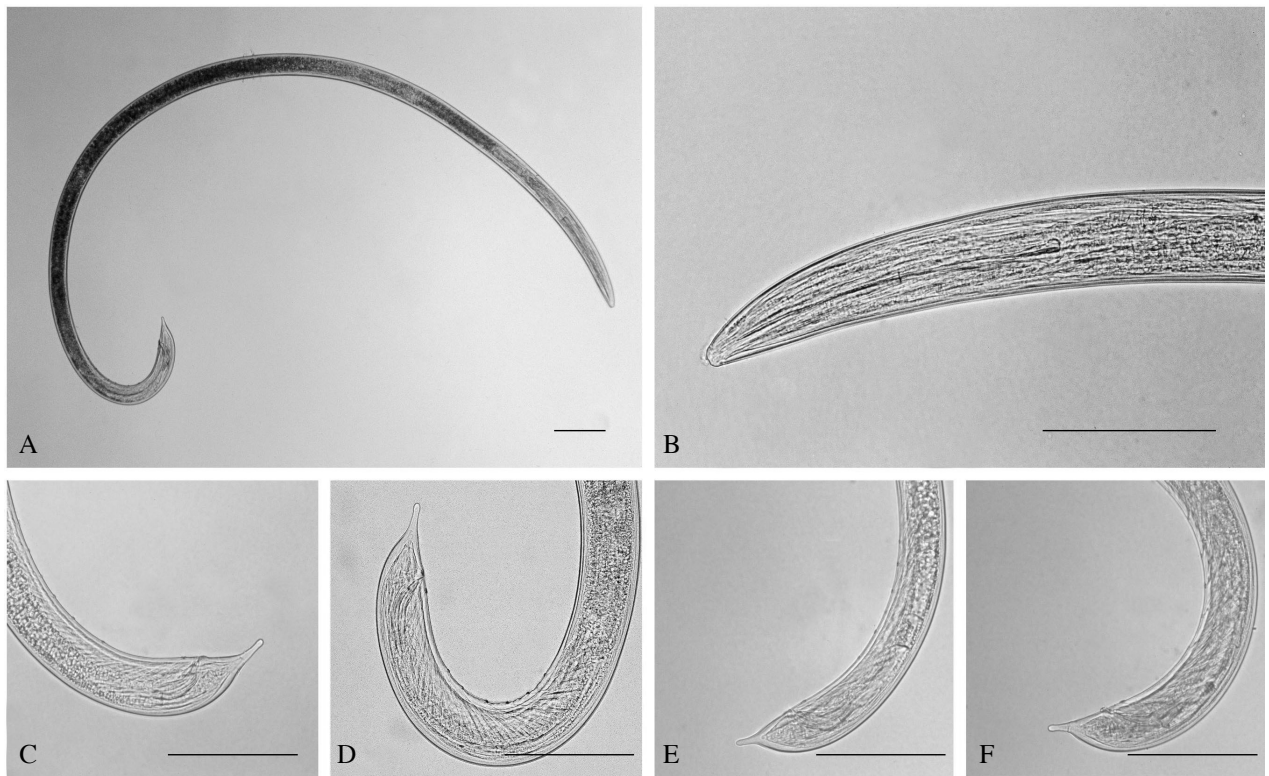
(15)。劍線蟲的齡期數目的確立，不僅在其分類地位和生物學上有重大的意義，而且藉由前後齡期幼蟲間之全口針和替代齒針等的長度資料，可以據以判定劍線蟲群中是否混雜其他形態相類似的種類^(1,2)。

在中國大陸所分離的二群 *X. hunaniense* 幼蟲，其鑑定資料並不完整，皆缺少第一齡期幼蟲的形態測量值^(20,22)，在本研究中則詳列其 4 個齡期幼蟲的鑑定資料，而根據其前後齡期及其雌蟲間之替代齒針和功能性齒針的長度平均值呈現相當吻合的情形，而且其範圍值間大都具有明顯的區隔，另外全口針長度的範圍值間都無重疊情形，因此可以確定這 8 群線蟲之鑑定樣本中都只存在一種劍線蟲。雖然前述之替代齒針和功能性齒針等二項測量值在部分群內之前後齡期間有少數個體發生重疊情形，但是個別檢視其全口針的長度則都仍在其所屬群之範圍內。另外 Xhun1, 6, 8 等 3 群內之前後齡期間有少數幼蟲的長度出現重疊，但是個別依據其全口針的長度仍可將其歸類至正確的齡期群中。

截至目前在台灣地區所分離到的 8 群 *X. hunaniense* 的雌蟲及其幼蟲，其中 Xhun1 - 7 等 7 群之各項形態測量值都相當接近，只有 Xhun8 和其他群間有較明顯差異，其中雌蟲間最主要差別為 Xhun8 的全口針長度較長 [190.6 (183.3 - 195.0) μm]，相對地，其功能性齒針和齒針延長部的長

度也較長，另外其尾部的長度也顯然稍長 [53.0 (46.0 - 64.0) μm]，而肛門位置的體寬相差無幾，因此其 c' 值也相對較大 [1.86 (1.50 - 2.18)]，但是上述的各測量項目，其範圍值和其他 7 群間皆有重疊的情形；至於 Xhun8 的 4 個齡期幼蟲中，除了第四齡期的替代齒針和尾部的長度明顯較其他群為大外，其餘的測量值如全口針及功能性齒針等，以及其第一至第三齡期幼蟲的各項測量值皆和其他 7 群沒有顯著不同。及至目前在台灣地區所分離到的 8 群 *X. hunaniense*，其中 Xhun1 - 7 之各項形態測量值都相當接近，只有 Xhun8 和其他群間有較明顯差異，因此只挑取 Xhun2, 3, 6 和 Xhun8 等 4 群進行 rDNA 的序列比較分析。Xhun8 的 rDNA ITS-1 的序列大小和其他 3 群間相差不大，其中和 Xhun2 的序列差異度最小 (0.18%)，而且 4 群間的差異度百分比值皆在 2.40 以下 (表五)，而該值介於 *X. elongatum* 群間的 0.55 和 *X. insigne* 群間的 3.02 之間^(1,2)。由以上雌蟲、幼蟲的形態測值及 ITS-1 序列差異度的比較分析結果，Xhun8 和其他 7 群應為同一種劍線蟲，至於其形態上的部分變異情形和全口針突出之生理現象等，其最主要原因可能為寄主植物不同所造成，而其進一步的證明方法可在溫室進行人工接種試驗或在田間不同枇杷園進行更多的調查採集鑑定工作。

在台灣所分離鑑定的 *X. hunaniense*，其和該種劍線蟲



圖三、台灣地區 *Xiphinema hunaniense* 之雄蟲：A 為 Xhun2 的蟲體靜止時全貌；B 為 Xhun2 的頭部前端；C 和 D 及 E 和 F 分別為 Xhun3 和 Xhun2 的尾部形態；比例尺長度 = 90 微米。

Fig. 3. *Xiphinema hunaniense* (male) isolated from Taiwan: A. Male habitus from Xhun2; B. Anterior region of male from Xhun2; C&D. Tails of males from Xhun3 and E&F. Tail of male from Xhun2; Scale bar = 90 μm .

