

評估套袋保護時間及網目大小於「台農 1 號」荔枝 對荔枝細蛾防治效果

王泰權¹ 張哲璋² 張仁育^{3*}

摘要

王泰權、張哲璋、張仁育。2019。評估套袋保護時間及網目大小於「台農 1 號」荔枝對荔枝細蛾防治效果。台灣農業研究 68(1):40–46。

荔枝細蛾 (*Conopomorpha sinensis* Bradley) 為荔枝果實生長發育過程中危害最甚的害蟲之一，生產者通常藉由施灑化學殺蟲劑以快速、有效地控制該害蟲。套袋是另一個選擇方案，可藉此提供友善環境與安全果品。荔枝品種「台農 1 號」因其穩定高產，深具發展為減藥生產品種潛力。結合該品種與適當的套袋處理，可作為安全荔枝生產的解方之一。本研究著重於「台農 1 號」荔枝套網袋生產的 2 項重要議題，包含套袋時機及所用網目大小對防治荔枝細蛾入侵的效果。研究中據此以套袋的時機及套袋材質孔徑兩項作為探討因子，並藉由追蹤落果表現、果實品質及危害情形來評估套果效益。研究結果顯示，在偏雌花盛開後 3 wk 套袋，可使生殖生長枝收穫最多且果實不受蟲害；未套袋的荔枝果實受害率則達到 97.5%，且單果重量減少 26.9%，可溶性固形物含量亦低於 17°Brix。另外，使用 16 網目，並無法全然防範荔枝細蛾對果實的危害。因此，建議使用更細緻的網目，作為防範荔枝細蛾危害的套袋材料。

關鍵詞：荔枝細蛾、套袋、果實品質、產量、網目。

前言

荔枝細蛾 (*Conopomorpha sinensis* Bradley) 為鱗翅目 (Lepidoptera)、細蛾科 (Gracillariidae)，係荔枝重要害蟲 (Hwang & Hsieh 1989; Hwang & Hung 1996)，危害荔枝新梢與果實，尤其於結果期對果實所致危害甚鉅。荔枝細蛾於夜間在果實上產卵，幼蟲孵化後直接入侵取食荔枝蒂頭及種子，可於荔枝果實生長初期入侵常造成大量落果，而入侵收穫枝則造成果實品質不佳 (Huang *et al.* 1994)。即使施藥進行荔枝細蛾的防治，在不同荔枝品種間果實受害率仍有 8.5–47.0%，不施化學藥劑防治之果實受害率甚至可高達 86.2–88.5% (Hung *et al.* 2008)，顯示該害蟲嚴重減損荔枝生產效益。

荔枝細蛾產卵於果實表面，卵期約為 2.8–3.0 d (Hung *et al.* 2002)，幼蟲孵化後會直接入侵果皮取食果實內部組織，此時不易以化學藥劑防治幼蟲危害。因此，生產者常採用連續化學防治，控制荔枝著果期田間害蟲。根據我國現行植物保護手冊推薦荔枝細蛾防治所用殺蟲藥劑，包含有機磷劑、合成除蟲菊類及氨基甲酸鹽類等，約於荔枝花落後 10–20 d 起，每隔 7–10 d 進行施藥一次直至指定停止施藥期前，按此所需施藥次數約為 4–5 次。然而，荔枝生產過程時有梅雨等天候因素干擾，生產者往往增加用藥次數以確保果實不受蟲害，對施藥者與環境均造成負擔與危害風險。

