

評估亞磷酸防治葡萄主要病害之效果¹

劉興隆、趙佳鴻、沈原民、吳世偉²

摘 要

自2005年至2009年多次於田間測試亞磷酸溶液對葡萄主要病害預防效果；於巨峰葡萄萌芽後約5片葉子，每星期噴施1次500倍亞磷酸溶液(2 g /l)，結果發現500倍亞磷酸溶液處理區之葡萄露菌病及白粉病發生輕微甚至未發生，而對照區則發生嚴重，多次試驗結果皆顯示葡萄經施亞磷酸溶液，可有效防治露菌病及白粉病，另試驗結果顯示亞磷酸處理區及對照區之銹病及晚腐病罹病率差異不顯著。葡萄栽培期間連續使用500倍亞磷酸溶液，在完全不用防治白粉病及露菌病藥劑下，可有效預防葡萄白粉病及露菌病發生，然此期間必須使用其它方法防治葡萄銹病及晚腐病，才能有效控制葡萄所有主要病害發生。

關鍵字：葡萄、亞磷酸、露菌病、白粉病、防治。

前 言

臺灣葡萄生產面積約3,266公頃⁽¹⁾，主要栽種品種以鮮食巨峰葡萄最多。臺灣記載之葡萄病害有十二種真菌性病害、三種病毒病害及一種根瘤線蟲⁽⁴⁾，其中主要病害有露菌病、白粉病、銹病及晚腐病等，上述各種病害皆會影響葡萄品質，甚至造成葡萄產業嚴重損失。

1970年代法國科學家發現亞磷酸鹽(phosphonate salts)有防治病害的效果，能防治由卵菌綱所引起的作物病害，爾後含亞磷酸鹽之殺菌劑福賽得(fosetyl-Al)被研發並商品化，且相關研究發現福賽得代謝產物中的亞磷酸離子為主要的抑病物質，從此研究亞磷酸(phosphorous acid, H₃PO₃)防治植物病害的研究報告接連不斷。亞磷酸為植物磷肥的一種^(8,12,15)，為白色固體易潮解，水溶液的酸鹼值為2~3，直接使用會造成植物傷害，因此亞磷酸須與鹼性化合物中和(如氫氧化鉀)，才無藥害的問題。研究報告指出亞磷酸可防治作物病害的種類，以疫病最多^(2,9,10,11,13,15,16,17,18)，其次為露菌病⁽¹⁹⁾，此外尚有露疫病、猝倒病(damping off)、根朽病(*Armillaria* root rot)、白紋羽病(*Rosellinia* root rot)、黑星病(scab)、白粉病及炭疽病^(3,7)，甚至可防治細菌性青枯病⁽¹⁴⁾。有關亞磷酸之防病機制有別於農藥防治，其直接殺死病原菌之能力不強，主要為誘導植物產生大量抗病物質，它的機制如同人施打預防針一樣，需在發生前就事先使用，以啟動植物防禦系統，防病效果才能發揮^(3,7)。

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0736 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場副研究員、助理研究員、技工。

報告指出亞磷酸可防治多種植物病害，而葡萄使用亞磷酸是否可同時防治多種主要病害？值得研究探討。因此本研究重點為在探討葡萄發病前，事先連續施用亞磷酸對預防葡萄主要病害發生之影響，期能提供給使用亞磷酸之葡萄農友更詳細之參考訊息。

材料與方法

亞磷酸使用濃度及配製方法

本研究所使用之亞磷酸濃度為500倍(2 g/l)，其配製方法為1公升水先加入2克亞磷酸(純度98.5%以上，日本大道製藥株式會社製造)，溶解後pH約2.1，再加入2克氫氧化鉀(純度95.5%以上，日本曹達株式會社製造)以中和溶液，溶解後之pH約6.1，此液體即為本試驗使用之500倍亞磷酸溶液。

田間施用亞磷酸方法及試驗地點

巨峰葡萄萌芽後約5片葉子時(尚未發病)，開始噴施500倍亞磷酸溶液，每星期噴施1次；以不使用亞磷酸為對照區；試驗期間亞磷酸處理區及對照區，除了有無施用亞磷酸外，其它栽培管理方式皆相同。