表二、台灣地區 *Xiphinema humaniense* 雌蟲之形態測量值及其與中國大陸已記錄族群間之比較

Table 2. Morphometrics and comparison of *Xiphinema humaniense* female populations collected in Taiwan and Mainland China

Character ¹	Locality																						
	Tsautuen Litchi (Xhun1)		Dashu Litchi (Xhun2)		Tsautuen (1) Sweet orange (Xhun3)		Tsautuen (2) Sweet orange (Xhun4)		Shinshe Pear (Xhun5)		Shinshe Longan (Xhun6)		Nantou Buntan (Xhun7)		Shinshe Loquat (Xhun8)		China ³ Grape (Paratypes)		China ⁴ Camellia		China ⁵ Plum		
n	29	27	18	23	20	21	5	18	13	10	17	13	10	17	13	10	17	13	10	17	13		
L (mm)	1.95 ± 0.11 ² (1.80-2.22)	1.87 ± 0.12 (1.58-2.13)	2.12 ± 0.20 (1.66-2.41)	2.07 ± 0.13 (1.81-2.28)	2.16 ± 0.10 (2.01-2.38)	2.05 ± 0.10 (1.87-2.24)	1.94 ± 0.13 (1.77-2.09)	2.10 ± 0.09 (1.95-2.27)	2.01 ± 0.10 (1.87-2.24)	2.16 ± 0.10 (2.01-2.38)	2.05 ± 0.10 (1.87-2.24)	1.94 ± 0.13 (1.77-2.09)	2.10 ± 0.09 (1.95-2.27)	2.01 ± 0.10 (1.87-2.24)	2.16 ± 0.10 (2.01-2.38)	2.07 ± 0.10 (1.95-2.27)	2.05 ± 0.10 (1.87-2.24)	2.16 ± 0.10 (2.01-2.38)	2.01 ± 0.10 (1.87-2.24)	2.16 ± 0.10 (2.01-2.38)	2.07 ± 0.10 (1.95-2.27)	2.05 ± 0.10 (1.87-2.24)	
a	46.8 ± 3.79 (39.3-55.5)	45.9 ± 3.64 (36.7-53.4)	48.1 ± 2.51 (44.3-54.2)	49.6 ± 3.98 (41.6-55.6)	52.1 ± 3.73 (46.4-60.6)	50.9 ± 3.57 (45.3-58.0)	45.1 ± 4.71 (41.6-52.2)	46.7 ± 3.32 (41.0-53.0)	52.1 ± 3.73 (46.4-60.6)	50.9 ± 3.57 (45.3-58.0)	45.1 ± 4.71 (41.6-52.2)	45.1 ± 4.71 (41.6-52.2)	46.7 ± 3.32 (41.0-53.0)	45.1 ± 4.71 (41.0-53.0)	45.1 ± 4.71 (41.0-53.0)	46.7 ± 3.32 (41.0-53.0)	45.1 ± 4.71 (41.0-53.0)	45.1 ± 4.71 (41.0-53.0)	45.1 ± 4.71 (41.0-53.0)	45.1 ± 4.71 (41.0-53.0)	45.1 ± 4.71 (41.0-53.0)	45.1 ± 4.71 (41.0-53.0)	45.1 ± 4.71 (41.0-53.0)
b	5.57 ± 0.37 (4.90-6.58)	5.49 ± 0.74 (4.51-8.43)	5.60 ± 0.41 (4.61-6.18)	5.31 ± 0.54 (4.53-6.79)	5.61 ± 0.27 (5.03-6.06)	5.74 ± 0.43 (5.05-6.93)	5.54 ± 0.27 (5.34-5.97)	5.66 ± 0.54 (4.88-7.09)	5.61 ± 0.27 (5.03-6.06)	5.74 ± 0.43 (5.05-6.93)	5.54 ± 0.27 (5.34-5.97)	5.54 ± 0.27 (5.34-5.97)	5.66 ± 0.54 (4.88-7.09)	5.66 ± 0.54 (4.88-7.09)	5.66 ± 0.54 (4.88-7.09)	5.66 ± 0.54 (4.88-7.09)	5.66 ± 0.54 (4.88-7.09)	5.66 ± 0.54 (4.88-7.09)	5.66 ± 0.54 (4.88-7.09)	5.66 ± 0.54 (4.88-7.09)	5.66 ± 0.54 (4.88-7.09)	5.66 ± 0.54 (4.88-7.09)	5.66 ± 0.54 (4.88-7.09)
c	44.8 ± 4.64 (37.5-60.0)	44.0 ± 3.68 (36.7-54.0)	46.4 ± 6.02 (35.3-57.4)	48.4 ± 3.95 (39.2-54.7)	45.8 ± 3.25 (39.2-50.6)	44.3 ± 3.87 (37.40-51.8)	46.0 ± 2.96 (41.2-49.2)	40.4 ± 4.01 (32.3-47.3)	45.8 ± 3.25 (39.2-50.6)	44.3 ± 3.87 (37.40-51.8)	46.0 ± 2.96 (41.2-49.2)	46.0 ± 2.96 (41.2-49.2)	40.4 ± 4.01 (32.3-47.3)	40.4 ± 4.01 (32.3-47.3)	40.4 ± 4.01 (32.3-47.3)	40.4 ± 4.01 (32.3-47.3)	40.4 ± 4.01 (32.3-47.3)	40.4 ± 4.01 (32.3-47.3)	40.4 ± 4.01 (32.3-47.3)	40.4 ± 4.01 (32.3-47.3)	40.4 ± 4.01 (32.3-47.3)	40.4 ± 4.01 (32.3-47.3)	40.4 ± 4.01 (32.3-47.3)
c'	1.69 ± 0.13 (1.42-1.96)	1.66 ± 0.14 (1.30-2.00)	1.75 ± 0.19 (1.50-2.17)	1.57 ± 0.12 (1.41-1.78)	1.67 ± 0.12 (1.48-1.93)	1.75 ± 0.13 (1.50-2.00)	1.65 ± 0.15 (1.50-1.87)	1.86 ± 0.20 (1.50-2.18)	1.67 ± 0.12 (1.48-1.93)	1.75 ± 0.13 (1.50-2.00)	1.65 ± 0.15 (1.50-1.87)	1.65 ± 0.15 (1.50-1.87)	1.86 ± 0.20 (1.50-2.18)	1.86 ± 0.20 (1.50-2.18)	1.86 ± 0.20 (1.50-2.18)	1.86 ± 0.20 (1.50-2.18)	1.86 ± 0.20 (1.50-2.18)	1.86 ± 0.20 (1.50-2.18)	1.86 ± 0.20 (1.50-2.18)	1.86 ± 0.20 (1.50-2.18)	1.86 ± 0.20 (1.50-2.18)	1.86 ± 0.20 (1.50-2.18)	1.86 ± 0.20 (1.50-2.18)