除了使用化學藥劑防治荔枝細蛾外，套袋保護為非常有效直接阻隔荔枝細蛾產卵於

投稿日期：2017 年 12 月 15 日。接受日期：2018 年 8 月 29 日。

* 通訊作者：r96b44007@ntu.edu.tw

¹ 農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所植物保護系助理研究員。台灣 嘉義市。

² 農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所園藝系研究員兼系主任。台灣 嘉義市。

³ 農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所園藝系助理研究員。台灣 嘉義市。

荔枝果實上的方式。以往荔枝細蛾套袋研究結果，皆顯示可以獲得良好的防治效果。Wen & Liou (2008) 及 Wen & Lee (2009) 於高雄鳳山及旗山地區的玉荷包荔枝上，套以 30 cm × 50 cm 綠色尼龍網袋、30 cm × 50 cm 白色尼龍網袋及 35 cm × 40 cm 紙袋，進行荔枝細蛾套網防治試驗。荔枝細蛾之防治率，分別可達 89.1–100、93.4–100 及 88.4–97.1%。Hwang & Hung (1993) 於南投地區南崗及社口 2 處，以 100 目 60 cm × 40 cm 之白色尼龍紗網進行套袋，收穫時並無發現任何荔枝細蛾危害，顯示套袋可以有效地防治荔枝細蛾。過去研究文獻較於探討荔枝套袋適用時間，由於荔枝果實發育過程伴隨大量生理落果，因此早期套袋效率不佳，太晚套袋則又有荔枝細蛾等害蟲危害果實、減損產量等問題。綜此，尋求精確套袋時間，將可有助於生產者獲得最佳生產報酬。

本研究選用「台農 1 號」荔枝作為試驗材料，該品種具有發育時間短且著果穩定的豐產特性 (Chang *et al.* 2005)，可供發展有機耕作或居家種植潛力。本研究以偏雌花盛開期為基準，探討不同套袋時間與網目大小對荔枝生產與蟲害作用影響，冀能提供荔枝套袋生產模式，並予友善環境種植參考。

材料與方法

套袋時間對荔枝細蛾危害及果實品質之影響

試驗採隨機完全區集設計 (Randomized complete block design; RCBD)，2014 年以行政院農業委員會農業試驗所嘉義分所園區所栽植之 5 株「台農 1 號」荔枝樹單株作為區集，每株標示 25 支偏雌花同步盛開全花序 (穗)，並自其中逢機挑選 5 支進行各別套袋。試驗中以尺寸 36 cm × 45 cm 之 FP460 綠色聚乙烯網袋 (南洋化學工業股份有限公司，台灣嘉義縣) 作為套袋材料，分別於偏雌花盛開後第 3 週、第 5 週與第 7 週進行套袋處理，使著果的穗 (生殖生長枝) 完整包覆於網袋之中。偏雌花盛開後第 3 週套袋時，另擇 5 支生殖生長枝以破網袋套袋處理；套袋後以美工刀自束口至袋底將

網袋一線劃開，最後所餘 5 支生殖生長枝則不套袋作為對照。

網袋大小對荔枝細蛾危害及品質之影響

2015 年於農業試驗所嘉義分所荔枝園 3 株「台農 1 號」進行，以單株作為區集，每株標示 20 支偏雌花同步盛開全花序 (穗)，並自其中逢機挑選 5 支進行各別套袋處理。試驗中所用套袋材料為自製 55 cm × 40 cm 長型白色尼龍網袋，網袋孔徑則分成 16、24 及 32 目 3 等級。網袋上方以拉繩束口，底部設魔鬼氈，便於逐週調查時取樣。受試荔枝偏雌花盛開後第 3 週進行套袋，每試驗株每種網袋各逢機套於 5 支生殖生長枝，並擇 5 支未套袋生殖生長枝標示作為對照。

留果率、荔枝細蛾危害率計算與果實品質分析

2014 年試驗自偏雌花盛開日起，每週記錄各生殖生長枝每穗著生小果數，至偏雌花盛開後第 11 週採收果實 (Yeh *et al.* 2011)。逐週每穗著果數參考 Chang *et al.* (2015) 方法，計算週間相對落果率 (relative fruit abssion rate)。採收後的果實，逐一以肉眼檢視是否受到荔枝細蛾的入侵危害，出現荔枝細蛾幼蟲羽化蛀孔、幼蟲糞便或者活體幼蟲入侵，皆視為受到入侵。各試驗株收穫果實，每處理逢機抽取 5 顆果實進行品質分析，秤取單果與果皮、果肉、種子等各部位鮮重，以手持式曲折度計測量單果果肩部位可溶性固形物含量，以及榨取果汁後測量果汁可溶性固形物含量與可滴定酸含量計算糖酸比 (Chang *et al.* 2015)，分析果實品質。

2015 年試驗於套袋後逐週計算每標示穗留存果實數量，自偏雌花盛開後第 7 週起，於各網袋中分別拾出週間落果，並逐一檢視是否受荔枝細蛾危害。果實至偏雌花盛開後第 10 週果實達到園藝成熟，全數予以採收，並調查記錄收穫果實危害率。

統計分析

試驗數據以 SAS Enterprise Guide 7.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 軟體線性模型

