

壹、標題：田間藥效試驗之病害調查方法指引－西瓜、胡瓜等葫蘆科蔬菜露菌病

貳、定稿日期：2014年11月25日

參、目的：評估殺菌劑防治 *Peronosporales* 所引起西瓜、胡瓜等葫蘆科蔬菜露菌病 (downy mildews) 之田間藥效評估試驗所採用之調查方法指引。

肆、適用範圍：

包括試驗對象、作物與品種與試驗環境。其中作物品種應為為自然感染或人工接種病原菌之罹病品種。

試驗對象	試驗作物	試驗環境
露菌病 <sup>1</sup> ( <i>Pseudoperonospora cubensis</i> (PSPECU <sup>2</sup> ))	胡瓜( <i>Cucumis sativa</i> (CUMSA))、香瓜( <i>Cucumis melo</i> spp. <i>melo</i> (CUMME)、西瓜( <i>Citrullus lanatus</i> (CITLA))	田間或溫室

<sup>1</sup>胡瓜露菌病參考EPPO PP 1/65(3)。

<sup>2</sup>作物及病原菌之代碼參考“EPPO Plant Protection Thesaurus”搜尋結果加以編列 (<http://eppt.epppo.org/search.php>)。

伍、調查方法：

(一)小區大小：

1. 胡瓜：至少 5 株/小區(EPPO, 1996)。

(二)樣本單位：葉片。

(三)病害發生條件：

1. 季節：胡瓜露菌病發病環境為低溫高濕季節。

2. 植物生長期：胡瓜生長全期(BBCH Scale for Cucurbits 1-8)。

3. 氣候條件與為害部位：適合胡瓜、西瓜、洋香瓜、苦瓜及絲瓜等露菌病發病之溫度、相對濕度及為害部位。

作物	病害	溫度 (°C)	相對濕度 (%)	為害部位	引用文獻
胡瓜	露菌病	15~22	100	葉片、莖及種子。	陳與鄭, 1999。
西瓜	露菌病	16~22	—	葉片、莖及種子。	林及鄧, 1995。
洋香瓜	露菌病	15~22	—	葉片及莖基。	林及鄧, 1995。
苦瓜	露菌病	16~22	—	葉片、莖及種子。	林及鄧, 1995。
絲瓜	露菌病	16~22	—	葉片、莖及種子。	林等, 1999。

(四)調查類型：

露菌為害胡瓜、西瓜之時期不同時，因病勢進展，所需調查之為害部位不同。根據國內外田間藥效試驗報告、歐盟EPPO指引等文獻(附錄一)，以及田間調查時肉眼判斷之可行性，對於胡瓜、西瓜、南瓜等葫蘆科蔬菜露菌病之調查方法建議如下：

1. 胡瓜露菌病

(1) 調查時期：幼苗期或生育期。

(2) 調查部位：全株葉片。

(3) 調查模式：每處理4-6重複，每重複調查5-8株。

(4) 罹病指數：罹病葉面積分成0-5級，

0, 無病徵。

- 1, 罹病葉面積 0-5%。
- 2, 罹病葉面積 6-25%。
- 3, 罹病葉面積 26-50%。
- 4, 罹病葉面積 51-75%。
- 5, 罹病葉面積 >76%

(5) 罹病度公式：

$$\text{罹病度}(\%) = \frac{\Sigma(\text{罹病指數} \times \text{該指數之罹病葉數})}{5 \times \text{調查總葉數}} \times 100$$

## 2. 西瓜露菌病(Kehinde, 2011)

(1) 調查時期：全期。

(2) 調查部位：葉片、果實。

(3) 調查模式：

(3.1) 葉片部分，調查5植株，每植株調查2藤蔓(vines)，每藤蔓調查10片葉片；

(3.2) 莖部則調查5植株，每植株調查2藤蔓；

(3.3) 果實部分，調查5植株，每植株隨機取5粒果實。

(4) 罹病指數：

(4.1) 葉與莖罹病比例分成0, <10%, 10 - 30%, 31 - 50%, >50%等1, 2, 3, 4, 5級；

(4.2) 果實罹病比例分成0, <30%, 31-50%, >50%等1, 2, 3, 4級。

(5) 罹病比例公式：

$$\text{葉、莖罹病度}(\%) = \frac{\Sigma(\text{罹病指數} \times \text{該指數之罹病葉數})}{5 \times \text{調查總葉數}} \times 100$$

$$\text{果實罹病度}(\%) = \frac{\Sigma(\text{罹病指數} \times \text{該指數之罹病葉數})}{4 \times \text{調查總葉數}} \times 100$$