V %	25.8 ± 0.99 (22.9-27.3)	26.6 ± 0.84 (24.4-28.5)	26.2 ± 1.02 (24.2-27.9)	26.6 ± 1.26 (24.6-30.4)	26.0 ± 0.72 (24.7-27.0)	25.7 ± 1.02 (24.0-28.9)	27.1 ± 1.13 (25.6-28.1)	26.1 ± 0.67 (25.1-27.4)	26.0 ± 0.72 (24.7-27.0)	25.7 ± 1.02 (24.0-28.9)	27.1 ± 1.13 (25.6-28.1)	27.1 ± 1.13 (25.6-28.1)	26.1 ± 0.67 (25.1-27.4)	26.1 ± 0.67 (25.1-27.4)	26.1 ± 0.67 (25.1-27.4)	26.1 ± 0.67 (25.1-27.4)	26.1 ± 0.67 (25.1-27.4)	26.1 ± 0.67 (25.1-27.4)	26.1 ± 0.67 (25.1-27.4)	26.1 ± 0.67 (25.1-27.4)	26.1 ± 0.67 (25.1-27.4)	26.1 ± 0.67 (25.1-27.4)	26.1 ± 0.67 (25.1-27.4)
Total stylet (μ m)	176.4 ± 4.50 (168.3-185.0)	176.4 ± 3.38 (169.2-184.2)	179.6 ± 4.58 (171.7-185.8)	184.8 ± 3.80 (177.5-193.3)	183.9 ± 4.29 (176.7-195.0)	181.6 ± 3.35 (175.0-185.0)	181.3 ± 3.19 (176.7-185.0)	190.6 ± 3.52 (183.3-195.0)	183.9 ± 4.29 (176.7-195.0)	181.6 ± 3.35 (175.0-185.0)	181.3 ± 3.19 (176.7-185.0)	181.3 ± 3.19 (176.7-185.0)	190.6 ± 3.52 (183.3-195.0)	190.6 ± 3.52 (183.3-195.0)	190.6 ± 3.52 (183.3-195.0)	190.6 ± 3.52 (183.3-195.0)	190.6 ± 3.52 (183.3-195.0)	190.6 ± 3.52 (183.3-195.0)	190.6 ± 3.52 (183.3-195.0)	190.6 ± 3.52 (183.3-195.0)	190.6 ± 3.52 (183.3-195.0)	190.6 ± 3.52 (183.3-195.0)	190.6 ± 3.52 (183.3-195.0)
Functional odontostyle (μ m)	110.7 ± 3.20 (104.1-115.9)	111.8 ± 3.19 (105.0-115.0)	113.3 ± 3.22 (108.3-118.3)	115.7 ± 2.51 (117.5-120.8)	115.5 ± 3.54 (106.7-121.6)	115.4 ± 2.85 (110.8-119.2)	114.0 ± 1.93 (111.6-116.7)	118.9 ± 2.99 (114.1-123.3)	115.5 ± 3.54 (106.7-121.6)	115.4 ± 2.85 (110.8-119.2)	114.0 ± 1.93 (111.6-116.7)	114.0 ± 1.93 (111.6-116.7)	118.9 ± 2.99 (114.1-123.3)	118.9 ± 2.99 (114.1-123.3)	118.9 ± 2.99 (114.1-123.3)	118.9 ± 2.99 (114.1-123.3)	118.9 ± 2.99 (114.1-123.3)	118.9 ± 2.99 (114.1-123.3)	118.9 ± 2.99 (114.1-123.3)	118.9 ± 2.99 (114.1-123.3)	118.9 ± 2.99 (114.1-123.3)	118.9 ± 2.99 (114.1-123.3)	118.9 ± 2.99 (114.1-123.3)
Odontophore (μ m)	65.7 ± 2.75 (60.0-71.7)	64.6 ± 1.85 (61.7-68.3)	66.3 ± 3.57 (61.7-71.7)	69.2 ± 2.23 (65.0-73.3)	68.5 ± 2.55 (64.2-75.0)	66.1 ± 2.35 (58.3-70.0)	67.3 ± 3.04 (63.3-71.7)	71.6 ± 2.55 (66.7-75.8)	68.5 ± 2.55 (64.2-75.0)	66.1 ± 2.35 (58.3-70.0)	67.3 ± 3.04 (63.3-71.7)	67.3 ± 3.04 (63.3-71.7)	71.6 ± 2.55 (66.7-75.8)	71.6 ± 2.55 (66.7-75.8)	71.6 ± 2.55 (66.7-75.8)	71.6 ± 2.55 (66.7-75.8)	71.6 ± 2.55 (66.7-75.8)	71.6 ± 2.55 (66.7-75.8)	71.6 ± 2.55 (66.7-75.8)	71.6 ± 2.55 (66.7-75.8)	71.6 ± 2.55 (66.7-75.8)	71.6 ± 2.55 (66.7-75.8)	71.6 ± 2.55 (66.7-75.8)
Tail (μ m)	44.0 ± 4.0 (34.0-53.0)	43.0 ± 3.0 (35.0-47.0)	46.0 ± 3.0 (42.0-50.0)	43.0 ± 3.0 (38.0-50.0)	47.0 ± 3.0 (43.0-53.0)	47.0 ± 3.0 (40.0-52.0)	42.0 ± 3.0 (38.0-45.0)	53.0 ± 5.0 (46.0-64.0)	47.0 ± 3.0 (43.0-53.0)	47.0 ± 3.0 (40.0-52.0)	42.0 ± 3.0 (38.0-45.0)	42.0 ± 3.0 (38.0-45.0)	53.0 ± 5.0 (46.0-64.0)	53.0 ± 5.0 (46.0-64.0)	53.0 ± 5.0 (46.0-64.0)	53.0 ± 5.0 (46.0-64.0)	53.0 ± 5.0 (46.0-64.0)	53.0 ± 5.0 (46.0-64.0)	53.0 ± 5.0 (46.0-64.0)	53.0 ± 5.0 (46.0-64.0)	53.0 ± 5.0 (46.0-64.0)	53.0 ± 5.0 (46.0-64.0)	53.0 ± 5.0 (46.0-64.0)
Anal body width (μ m)	26.0 ± 1.0 (23.0-28.0)	26.0 ± 1.0 (23.0-29.0)	26.0 ± 2.0 (22.0-28.0)	27.0 ± 1.0 (24.0-30.0)	28.0 ± 2.0 (26.0-31.0)	27.0 ± 1.0 (25.0-28.0)	26.0 ± 3.0 (23.0-30.0)	28.0 ± 2.0 (25.0-32.0)	28.0 ± 2.0 (26.0-31.0)	27.0 ± 1.0 (25.0-28.0)	26.0 ± 3.0 (23.0-30.0)	26.0 ± 3.0 (23.0-30.0)	28.0 ± 2.0 (25.0-32.0)	28.0 ± 2.0 (25.0-32.0)	28.0 ± 2.0 (25.0-32.0)	28.0 ± 2.0 (25.0-32.0)	28.0 ± 2.0 (25.0-32.0)	28.0 ± 2.0 (25.0-32.0)	28.0 ± 2.0 (25.0-32.0)	28.0 ± 2.0 (25.0-32.0)	28.0 ± 2.0 (25.0-32.0)	28.0 ± 2.0 (25.0-32.0)	28.0 ± 2.0 (25.0-32.0)