程式分析，並以 Tukey's Honest Significant Difference (Tukey's HSD) 比較各處理間差異 ($\alpha = 0.05$)。其中，相對落果率與危害率數據，先經反正弦 (arcsine) 函數轉換後分析。

結果

落果趨勢

「台農 1 號」荔枝果實著果、落果高峰，發生於偏雌花盛開後第 2-3 週間，在第 3 週之前各處理落果率平均約達 89.1% 左右，而到第 5 週時已約有 96.5% 小果掉落。各處理間平均每生殖生長枝週間相對落果率在第 10 週前，於 Tukey's HSD 標準下無顯著差異，然而相較於其他處理，不套袋對照組則在第 11 週採收出現另一波落果 (圖 1)。

果實危害率

在 2014 年的試驗中，發育 11 wk 採收「台農 1 號」荔枝果實，每生殖生長枝平均著生 1.80-3.40 顆果實，套袋未造成收穫量顯著差異；進一步解剖收穫果實予以鏡檢，則可觀察

到在發育 3 wk 與 5 wk 時套袋所收穫果實並無荔枝細蛾蛀孔或活體幼蟲入侵，而在不套袋對照組中則有高達 97.5% 果實受荔枝細蛾危害。剔除受害果實，於 3 wk 套袋處理可獲得平均每穗收穫 3.40 顆果實，顯著優於不套袋對照組的 0.12 顆果實 (表 1)。

在 2015 年進行的試驗中，不套袋生殖生長枝收穫果實於採收時，有 87.5% 遭受荔枝細蛾危害，每穗平均僅能收穫 0.53 顆果實；以 16、24 及 32 日網袋套袋均高於不套袋處理，生殖生長枝每穗平均可收穫 4.87-6.80 顆無受蟲害的果實，在 24 日及 32 日網袋內收穫果實均無蟲害情形 (表 2)。

果實品質分析

果實品質分析結果顯示，不套袋對照組果實明顯較小，單果重較於第 3 週套袋處理者減少約 26.9%。果重減損主要來自果肉部分充實不足，在第 3 週套袋處理者果肉重達 22.35 g，不套袋對照組果實果肉僅 15.16 g。另外，對照組果實亦有果肉可溶性固形物含量無法充分累積情形，在經套袋處理的「台農 1 號」果

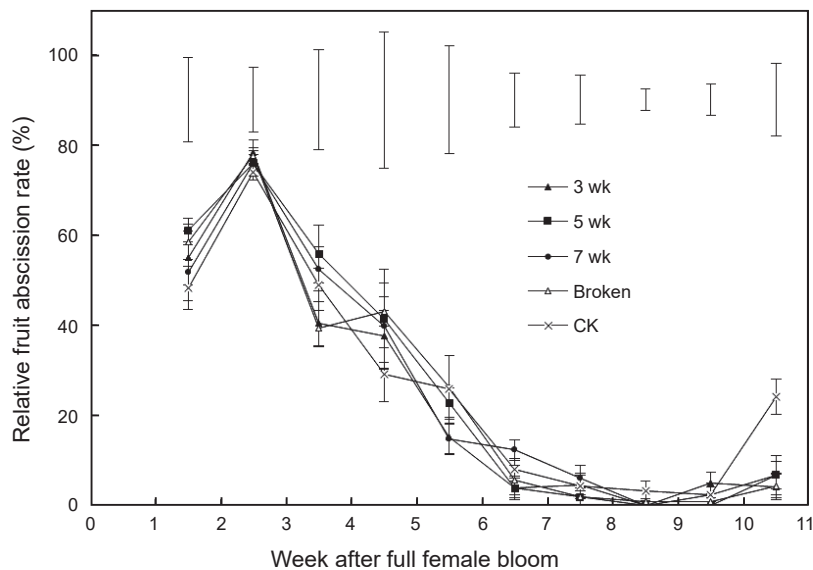


圖 1. 偏雌花盛開後 3 wk、5 wk、7 wk 進行套袋及偏雌花盛開後 3 wk 套用破袋或不套袋做對照處理，穗上果實週間相對落果率變化。圖上垂直線為顯示各階段 least significant difference (LSD) 值 ($\alpha = 0.05$)。

Fig. 1. Changes of weekly relative fruit abscission rate in panicles with different treatments, including bagged since 3 wk, 5 wk, and 7 wk after full female bloom, or used broken bag at 3 wk, or without bagging. Vertical bars represent least significant difference (LSD) ($\alpha = 0.05$). CK: control.