本試驗從2005年起分別在彰化縣及南投縣不同地區之葡萄田進行試驗，當葡萄病害尚未發生前，即開始使用亞磷酸；2005年3~6月於彰化縣大村鄉葡萄田進行試驗，於3月21日開始處理500倍亞磷酸溶液；2006年2~6月於彰化縣大村鄉二塊葡萄田試驗，分別於2月15日及2月27日開始處理500倍亞磷酸溶液；2007年3~6月於南投縣信義鄉葡萄田試驗，於3月14日開始處理500倍亞磷酸溶液；2008年2~5月於彰化縣大村鄉葡萄田試驗，於2月14日開始處理500倍亞磷酸溶液；2009年2~6月於彰化縣大村鄉三塊葡萄田試驗，分別於2月6日、2月27日及3月2日開始處理500倍亞磷酸溶液；以上試驗均每隔一星期施用一次500倍亞磷酸溶液，直到調查結束。

病害調查及統計分析

每次施用亞磷酸前，檢視試驗田病害發生與否，當病害開始發生時進行全面調查，以後2星期調查一次葡萄病害發生消長情形，共調查3次，計算出罹病度，再經Duncan's 多變域分析，以了解500倍亞磷酸溶液對葡萄主要病害之防治效果。露菌病及銹病主要為害葡萄葉片，故試驗調查葉片被害情形；而白粉病及晚腐病主要為害葡萄果實，故調查果實被害情形。

葡萄露菌病及銹病調查時採逢機調查200片葉，計算罹病級數，0代表葉片無病斑；1代表1~5%發病面積；2代表6~25%發病面積；3代表26~50%發病面積；4代表51%以上發病面積，並依下列公式算出罹病度：

$$\text{罹病度}(\%) = \frac{\sum (\text{指數} \times \text{該指數罹病葉數})}{(4 \times \text{總調查葉數})} \times 100$$

葡萄白粉病及晚腐病調查時採逢機調查50果房，計算罹病級數，0代表果實無發病，1代表1個果實發病，2代表2~5個果實發病，3代表6~10個果實發病，4代表11~20個果實發病，5代表21個以上果實發病，並依下列公式算出罹病度：

$$\text{罹病度}(\%) = \frac{\sum (\text{指數} \times \text{該指數罹病果房數})}{(5 \times \text{總調查果房數})} \times 100$$

結 果

亞磷酸溶液對葡萄露菌病之防治效果

2005年在彰化縣大村鄉葡萄田進行試驗，於3月21日開始噴施500倍亞磷酸溶液，每星期噴施1次，於4月25日對照區葡萄葉片已發生葡萄露菌病，罹病率為12.5%，而500倍亞磷酸溶液處理區未發生露菌病，於5月23日調查露菌病罹病率，結果對照區葡萄露菌病罹病率高達89.0%，此時500倍亞磷酸溶液處理區之罹病率只有1.0%，二者呈現顯著差異(表一)。

2006年在彰化縣大村鄉二處葡萄田進行試驗，第一塊試驗田於2月15日開始噴施500倍亞磷酸溶液，每星期噴施1次，於5月22日對照區葡萄葉片已發生葡萄露菌病，罹病率為9.6%，而500倍亞磷酸溶液處理區未發生，於6月20日調查露菌病罹病率，結果對照區葡萄露菌病罹病率高達99.3%，此時500倍亞磷酸溶液處理區之罹病率為5.6%(表一)；第二塊試驗田於2月27日開始噴施500倍亞磷酸溶液，每星期噴施1次，於5月12日對照區葡萄葉片已發生葡萄露菌病，罹病率為0.8%，而500倍亞磷酸溶液處理區未發生，於6月12日調查露菌病罹病率，結果對照區葡萄露菌病罹病率高達93.5%，此時500倍亞磷酸溶液處理區仍未發病，二者呈現顯著差異(表一)。