¹n = no. of nematodes; L = body length; a = body length / the maximum body width; b = body length / the distance from lips to the base of esophageal gland; c = body length / the length of tail; c' = tail length / anal body width; V (%) = the distance of vulva from anterior end / body length and then multiplied by 100; total stylet = length of functional odontostyle plus odontophore; tail = length of anus position to the body posterior end; anal body width = body width at the anus position.

²Measurements in the form: mean ± SD (min. - max.), "n" = No data.

³Wang and Wu, 1992⁽²¹⁾

⁴Zheng and Brown, 1999⁽²³⁾

⁵Pan *et al.*, 2000⁽¹³⁾

表三、台灣地區 *Xiphinema hunaniense* 族群之各齡期幼蟲的形態測量值
 Table 3. Morphometrics of the 4 juvenile stages of *Xiphinema hunaniense* isolated from Taiwan

Character ¹	Locality											
	Dashu						Tsautuen					
	Litchi (Xhun2)						Sweet orange (Xhun3)					
Stages	J1	J2	J3	J4	J1	J2	J3	J4	J1	J2	J3	J4
n	15	19	8	18	5	6	21	20				
L (mm)	0.66 ± 0.032 (0.62-0.72)	0.86 ± 0.05 (0.79-1.00)	1.13 ± 0.06 (1.04-1.22)	1.49 ± 0.11 (1.31-1.82)	0.74 ± 0.06 (0.64-0.78)	0.99 ± 0.06 (0.92-1.07)	1.22 ± 0.07 (1.08-1.42)	1.59 ± 0.07 (1.47-1.71)				
a	33.2 ± 1.82 (31.0-38.8)	39.3 ± 1.87 (35.4-42.4)	39.5 ± 3.75 (31.5-43.3)	43.3 ± 2.74 (39.0-49.2)	35.8 ± 2.23 (32.0-37.5)	38.4 ± 2.52 (34.1-40.9)	41.9 ± 4.98 (36.6-52.3)	44.8 ± 3.53 (39.5-50.3)				
b	3.22 ± 0.18 (2.95-3.60)	3.52 ± 0.19 (3.19-3.87)	3.96 ± 0.27 (3.59-4.35)	4.53 ± 0.46 (3.86-5.52)	3.36 ± 0.27 (3.05-3.71)	3.93 ± 0.45 (3.39-4.73)	3.93 ± 0.25 (3.60-4.59)	4.29 ± 0.31 (3.95-4.89)				
c	9.29 ± 0.60 (8.57-10.63)	11.92 ± 0.67 (11.35-13.70)	17.83 ± 1.15 (15.29-18.64)	26.84 ± 1.88 (23.68-29.43)	9.78 ± 0.55 (8.89-10.27)	12.96 ± 0.87 (11.95-14.25)	18.68 ± 1.61 (14.79-20.88)	29.85 ± 2.37 (26.56-37.17)				
c'	5.43 ± 0.34 (4.86-6.17)	4.40 ± 0.28 (3.84-4.88)	3.10 ± 0.22 (2.91-3.50)	2.25 ± 0.17 (1.96-2.58)	5.17 ± 0.21 (5.00-5.50)	4.15 ± 0.32 (3.55-4.33)	3.18 ± 0.42 (2.59-4.29)	2.13 ± 0.18 (1.70-2.42)				
Total stylet (μm)	84.3 ± 1.95 (80.8-88.3)	107.5 ± 2.22 (104.2-111.7)	127.2 ± 3.02 (123.3-131.7)	152.4 ± 4.58 (139.2-158.3)	85.0 ± 1.86 (82.5-87.5)	111.2 ± 2.93 (105.8-113.3)	134.8 ± 3.40 (126.7-140.8)	158.8 ± 3.03 (152.5-163.3)				
Functional odontostyle (μm)	49.3 ± 2.13 (45.8-53.4)	64.7 ± 2.21 (61.7-69.2)	77.5 ± 1.68 (75.0-80.9)	94.0 ± 3.63 (85.0-102.5)	47.7 ± 1.58 (45.9-50.0)	66.5 ± 2.19 (63.3-69.1)	82.3 ± 2.40 (76.7-85.80)	98.3 ± 2.59 (92.5-102.5)				
Odontophore (μm)	35.0 ± 1.10 (33.3-36.7)	42.8 ± 1.01 (40.8-44.2)	49.7 ± 1.78 (47.5-52.5)	58.3 ± 2.02 (54.2-61.7)	37.3 ± 1.78 (34.2-38.3)	44.7 ± 1.37 (42.5-46.7)	52.5 ± 1.87 (48.3-55.8)	60.5 ± 1.54 (56.7-62.5)				
Replacement odontostyle (μm)	62.9 ± 1.47 (60.0-65.8)	79.7 ± 2.13 (76.7-85.0)	96.6 ± 3.54 (91.7-103.3)	114.4 ± 3.41 (109.2-122.5)	66.7 ± 2.34 (64.2-69.2)	85.7 ± 1.86 (83.3-88.3)	98.3 ± 2.21 (93.3-101.7)	116.9 ± 3.58 (108.3-122.5)				
Tail (μm)	71.0 ± 4.0 (63.0-78.0)	72.0 ± 3.0 (63.0-78.0)	64.0 ± 3.0 (59.0-68.0)	56.0 ± 4.0 (49.0-67.0)	75.0 ± 2.0 (72.0-78.0)	76.0 ± 2.0 (73.0-78.0)	66.0 ± 4.0 (57.0-73.0)	54.0 ± 4.0 (46.0-61.0)				
Anal body width (μm)	13.0 ± 1.0 (12.0-14.0)	16.0 ± 1.0 (15.0-19.0)	21.0 ± 2.0 (18.0-23.0)	25.0 ± 1.0 (23.0-27.0)	15.0 ± 1.0 (14.0-15.0)	19.0 ± 2.0 (17.0-22.0)	21.0 ± 2.0 (17.0-25.0)	25.00 ± 2.0 (23.00-28.0)				