表 1. 不同時間與套袋處理對「台農 1 號」荔枝著果、荔枝細蛾危害率與果實品質影響。

Table 1. Effects of different bagging treatments on fruit retention, infestation rate of litchi fruit borer, and fruit quality of litchi 'Tainung No. 1'.

Treatment	Non-infested fruit number per panicle	Infestation rate of harvested fruit (%)	Fruit weight (g)	Pericarp weight (g)	Seed weight (g)	Aril weight (g)	TSS (°Brix)	TSS/TA ^z
3 wk	3.40 a ^y	0.0 a	28.01 a	4.16 a	1.50 a	22.35 a	18.46 a	130.65 a
5 wk	1.80 ab	0.0 a	27.63 a	4.09 a	1.30 a	22.24 a	18.62 a	147.57 a
7 wk	1.84 ab	10.6 a	27.68 a	4.01 a	1.49 a	22.18 a	19.22 a	131.74 a
Broken	2.36 ab	17.1 a	26.23 a	3.96 a	1.33 a	20.94 a	18.98 a	141.26 a
CK ^x	0.12 b	97.5 b	20.48 b	3.95 a	1.37 a	15.16 b	16.32 b	115.29 a

^z TSS: total soluble solids; TA: titratable acidity.

^y Means within the same column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level ($\alpha = 0.05$) by the least significant difference (LSD) test.

^x CK: control.

實可溶性固形物含量平均在 18.46–19.22°Brix 之間，顯著的高於對照組的 16.32°Brix ($P = 0.0003$)。

荔枝果實套袋後的顏色分析

「台農 1 號」荔枝果實於轉紅之初具有最佳果實品質表現，在 2014 年收穫果實的外觀色澤，無論在各套袋處理或不套袋對照組中，均無明顯差異 (圖 2)。

討論

荔枝果實發育過程約僅 1–5% 小果可留存至採收期 (Stern & Gazit 1999; Chang *et al.* 2015)，其餘小果因生理落果以及病蟲害而損失。Hung *et al.* (2008) 調查資料顯示，在未施藥荔枝園中，樹上果與地上落果之荔枝細蛾危害率隨著接近採收期而提高。本試驗不套袋對照組，生殖生長枝所見相對落果率與其他套袋處理組未有顯著差異，但採前落果率顯著地攀升 (圖 1)。顯示「台農 1 號」果實發育早、中期落果發生，主要源自生理性落果，而荔枝細蛾的危害主導了荔枝果實發育後期的落果。荔枝細蛾入侵動態尚缺乏更深入的瞭解，本研究透過分批套袋結果，明確地呈現了在偏雌花盛開後第 3 週實施套袋，可收穫最多的良質果實，收穫果實亦無一受荔枝細蛾危害。荔枝細蛾果園內密度於荔枝小果期開始快速增加 (Wen & Lee 2009)，推測在「台農 1 號」荔枝果實發育 5 wk 以前，即種子胚胎快速發育之初 (Yeh *et*

al. 2011)，荔枝小果非生理性落果現象便已少量發生。荔枝細蛾是否於此時入侵小果並造成危害能力，則待進一步研究觀察。

套袋可有效地阻絕蛀果害蟲於果實上產卵並所致危害，目前使用套網袋的保護措施，已經廣泛用於防治果實蠅科及蛀果蛾類的等害蟲 (Wen & Liou 2008; Sarker *et al.* 2009)。研究中在第 3 週套用破損網袋的處理組，至採收期果實荔枝細蛾危害率為 17.1%，仍顯優於不套袋環境生產的果實。顯示物理性阻絕，可有效地減少荔枝細蛾入侵。研究中採用不同孔徑的觀察套袋過程中荔枝細蛾的危害情形，16、24 及 32 目網袋均能提供良好的荔枝細蛾防治效果，然而果實發育第 8 週時套 16 目網袋，記錄到袋內有荔枝細蛾危害落果情形，且收穫果實中亦見蟲害果實 (表 2)。由於荔枝細蛾卵期至完成幼蟲期約需 13–17 d，顯示該入侵事件發生於套袋之後，意味著在 16 目 (篩孔尺寸 1.18 mm) 以下孔徑之套袋尚不足以完全抵禦荔枝細蛾入侵。