## 3. 洋香瓜(cantaloup)露菌病(Thomas, 1977)

(1) 調查時期：生育期。

(2) 調查部位：藤蔓上的葉片。

(3) 調查模式：發病前，每2天調查1次，直到發病起，每7天調查1次藤蔓上葉片的病害發展情形。

(4) 罹病指數：分成0, 1, 2, 3, 4, 5等6個等級，等級區分如下：

0, 健康植株，無露菌病病徵。

1, 近距離觀察時，有微量感染現象。

2, 中度罹病程度，分散的病斑極易分辨。

3, 中度罹病程度，病斑分布均勻，延著中央植株行距上的冠葉上。

4, 藤冠葉片開始落葉。

5, 藤蔓上葉片幾乎掉光，前端只剩少量綠葉。

(5) 罹病度公式：

$$\text{罹病度}(\%) = \frac{\Sigma(\text{罹病指數} \times \text{該指數之罹病葉數})}{5 \times \text{調查總葉數}} \times 100$$

## 4. 夏南瓜(矮南瓜、西葫蘆, zucchini)、胡瓜、節瓜(squash)、南瓜露菌病(Akem, 2013)

(1) 調查時期：生育期。

(2) 調查部位：葉片。

(3) 調查模式：自發病起開始調查。

(4) 罹病指數：分成0, 1, 2, 3, 4, 5等5個等級。等級區分如下：

- 0, 葉片無罹病病徵。
- 1, 罹病葉面積介於0.3%~4.7%之間。
- 2, 罹病葉面積介於5%~9.7%之間。
- 3, 罹病葉面積介於10%~29.7%之間。
- 4, 罹病葉面積介於30%~74.7%之間，部分葉片壞疽。
- 5, 罹病葉面積介於75%~100%之間，葉片壞疽持續擴大。

(5) 罹病度公式：無。

$$\text{罹病度}(\%) = \frac{\sum(\text{罹病指數} \times \text{該指數之罹病葉數})}{5 \times \text{調查總葉數}} \times 100$$

(五) 評估：當病害普遍發生情形時，應評估小區內之罹病（或死亡）或未罹病株數；若是發病嚴重時，除罹病株數外，應評估罹病植株之罹病葉片數及罹病葉上之罹病面積百分比。

#### 1. 時間與頻度

##### 1.1. 防除活性測試時：

- 1.1.1. 初步評估：當不做處理之空白小區於第一次施藥前發病嚴重時，應立即進行評估。
- 1.1.2. 施藥後每星期評估1次，至少評估3次或3次以上。

##### 1.2. 保護測試時：

- 1.2.1. 初步評估（可選）：第一次施藥前立即進行初步評估。
- 1.2.2. 第一次評估：當不做處理之空白小區內發病嚴重時，應立即進行評估。
- 1.2.3. 最終評估：通常在最後一次處理後的10-14天進行評估。
- 1.2.4. 中間評估：通常在下一次處理前進行。
- 1.2.5. 額外評估：可採10-14天間隔進行評估，以了解試驗藥劑之長效性 (long after-effects)。

#### (六) 結果：

1. 應呈現原始之田間調查數據，以及每次調查之罹病等級或病情指數等數據。
2. 以表格或趨勢圖方式，呈現各處理之每次調查結果，並以統計方式，呈現其處理間之差異性。
3. 應敘明所採用之統計分析方式，並於圖表中呈現標準偏差數值或圖像。

#### 陸、引用文獻：

1. Akem, C. 2013. Integrated management of foliar diseases in vegetable crops. 250 pp. Horticulture Australia Ltd. Australia.
2. Anand, T., Chandrasekaran, A., Kuttalam, S. P., Senthilraja, G., Raguchander, T., and Samiyappan, R. 2008 Effectiveness of azoxystrobin in the control of *Erysiphe cichoracearum* and *Pseudoperonospora cubensis* on cucumber. J. of Plant Protection Research 48(2):147-159
3. EPPO. 1996. Efficacy evaluation of fungicides: Downy mildews of lettuce and other vegetables. EPPO PP 1/65(3). EPPO Press.
4. Dixon, G. R., and Doodson, J. K. 1971. Assessment keys for some diseases of vegetable, fodder and herbage crops. J. Natn. Inst. Agric. Bot. 12: 299-307.
5. EPPO. 2006. Efficacy evaluation of plant protection productions: Design and analysis of efficacy evaluation trials. EPPO PP 1/152(3). EPPO Press.
6. Jamadar M. M., and Desai S. A. 1997. Bioefficacy of dimethomorph against downy mildew of grapevine. Adv. Agric. Res. India 4: 81-85.
7. Jenkins, S. F., and Wehner, T. C. 1983. A system for the measurement of foliar diseases in cucumbers. Cucurbit Genetics Cooperative Report 6: 10-12.
8. Kehinde, I. A. 2011. Response of Melon Cultivars to Natural Infection by Diseases in