表三、台灣地區 *Xiphinema humaniense* 族群之各齡期幼蟲的形態測量值 (續)
 Table 3. Morphometrics of the 4 juvenile stages of *Xiphinema humaniense* isolated from Taiwan (Cont'd)

Character	Locality											
	Dashu Litchi (Xhun2)				Tsautuen Sweet orange (Xhun3)				Host (Code)			
	J1	J2	J3	J4	J1	J2	J3	J4	J1	J2	J3	J4
Stages	J1	J2	J3	J4	J1	J2	J3	J4	J1	J2	J3	J4
n	13	11	22	10	30	19	23	14	30	19	23	14
L (mm)	0.69 ± 0.03 (0.66-0.73)	0.98 ± 0.05 (0.90-1.11)	1.23 ± 0.09 (1.05-1.38)	1.69 ± 0.18 (1.39-1.93)	0.74 ± 0.04 (0.64-0.79)	0.95 ± 0.05 (0.82-1.05)	1.27 ± 0.10 (1.10-1.45)	1.58 ± 0.10 (1.35-1.78)	36.2 ± 1.60 (33.5-39.5)	37.8 ± 2.62 (31.7-42.4)	39.7 ± 2.10 (35.4-42.9)	44.0 ± 3.70 (34.6-49.4)
a	35.1 ± 1.10 (33.5-37.9)	40.8 ± 3.44 (35.2-45.5)	43.5 ± 3.66 (35.2-50.4)	46.4 ± 1.93 (42.1-48.9)	3.64 ± 0.23 (3.14-4.11)	3.79 ± 0.20 (3.42-4.17)	4.21 ± 0.32 (3.55-4.67)	4.47 ± 0.39 (3.75-5.24)	10.09 ± 0.49 (9.37-11.69)	12.89 ± 0.68 (11.55-14.03)	17.72 ± 1.26 (15.28-20.15)	24.69 ± 1.59 (20.93-27.63)
b	3.32 ± 0.19 (3.13-3.63)	3.98 ± 0.27 (3.56-4.35)	4.34 ± 0.39 (3.75-5.07)	5.07 ± 0.55 (4.35-6.10)	4.94 ± 0.37 (4.33-5.85)	3.96 ± 0.64 (1.50-4.44)	3.26 ± 0.22 (2.88-3.71)	2.46 ± 0.20 (2.11-2.88)	83.7 ± 1.31 (81.0-86.7)	107.2 ± 2.22 (104.2-111.7)	136.9 ± 3.07 (130.8-140.8)	161.8 ± 2.93 (158.3-167.5)
c	9.19 ± 0.27 (8.75-9.73)	12.60 ± 0.92 (11.54-15.00)	17.67 ± 1.23 (15.44-20.16)	28.62 ± 2.75 (25.24-32.98)	49.2 ± 1.38 (46.7-51.7)	62.3 ± 2.07 (59.2-67.5)	83.1 ± 2.21 (79.1-85.8)	99.2 ± 2.41 (96.6-104.2)	49.2 ± 1.38 (46.7-51.7)	62.3 ± 2.07 (59.2-67.5)	83.1 ± 2.21 (79.1-85.8)	99.2 ± 2.41 (96.6-104.2)
c'	5.92 ± 0.42 (5.00-6.67)	4.45 ± 0.26 (4.00-4.88)	3.45 ± 0.21 (3.14-3.83)	2.46 ± 0.25 (2.19-2.86)	83.7 ± 1.31 (81.0-86.7)	107.2 ± 2.22 (104.2-111.7)	136.9 ± 3.07 (130.8-140.8)	161.8 ± 2.93 (158.3-167.5)	83.7 ± 1.31 (81.0-86.7)	107.2 ± 2.22 (104.2-111.7)	136.9 ± 3.07 (130.8-140.8)	161.8 ± 2.93 (158.3-167.5)
Total stylet (μm)	82.3 ± 3.27 (74.2-86.7)	106.7 ± 3.23 (102.5-111.7)	131.6 ± 3.69 (120.0-138.3)	156.6 ± 4.56 (149.2-160.8)	49.2 ± 1.38 (46.7-51.7)	62.3 ± 2.07 (59.2-67.5)	83.1 ± 2.21 (79.1-85.8)	99.2 ± 2.41 (96.6-104.2)	49.2 ± 1.38 (46.7-51.7)	62.3 ± 2.07 (59.2-67.5)	83.1 ± 2.21 (79.1-85.8)	99.2 ± 2.41 (96.6-104.2)
Functional odontostyle (μm)	48.2 ± 2.28 (43.4-50.9)	64.5 ± 2.83 (60.8-70.0)	81.1 ± 3.04 (73.3-87.5)	97.0 ± 2.97 (92.5-102.5)	34.5 ± 1.01 (31.7-36.7)	44.9 ± 1.45 (42.5-47.5)	53.7 ± 1.56 (50.8-56.7)	62.6 ± 0.96 (60.8-64.2)	34.5 ± 1.01 (31.7-36.7)	44.9 ± 1.45 (42.5-47.5)	53.7 ± 1.56 (50.8-56.7)	62.6 ± 0.96 (60.8-64.2)