荔枝細蛾危害發育中的荔枝果實時，顯著抑制果肉充實，使得著生果實較小且可溶性固形物含量低，推測係因維管束組織受破壞影響同化物輸導所致。然而，荔枝著果與果實發育仰賴枝梢即時供應光合作用同化物 (Chang & Lin 2008)，套袋會改變包覆範圍微環境條件，包含晝期氣溫增加約 1–2°C 以及光照度降低，而影響果實發育、著色表現及果實品質呈現等。例如，套袋可能使荔枝果實生長發育較慣行施



圖 2. 以綠色聚乙烯網袋套袋處理「台農 1 號」荔枝所穫果實外觀，由上而下分別為偏雌花盛開後第 3 週、第 5 週、第 7 週套袋，偏雌花盛開後第 3 週套破網袋處理，以及不套袋處理。Bar = 2 cm。

Fig. 2. Appearance of 'Tainung No. 1' litchi fruit after green polyethylene net bagging treatments. From top to bottom: bagging at 3, 5 and 7 wk after full female bloom, after full female bloom, or used broken bag at 3 wk, or without bagging. Bar = 2 cm.

表 2. 套袋網目大小對「台農 1 號」荔枝著果與荔枝細蛾危害率影響。

Table 2. Effects of mesh size on bagged litchi 'Tainung No. 1' fruit retention and infestation rate of litchi fruit borer.

Treatment	Non-infested fruit number per panicle	Infestation rate of harvested fruit (%)	Infestation rate calculated since 6 wk after full female flower blooming (%)
16-mesh bag	6.00 a ^z	2.3 a	1.8 a
24-mesh bag	6.80 a	0.0 a	0.0 a
32-mesh bag	4.87 a	0.0 a	0.0 a
CK ^y	0.53 b	87.5 b	—

^z Means within the same column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level ($\alpha = 0.05$) by the least significant difference (LSD) test.

^y CK: control.

藥管理者延滯，或因葉綠素代謝與花青素生合成量改變，使得套用不同材質會獲得不同色澤果實 (Fang *et al.* 2016)。因此，投入集約人力完成套袋措施，採用與否便將關乎生產者果實

生產與經濟表現的取捨。本研究說明使用網袋生產「台農 1 號」荔枝，以偏雌花盛開後 3 wk 後、5 wk 以前套袋，可有最佳保護效果與著果量，網袋孔徑則以小於 16 目為宜，可供作

未來荔枝生產期蟲害防治研究以及應用網材生產參考。

誌謝

本研究感謝農業試驗所嘉義農業試驗分所植物保護系林玄學先生、黃瓊慧小姐及盧慧真小姐協助進行不同套袋時間防治荔枝細蛾的田間試驗；朱宜芬小姐及周紹宸先生協助不同網袋大小防治田間細蛾的田間試驗。