- South Western Nigeria. *International Journal of Botany* 3(4): 47-55.
9. Lebeda, A., Pavelková, J., Urban, J., and Sedláková, B. 2011. Distribution, Host Range and Disease Severity of *Pseudoperonospora cubensis* on Cucurbits in the Czech Republic. *J. Phytopathol.* 159: 589-596.
  10. Meier, U. 2001. Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. BBCH Monograph. 2<sup>nd</sup> Edition. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry.
  11. Michereff, S. J., Noronha, M. A., Lima, G. S., Albert, Í. C., Melo, E. A., and Gusmão, L. O. 2009. Diagrammatic scale to assess downy mildew severity in melon. *Horticultura Brasileira* 27: 76-79.
  12. Mitani, S., Araki, S., Yamaguchi, T., Takii, Y., Ohshima, T., and Matsuo, N. 2001. Biological properties of the novel fungicide cyazofamid against *Phytophthora infestans* on tomato and *Pseudoperonospora cubensis* on cucumber. *Pest Management Science* 58: 139-145.
  13. Mitani, S., Kamachi, K., Sugimoto, K., Araki, S., and Yamaguchi, T. 2003. Control of cucumber downy mildew by cyazofamid. *Journal of Pesticide Science* 28: 64-68.
  14. O'Brien R. G. O. and Weinert, M. P. 1995. Three metalaxyl sensitivity levels in Australian isolates of *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. et Curt.) Rost. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 35: 543-546.
  15. Shaner, G., and Finney, E. R. E. 1977. The effect of nitrogen fertilization in the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology*, 67: 1051-1056.
  16. Shetty, N. V., Wehner, T. C., Thomas, C. E., Doruchowski, R. W., and Shetty, K. P. V. 2002. Evidence for downy mildew races in cucumber tested in Asia, Europe, and North America. *Scientia Horticulturae* 94: 231-239.
  17. Thomas, C. E. 1977. Influence of Dew on Downy Mildew of Cantaloups in South Texas. *Phytopathology* 67: 1368-1369.
  18. Urban, J., and Lebeda, A. 2006. Fungicide resistance in cucurbit downy mildew – methodological, biological and population aspects. *Annals of Applied Biology* 149: 63-75.
  19. 林益昇、鄧汀欽。1995。台灣農家要覽農作篇(三)，第198-199頁。葉瑩編。
  20. 林益昇、龔玉惠、方敏男。1999。瓜菜類-絲瓜。蔬菜病蟲害綜合防治專輯，瓜22頁。台灣省政府農林廳。南投。436頁。
  21. 陳文雄、鄭安秀。1999。瓜菜類-胡瓜。蔬菜病蟲害綜合防治專輯，瓜36-37頁。台灣省政府農林廳。南投。
  22. 陳任芳。2007。短期葉菜類病蟲草害管理模式之建立。96年業務年報。72頁。
  23. 陳任芳。2008。非農藥防治資材-亞磷酸之防病機制及應用。花蓮區農業專訊 63: 5-8。
  24. 無名氏。2009。98年度農業藥劑委託試驗報告。萵苣露菌病。
  25. 魏麗萍。2000。殺菌劑防治大白菜霜霉病藥效測試準則。206-209頁。農藥田間藥效試驗準則(二)。農業部農藥檢定所生測室主編。中國標準出版社。

(撰稿人：李敏郎)