Odontophore (μm)	34.0 ± 1.32 (30.8-35.8)	42.4 ± 1.78 (40.0-46.7)	50.5 ± 2.15 (45.0-55.0)	59.6 ± 3.07 (53.3-63.3)	63.8 ± 1.20 (61.3-66.7)	83.2 ± 1.51 (80.0-85.8)	100.2 ± 3.33 (95.0-105.8)	122.3 ± 5.16 (114.2-134.2)	63.8 ± 1.20 (61.3-66.7)	83.2 ± 1.51 (80.0-85.8)	100.2 ± 3.33 (95.0-105.8)	122.3 ± 5.16 (114.2-134.2)
Replacement odontostyle (μm)	62.5 ± 1.67 (58.3-65.0)	79.7 ± 3.47 (74.2-85.8)	97.6 ± 3.47 (87.5-104.2)	115.6 ± 5.64 (102.5-121.7)	73.0 ± 4.0 (65.0-79.0)	73.0 ± 3.0 (68.0-77.0)	72.0 ± 4.0 (64.0-78.0)	64.0 ± 5.0 (57.0-75.0)	73.0 ± 4.0 (65.0-79.0)	73.0 ± 3.0 (68.0-77.0)	72.0 ± 4.0 (64.0-78.0)	64.0 ± 5.0 (57.0-75.0)
Tail (μm)	75.0 ± 3.0 (70.0-80.0)	78.0 ± 3.0 (72.0-83.0)	70.0 ± 4.0 (62.0-78.0)	59.0 ± 3.0 (53.0-63.0)	15.0 ± 1.0 (13.0-17.0)	18.0 ± 1.0 (16.0-20.0)	22.0 ± 2.0 (19.0-25.0)	26.0 ± 1.0 (24.0-28.0)	15.0 ± 1.0 (13.0-17.0)	18.0 ± 1.0 (16.0-20.0)	22.0 ± 2.0 (19.0-25.0)	26.0 ± 1.0 (24.0-28.0)
Anal body width (μm)	13.0 ± 1.0 (12.0-15.0)	18.0 ± 1.0 (16.0-19.0)	20.0 ± 1.0 (18.0-22.0)	24.0 ± 2.0 (22.0-27.0)	15.0 ± 1.0 (13.0-17.0)	18.0 ± 1.0 (16.0-20.0)	22.0 ± 2.0 (19.0-25.0)	26.0 ± 1.0 (24.0-28.0)	15.0 ± 1.0 (13.0-17.0)	18.0 ± 1.0 (16.0-20.0)	22.0 ± 2.0 (19.0-25.0)	26.0 ± 1.0 (24.0-28.0)

¹ stages = the first (J1), second (J2), third (J3) and fourth (J4) developing stages of juveniles, the others see table 2.

² Measurements in the form: mean ± SD (min. - max.).

表四、台灣地區 *Xiphinema hunaniense* 雄蟲之形態測量值
Table 4. Morphometrics of *Xiphinema hunaniense* males isolated from Taiwan

Character ¹	Locality (Code)		
	Host		
	Dashu (Xhun2) Litchi	Tsautuen (Xhun3) Sweet orange	Tsautuen ² Litchi
n	8	4	15
L (mm)	1.92 (1.58-2.10)	2.13 (1.98-2.25)	1.98 ± 0.153 (1.79-2.32)
a	51.6 (49.4-62.7)	49.4 (46.9-52.3)	52.4 ± 4.49 (43.7-61.7)
b	5.66 (4.79-6.23)	5.77 (5.50-6.14)	5.56 ± 0.28 (5.21-6.11)
c	41.3 (32.9-46.0)	46.1 (39.6-52.6)	42.8 ± 4.47 (35.1-51.9)
c'	1.57 (1.40-1.85)	1.47 (1.33-1.61)	1.47 ± 0.15 (1.23-1.83)
Total stylet (μm)	177.4 (175.8-181.7)	182.5 (177.5-185.0)	179.1 ± 3.07 (173.3-182.5)
Functional odontostyle (μm)	112.0 (104.2-115.0)	115.2 (110.8-117.5)	112.6 ± 2.45 (107.5-115.9)
Odontophore (μm)	65.4 (62.5-67.5)	67.3 (66.7-68.3)	66.5 ± 1.60 (62.5-68.3)
Tail (μm)	47.0 (42.0-50.0)	47.0 (42.0-51.0)	47.0 ± 5.00 (37.0-55.0)
Anal body width (μm)	30.0 (26.0-33.0)	32.0 (31.0-33.0)	32.0 ± 1.00 (30.0-33.0)
Spicule (μm)	50.4 (40.0-60.8)	50.2 (49.2-51.7)	50.3 ± 2.28 (46.7-56.7)

¹ See table 2.

² Sample location nearby Xhun1.

³ Measurements in the form: mean ± SD (min. - max.).