引用文獻

- Chang, J. W., Y. H. Cheng, C. R. Yen, H. T. Hsu, C. N. Chao, Y. J. Tien, C. C. Ho, and C. Y. Lin. 2005. A new variety of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) 'Tainung No 1'. J. Taiwan Agric. Res. 54:43–53. (in Chinese with English abstract)
- Chang, J. C. and T. S. Lin. 2008. Fruit yield and quality as related to flushes of bearing shoots in litchi. J. Amer. Soc. Hortic. Sci. 133:284–289.
- Chang, J. Y., Y. A. Chang, L. Tang, and J. W. Chang. 2015. Characterization of generative development in early maturing litchi 'Early Big', a novel cultivar in Taiwan. Fruits 70:289–296.
- Fang, H. H., W. L. Lee, C. C. Huang, and Y. S. Liang. 2016. Effect of bagging materials on pericarp coloration and pesticide residues of 'Yu-Her-Pao' litchi (*Litchi chinensis* Sonn) fruit. J. Taiwan Agric. Res. 65:184–193. (in Chinese with English abstract)
- Huang, C. C., K. S. Chang, and Y. I. Chu. 1994. Damage and populations fluctuation of the litchi fruit borer, *Conopomorpha sinensis* Bradley, in Chia-Nan district, Taiwan. Plant Prot. Bull. 36:85–95.
- Hung, C. C., B. Y. Chang, and J. S. Hwang. 2002. Rearing techniques, eclosion and mating behavior of litchi fruit borer, *Conopomorpha sinensis* Bradley (Lepidoptera: Gracillariidae). Plant Prot. Bull. 44:89–99.
- Hung, S. C., K. Y. Ho, and C. C. Chen. 2008. Investigation of fruit damages of litchi caused by *Conopomorpha sinensis* Bradley and *Bactrocera dorsalis* (Hendel) in Chaiyi. J. Taiwan Agric. Res. 57:143–152. (in Chinese with English abstract)
- Hwang, J. S. and F. K. Hsieh. 1989. The bionomic of the coca pod borer, *Conopomorpha cramerella* (Snellen), in Taiwan. Plant Prot. Bull. 314:387–395.
- Hwang, J. S. and C. C. Hung. 1993. Control of the litchi fruit borer, *Conopomorpha sinensis* Bradley, with bagging method and insecticides. Plant Prot. Bull. 35:225–238. (in Chinese with English abstract)
- Hwang, J. S. and C. C. Hung. 1996. Gracillariid insect pests attacking litchi and longan in Taiwan. Plant Prot. Bull. 38:75–78.
- Sarker, D., M. M. Rahman, and J. C. Barman. 2009. Efficacy of different bagging materials for the control of mango fruit fly. Bangl. J. Agric. Res. 34:165–168.
- Stern, R. A. and S. Gazit. 1999. The synthetic auxin 3, 5, 6-TPA reduces fruit drop and increases yield in 'Kaimana' litchi. J. Hortic. Sci. Biotech. 74:203–205.
- Wen, H. C. and T. D. Liou. 2008. Insect pests and their injuries on Yuh-heh-bau litchi and effect of fruit bagging in Kao-Ping area of Taiwan. J. Taiwan Agric. Res. 57:133–142. (in Chinese with English abstract)
- Wen, H. C. and C. Y. Lee. 2009. A control for three pests of the Yuh-heh-pau litchi on the fruit stage. Formosan Entomol. 29:95–102. (in Chinese with English abstract)
- Yeh, Y. C., J. W. Chang, C. H. Tang, F. T. Lin, and T. C. Lee. 2011. Study on the development of 'Tainung No.1' and 'Hak Ip' litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruits. J. Taiwan Soc. Hort. Sci. 57:65–79. (in Chinese with English abstract)

Assessment of Bagging Protection at Different Timings and Mesh Sizes for Controlling Litchi Fruit Borer (*Conopomorpha sinensis* Bradley) on Litchi ‘Tainung No. 1’

Tai-Chuan Wang¹, Jer-Way Chang², and Jen Yu Chang^{3,*}

Abstract

Wang, T. C., J. W. Chang, and J. Y. Chang. 2019. Assessment of bagging protection at different timings and mesh sizes for controlling litchi fruit borer (*Conopomorpha sinensis* Bradley) on litchi ‘Tainung No. 1’. *J. Taiwan Agric. Res.* 68(1):40–46.

Litchi fruit borer (*Conopomorpha sinensis* Bradley) is the most important pest during the fruit growth and development in litchi. Generally growers use chemical pesticides to control pest efficiently. Bagging is an alternative method, providing suitable growing environment and safe fruit. The litchi variety ‘Tainung No. 1’ may have potential to develop into a low pesticide used variety due to its stable and high yield traits. A combination of suitable variety and bagging practices could be the resolution for production of safe litchi. This study considered two important approaches, timing and mesh size of net, for the experiment. Best fruit bearing without pest infestation was observed on panicles which had bagged at 3 wk after full female bloom. About 97.5% fruit from unbagged panicles were infested by litchi fruit borer, with 26.9% fruit weight loss and reduction of total soluble solids content (less than 17°Brix). In summary, 16-mesh net cannot absolutely protect fruit from damage by litchi fruit borers. It is recommended to use the more fine materials.

Key words: Litchi fruit borer, Bagging, Fruit quality, Yield, Mesh.

Received: December 15, 2017; Accepted: August 29, 2018.

* Corresponding author, e-mail: r96b44007@ntu.edu.tw

¹ Assistant Research Fellow, Department of Plant Protection, Chiayi Agricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan, ROC.

² Research Fellow and Head, Department of Horticulture, Chiayi Agricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan, ROC.

³ Assistant Research Fellow, Department of Horticulture, Chiayi Agricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan, ROC.