附錄一、葫蘆科蔬菜露菌病之調查方法彙編

作物	調查時期	調查部位	調查模式	罹病指數	罹病度公式	文獻
胡瓜	幼苗期	全株葉片	<p>有下列類型：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 每處理 4 重複，每重複調查 5 株。</li> <li>2. 每處理 3 重複，每重複調查 8 株(南加州，溫室試驗)。</li> <li>3. 每處理 6 重複，每重複 8 株(波蘭)。</li> </ol>	<p>1. 罹病等級與罹病葉面積分成：</p> <p>0, 0, 1, 0-3%, 2, 3%-6%, 3, 6%-12%, 4, 12%-15%, 5, 25%-50%, 6, 50%-75%, 7, 75%-87%, 8, 87%-100%, 9, 100 等 10 級。</p> <p>2. Shetty <i>et al.</i> (2002) 彙整北加州及印度的露菌病田間調查資料時，將此一罹病指數加以簡化為：</p> <p>0, 葉片無罹病病徵。 1-2, 微量罹病(trace)。 3-4, 少量罹病(slight)。 5-6, 中度罹病(moderate)。 7-8, 嚴重罹病(advanced)。 9, 植株死亡。</p> <p>Jenkins-Wenher scale, 1983: 溫室試驗： 罹病葉面積分成 9 級：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>0, 未發病；</li> <li>1, 罹病葉病斑面積 0 - 3%；</li> <li>2, 罹病葉病斑面積 3% - 6%；</li> <li>3, 罹病葉病斑面積 6% - 12%；</li> <li>4, 罹病葉病斑面積 12% - 25%；</li> <li>5, 罹病葉病斑面積 25% - 50%；</li> <li>6, 罹病葉病斑面積 50% - 75%；</li> <li>7, 罹病葉病斑面積 75% - 87%；</li> <li>8, 罹病葉病斑面積 87% - 100%；</li> <li>9, 罹病葉病斑面積 100%；</li> </ol> <p>或 田間試驗：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>0, 葉片無病徵。</li> <li>1-2, 微量病徵。</li> <li>3-4, 輕度病徵。</li> <li>5-6, 中度病徵。</li> <li>7-8, 嚴重病徵。</li> <li>9, 植株死亡。</li> </ol>	$\text{罹病度}(\%) = \frac{\sum(\text{罹病指數} \times \text{該指數之罹病葉數})}{9 \times \text{調查總葉數}}$	<p>Jenkins &amp; Wehner, 1983; Shetty <i>et al.</i> 2002</p>

作物	調查時期	調查部位	調查模式	罹病指數	罹病度公式	文獻
胡瓜	幼苗期	全株葉片	每株調查 2 葉。	依罹病葉面積劃分罹病指數為 0-6 級或 0-3 級： 1. 0-6 級罹病指數： 0, 無病徵。 1, 1-3 黃斑，罹病葉面積 <1%。 2, 1-10%。 3, >10 - 25%。 4, >25 - 50%。 5, >50 - 75%。 6, >75% 2. 0-3 級罹病指數： 0, 無病徵。 1, 罹病葉面積 <10%。 2, 罹病葉面積 10-50%。 3, 罹病葉面積 >50%。	$\text{罹病度}(\%) = \frac{\sum(\text{罹病指數} \times \text{該指數之罹病葉數})}{6 \times \text{調查總葉數}} \times 100$	O'Brien & Weinert, 1995.
胡瓜	2-3 星期大植株，接種 1 星期後進行調查。	葉片	未敘明。	依罹病葉面積分成 0, 無病徵。 1, 罹病葉面積 0-5%。 2, 罹病葉面積 6-25%。 3, 罹病葉面積 26-50%。 4, 罹病葉面積 51-75%。 5, 罹病葉面積 >76%  PS. Urban & Lebeda (2006) 於文中提及 Mitani <i>et al.</i> (2001)採用此法，但經查閱 Mitani 本文，並未出現 Urban & Lebeda 所提之罹病指數分級模式，僅說明以胡瓜葉片之露菌病罹病葉面積進行評估！	$\text{罹病度}(\%) = \frac{\sum(\text{罹病指數} \times \text{該指數之罹病葉數})}{5 \times \text{調查總葉數}} \times 100$	Urban & Lebeda, 2006; Mitani <i>et al.</i> , 2001.
胡瓜	3 片真葉期之幼苗期。	全株葉片。	RCBD。 2x2.4 m <sup>2</sup> /小區。 每小區 5 或 7 株。 每處理 2 重複。每小區用藥液量 720-1440 ml，即 1,500-3,000 L/ha，或每小區 480 ml，即 1,000 L/ha。	罹病葉面積分成 0, 0, 1, 1-5%, 2, 6-25%, 3, 26-49%, 4, >50%	$\text{罹病度}(\%) = \frac{\sum(\text{罹病指數} \times \text{該指數之罹病葉數})}{4 \times \text{調查總葉數}} \times 100$	Mitani <i>et al.</i> , 2003.