表五、台灣地區 *Xiphinema hunaniense* 族群之ITS-1大小及其序列差異度百分比值

Table 5. The sequence size of ITS-1 and the pairwise percentage dissimilarities among the populations of *Xiphinema hunaniense* collected from Taiwan

Population (Code)	ITS1 No. of bases	Dissimilarity (%)		
		Xhun2	Xhun3	Xhun6
Xhun2	1129	-	-	-
Xhun3	1128	1.78	-	-
Xhun6	1129	1.69	2.40	-
Xhun8	1131	0.18	1.87	1.87

之副模標本的形態測量值間的最主要差別在於後者的蟲體較長 (2.29 mm) (表二)，因此其 a, b 和 c 值也相對地較大，另外尾部的長度也稍短 (40 μm)，至於其他測量值則相差不大，另外陰門的橫裂開口也有微向蟲體後端傾斜的現象。其次和在浙江的山茶 (*Camellia*) 及福建的李樹 (*Plum*) 上所分離的二群 *X. hunaniense* 相比 (表二)，前者的全口針長度較短，而功能性齒針和齒針延長部也相對地較短，而後者的功能性齒針相對較長 (120 μm)，但是其齒針延長部反而偏短 (57 μm)，另外這二群的尾部也明顯皆較短，至於其他項目的測量值則相當接近。在 4 個齡期幼蟲的比較方面，其結果相對地和前述雌蟲間的比對情形雷同，亦即其主要差異都在體長、全口針、功能性齒針及齒針延長部的長度等方面。在雄蟲的鑑定方面，其各項形態測量值和唇部及尾部的形態特徵都和其所屬群之雌蟲相差無幾。及至目前在本研究中共計鑑定 27 隻雄蟲 (表四)，其中在 Xhun1 的採集點附近另一處荔枝園所分離的劍線蟲群中，其雄蟲在解剖顯微鏡底下被發現的比率似乎較先前的採集點明顯為高，究其原因可能為該採集點的採取根圈土樣時間為 10 月中旬，而當時氣溫已漸轉涼且土壤逐漸乾燥，是否因此造成劍線蟲群中雌雄比率的改變或二者對環境氣候的忍耐力不同所致，而其真正原因的探討可於田間進行週年的採樣調查及收集氣候溫度等資料加以比對分析。

在目前已知的劍線蟲種類中，*X. brasiliense* 的尾部形態特徵和 *X. hunaniense* 最為相近，亦即其尾部末端中間皆有一明顯的指狀突起，其次 *X. radicolica* 亦有類似之處。Corn 和 Sher 二氏⁽⁵⁾曾列出許多 *X. brasiliense* 群的形態測量值，其中在斯里蘭卡 (舊名為錫蘭, Ceylon) 的熱帶雨林土壤 (jungle soil) 中所分離的劍線蟲群，其蟲體長度 [2.1 (2.0-2.2) mm]、陰門位置 [27 (26-28) %] 及全口針長度 [187 (181-196) μm] 等主要測量值都和其全模標本 (Holotype) 及其他群之間有不少的差異，但是上述測量值卻與本研究中的 *X. hunaniense* 較為接近。在南美洲的巴西 (Brazil) 地區，Ferraz 氏⁽⁷⁾所鑑定的 *X. brasiliense*，其蟲體長度 [2 (1.8-2.2) mm]、陰門位置 [28 (27-31) %]、全口針長度 [191 (183-200) μm]、功能性齒針 [119 (111-127) μm] 及齒針延長部 [72 (71-75) μm] 等主要測量值中，除了陰門位置外，其餘都和 Xhun8 者類似，但 Loof 和 Sharma 二氏⁽¹⁰⁾所鑑定的該種劍線蟲，全口針的長度 [210 (194-221) μm] 和前一群間有極大的差異。另外 Wang 氏等⁽¹⁹⁾在中國大陸湖南地區的葡萄園所分離鑑定的 *X. radicolica*，的主要測量值，皆和本研究中的 Xhun1-7 相當接近。由於 *X. brasiliense* 的全模標本及合模式標本 (Syntypes) 等模式標本 (type specimen) 一共只有 3 隻⁽¹¹⁾，因此關於該種劍線蟲雌蟲的可能種內形態變異範圍並不清楚，至於 Luc 和 Loof 二氏⁽¹²⁾綜合許多報告所整理之 *X. radicolica* 的形態測量值，其全口針的長度範圍為 160-223 μm ，而此一項目值的範圍

相當大，著實已超過目前對許多劍線蟲種類的全口針長度的認知。至今在中國大陸和台灣地區所發現的 *X. hunaniense* 雌蟲，其間有部分的形態測量值出現些微的差異，究竟是否屬於種內的形態變異範圍，則需進一步加以探討，尤其有待中國大陸地區提供更多不同地區群之雌蟲、雄蟲及完整4個齡期幼蟲的形態測量值和 rDNA 片段的序列等資料，如此才能對 *X. hunaniense* 的變異性有更確切的認知。

謝辭

本研究承行政院農業委員會經費補助，並承本所農藝組試驗統計研究室呂秀英研究員和呂椿棠助理研究員協助數據統計分析，謹申謝意。

引用文獻

1. 陳殿義、倪蕙芳、顏志恒、程永雄、蔡東纂. 2004. 台灣地區劍線蟲 *Xiphinema elongatum* 之變異性. 植病會刊 13: 45-60。
2. 陳殿義、倪蕙芳、顏志恒、程永雄、蔡東纂. 2004. 台灣地區劍線蟲 *Xiphinema insigne* 之變異性. 植病會刊 13: 127-142。
3. Alkemade, J. R. M., and Loof, P. A. A. 1989. Observations on the ontogeny of some *Xiphinema* species (Nematoda: Dorylaimida). Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent 54: 1177-1186.
4. Cherry, T., Szalanski, A. L., Todd, T. C., and Powers, T. O. 1997. The internal transcribed spacer region of *Belonolaimus* (Nemata: Belonolaimidae). J. Nematol. 29: 23-29.
5. Cohn, E., and Sher, S. A. 1972. A contribution to the taxonomy of the genus *Xiphinema* Cobb, 1913. J. Nematol. 4: 36-65.
6. Coomans, A., and De Coninck, L. 1963. Observations on spear-formation in *Xiphinema*. Nematologica 9: 85-96.
7. Ferraz, L. C. C. B. 1980. Observations on some *Xiphinema* species found in Brazil (Nematoda: Dorylaimoidea). Nematol. Medit. 8: 141-151.
8. Lordello, L. G. E. 1951. *Xiphinema brasiliense*, nova espécie de nematóide do Brasil, parasita de *Solanum tuberosum* L. Bragantia 11: 87-90.
9. Loof, P. A. A., Luc, M., and Baujard, P. 1996. A revised polytomous key for the identification of species of the genus *Xiphinema* Cobb, 1913 (Nematoda: Longidoridae) with exclusion of the *X. americanum*-group: Supplement 2. Syst. Parasitol. 33: 23-29.
10. Loof, P. A. A. and Sharma, R. D. 1979. Plant parasitic nematodes from Bahia State, Brazil: The genus *Xiphinema* Cobb, 1913 (Dorylaimoidea). Nematologica 25: 111-127.
11. Luc, M. 1981. Observations on some *Xiphinema* species with the female anterior genital branch reduced or absent (Nematoda: Longidoridae). Rev. Nematol. 4: 157-167.
12. Luc, M., and Loof, P. A. A. 1993. Note on *Xiphinema clavatus* Renubala *et al.*, 1991 and *X. chothecolla* Renubala *et al.*, 1991 (Nemata: Longidoridae). Fundam. Appl. Nematol. 16: 383-384.
13. Pan, C., Zheng, J., Zhou, X., Neilson, R., and Brown, D. J. F. 2000. Preliminary assessment of the occurrence of longidorid and trichodorid nematodes (Nematoda: Longidoridae and Trichodoridae) in Xiamen, Fujian Province, China. Russ. J. Nematol. 8: 153-159.
14. Radivojević, M. 1998. Observations on spear replacement in *Xiphinema dentatum* (Nematoda: Longidoridae). Nematologica 44: 137-151.
15. Robbins, R. T., Brown, D. J. F., Halbrendt, M., and Vrain, T. C. 1996. Compendium of juvenile stages of *Xiphinema* species (Nematoda: Longidoridae). Russ. J. Nematol. 4: 163-171.
16. Robbins, R. T., and Wang, S. 1998. A comparison between *Xiphinema radicolica* and *X. hunaniense*. Proc. 24th Int. Nematol. Symp. European Soc. Nematologists, 4-9th, August 1998, Dundee, Scotland.
17. Vovlas, N., and Larizza, A. 1994. Life stages identification and embryology of the virus-vector nematode *Xiphinema index*. Nematol. Medit. 22: 109-113.
18. Vrain, T. C., Wakarchuk, D. A., Levesque, C. A., and Hamilton, R. I. 1992. Intraspecific rDNA restriction fragment length polymorphism in the *Xiphinema americanum* group. Fundam. Appl. Nematol. 15: 563-573.
19. Wang, S., Chiu, W. F., Yu, C., Li, C., and Robbins, R. T. 1996. The occurrence and geographical distribution of longidorid and trichodorid nematodes associated with vineyards and orchards in China. Russ. J. Nematol. 4: 145-153.
20. Wang, S., and Wu, X. 1992. Two species of *Xiphinema* Cobb, 1913 (Dorylaimida: Longidoridae) from around grape roots in China. Acta Phytopathol. Sin. 22: 117-123.
21. Xu, J., Fu, P., and Cheng, H. 1995. A taxonomic study on species of *Xiphinema* from seven provinces of China (Nemata: Longidoridae). J. Nanjing Agri. Univ. 18: 37-42.
22. Zheng, J., and Brown, D. J. F. 1999. *Xiphinema insigne*

Loos, 1949 and *X. hunaniense* Wang & Wu, 1992 from Hangzhou, China, and synonymization of *X. savaryi* Lamberti, Troccoli & Agostinelli, 1997 with *X. insigne*,

and *X. siamense* Lamberti, Troccoli & Agostinelli, 1997 with *X. radicolica* Goodey, 1936 (Nematoda: Longidoridae). Russ. J. Nematol. 7: 127-137.

ABSTRACT

Chen, D. Y.¹, Ni, H. F.², Yen, J. H.³, Cheng, Y. H.², and Tsay, T. T.^{4,5}. 2004. Identification and variation of *Xiphinema hunaniense* populations from Taiwan. Plant Pathol. Bull. 13: 155-166. (¹ Plant Pathology Division, Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, R.O.C.; ² Department of Plant Protection, Chia Yi Agricultural Experiment Station, ARI, Taiwan; R.O.C.; ³ Agricultural Extension Center, and ⁴ Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C.; ⁵ Corresponding author, E-mail: TTTsay@nchu.edu.tw, Fax: +886-4-22876712)

Eight geographical populations of *Xiphinema hunaniense* were isolated successively from the rhizosphere of litchi, sweet orange, pear, longan, buntan, and loquat using modified Baermann funnel method in central and south parts of Taiwan during 1998 to 2003. Based on the matchable length of replacement odontostyle and functional odontostyle, and also the evident gap of replacement odontostyle and total stylet length between the four successive juvenile stages and adult, it assured that examined specimens of each population were not mixed with other morphologically similar *Xiphinema* species. The female morphometric results indicated that only the Xhun8 showed differences in mean length of total stylet (functional odontostyle plus odontophore) and tail compared with the other populations, but the ranges of the above two items were overlapped obviously. As to the juveniles, only the fourth juvenile stage of Xhun8 showed differences to the other populations. The ITS-1 sequence size of rDNA fragments from Xhun2, 3, 6, 8 were ranged from 1128 to 1131 bp, its pairwise percentage dissimilarity were 0.18~2.40. Concluded from the above comparisons of morphometrics of females and juveniles, and the sequence data of rDNA, it indicated that the differences existed in Xhun8 should be ascribed to the intraspecific variation of *X. hunaniense*. The identification of *X. hunaniense* males was the first report in the world and its morphometrics and the shape of lip region and tail pegs were almost identical with that of the females, and the numbers of supplements were 7 to 8. Until now, only the southeast Mainland China and Taiwan have reported the *X. hunaniense*, but some of the morphometrics have showed variance to each other. However, to decide that whether these differences were intraspecific or interspecific variation, or to clarify the relationships with *X. brasiliense* or *X. radicola*, both were morphologically close to *X. hunaniense*, collecting more morphometric data of the juveniles, males and the sequences of rDNA of different geographical populations of *X. hunaniense*, especially from the Mainland China, would be the only feasible method.

Key words: identification, internal transcribed spacer, ITS-1, ribosomal DNA, variation, *Xiphinema hunaniense*