作物	調查時期	調查部位	調查模式	罹病指數	罹病度公式	文獻
胡瓜	生育期。	葉片。	RCBD。 5x4 m (20 m <sup>2</sup> )/小區。 每處理 4 重複。	罹病葉面積分成 0, 0, 1, 0 - 10%, 2, 10.1 - 15%, 3, 15.1 - 25%, 4, 25.1 - 50% 5, >50% (Jamadar & Desai, 1997)	$\text{罹病度}(\%) = \frac{\sum(\text{罹病指數} \times \text{該指數之罹病面積})}{5 \times \text{調查總葉數}} \times 100$	Anand, <i>et al.</i> , 2008; Jamadar & Desai, 1997.
胡瓜	生育期。	全株葉片。	未敘明。	分成 0, 1, 2, 3, 4 等 5 個等級，等級區分如下： 0, 葉片無露菌病病徵。 1, 0 ~ ≤25% 罹病面積，低罹病度。 2, >25% ~ ≤50% 罹病面積，中等罹病度。 3, >50% ~ ≤75% 罹病面積，高罹病度。 4, >75% 罹病面積，高罹病度。	未敘明。	Lebeda <i>et al.</i> , 2011.
西瓜	全期。	葉片。	未敘明。(本篇報告利用統計方式，建立評估西瓜露菌病所用之分級圖鑑)。	罹病葉面積分成 2%, 4%, 8%, 16%, 32%, 64%, 82%, 96% 等分級模式。	未敘明。	Michereff <i>et al.</i> , 2009.
西瓜	全期。	葉片、果實。	1. 葉片： 調查 5 植株，每植株調查 2 藤蔓(vines)，每藤蔓調查 10 片葉片。 2. 莖部： 調查 5 植株，每植株調查 2 藤蔓。 3. 果實： 調查 5 植株，每植株隨機取 5 粒果實。	葉與莖罹病比例分成 5 級： 1, 無病徵。 2, <10% 3, 10 - 30% 4, 31 - 50% 5, >50%。  果實罹病比例分成 4 級： 1, 0 2, <30% 3, 31-50% 4, >50%。	以 Shaner & Finney (1977) 公式修改之發病曲線下面積 (Area Under Disease Progress Curve, AUDPC)，做為罹病比例。 $AUDPC = \sum_{i=1}^n ((1/2) + y_i)(t_{i+1} - t_i)$ 其中， $y_i$ = 第 $i$ 次調查時的病害等級。 $t_i$ = 第 $i$ 次調查的時間(天數)。 $n$ = 總調查次數。	Kehinde, 2011.
洋香瓜	生育期。	藤蔓上的葉片。	發病前，每 2 天調查 1 次，直到發病起，每 7	分成 0, 1, 2, 3, 4, 5 等 6 個等級，等級區分如下： 0, 健康植株，無露菌病病徵。 1, 近距離觀察時，有微量感染現	未敘明。	Thomas, 1977.

作物	調查時期	調查部位	調查模式	罹病指數	罹病度公式	文獻
			天調查 1 次 藤蔓上葉片的 病害發展 情形。	象。 2, 中度罹病程度，分散的病斑極易 分辨。 3, 中度罹病程度，病斑分布均勻， 延著中央植株行距上的冠葉上。 4, 藤冠葉片開始落葉。 5, 藤蔓上葉片幾乎掉光，前端只剩 少量綠葉。		
夏南 瓜(矮 南 瓜、 西葫 蘆， zucchi ni)、 胡 瓜、 節瓜 (squa sh)、 南瓜	生育 期。	葉 片。	未敘明。	分成 0, 1, 2, 3, 4, 5 等 5 個等級。等級 區分如下： 0, 葉片無罹病病徵。 1, 罹病葉面積介於0.3%~4.7%之 間。 2, 罹病葉面積介於5%~9.7%之間。 3, 罹病葉面積介於10%~29.7%之 間。 4, 罹病葉面積介於30%~74.7%之 間，部分葉片壞疽。 5, 罹病葉面積介於75%~100%之 間，葉片壞疽持續擴大。	未敘明。	Akem, 2013.