表一、亞磷酸溶液對葡萄露菌病之防治效果

Table 1. Effects of phosphorous acid on the control of grape downy mildew

Treatments ¹	Disease incidence on grape downy mildew (%) ³		
	0 week ²	2 weeks	4 weeks
2005, Dacun Township			
2 g phosphorous acid /l	0.0 a	0.0 a	1.0 a
Control	12.5 b	20.5 b	89.0 b
2006, Dacun Township (field 1)			
2 g phosphorous acid /l	0.0 a	1.2 a	5.6 a
Control	9.6 b	67.2 b	99.3 b
2006, Dacun Township (field 2)			
2 g phosphorous acid /l	0.0 a	0.0 a	0.0 a
Control	0.8 a	1.0 a	93.5 b
2007, Sinyi Township			
2 g phosphorous acid /l	0.0 a	0.0 a	0.0 a
Control	8.8 b	27.2 b	77.6 b

¹ The grape plants with five leaves were used to this study. Foliar sprays of phosphorous acid at 7-days intervals.

² Incidences of grape downy mildew were investigated at 0, 2, and 4 weeks after occurrence of the disease.

³ Means within columns followed by different letters are significantly different ($p \leq 0.05$) according to Duncan's multiple range test.

2007年在南投縣信義鄉葡萄田進行試驗，於3月14日開始噴施500倍亞磷酸溶液，每星期噴施1次，於5月3日對照區葡萄葉片已發生葡萄露菌病，罹病率為8.8%，而500倍亞磷酸溶液處理區未發生，於5月31日調查露菌病罹病率，結果對照區葡萄露菌病罹病率為77.6%，此時500倍亞磷酸溶液處理區之罹病率仍未發病，二者存在顯著差異(表一)。

亞磷酸溶液對葡萄白粉病之防治效果

2005年在彰化縣大村鄉葡萄田進行試驗，於3月21日開始噴施500倍亞磷酸溶液，每星期噴施1次，於5月9日調查，對照區葡萄果粒白粉病罹病率為21.6%，而500倍亞磷酸溶液處理區為0.1%，於6月7日調查白粉病罹病率，結果對照區葡萄白粉病罹病率為63.5%，此時500倍亞磷酸溶液處理區之罹病率為5.0%，二者呈現顯著差異(表二)。

2008年在彰化縣大村鄉葡萄田進行試驗，於2月14日開始噴施500倍亞磷酸溶液，每星期噴施1次，於4月22日對照區葡萄果粒已發生葡萄白粉病，罹病率為9.3%，而500倍亞磷酸溶液處理區為0.4%，於5月20日調查白粉病罹病率，結果對照區葡萄白粉病罹病率為51.7%，此時500倍亞磷酸溶液處理區之罹病率為4.7%，二者存在顯著差異(表二)。

2009年在彰化縣大村鄉溫室葡萄田進行試驗，於2月6日開始噴施500倍亞磷酸溶液，每星期噴施1次，於3月9日對照區葡萄果粒已發生葡萄白粉病，罹病率為7.5%，而500倍亞磷酸溶液處理區為0.6%，於4月6日調查白粉病罹病率，結果對照區葡萄白粉病罹病率為36.0%，此時500倍亞磷酸溶液處理區之罹病率為1.0%，二者存在顯著差異(表二)。

表二、亞磷酸溶液對葡萄白粉病之防治效果

Table 2. Effects of phosphorous acid on the control of grape powdery mildew

Treatments ¹	Disease incidence on grape powdery mildew (%) ³		
	0 week ²	2 weeks	4 weeks
2005, Dacun Township			
2 g phosphorous acid /l	0.1 a	0.8 a	5.0 a
Control	21.6 b	60.4 b	63.5 b
2008, Dacun Township			
2 g phosphorous acid /l	0.4 a	1.3 a	4.7 a
Control	9.3 b	22.5 b	51.7 b
2009, Dacun Township (field 1)			
2 g phosphorous acid /l	0.6 a	1.4 a	1.0 a
Control	7.5 b	23.8 b	36.0 b
2009, Dacun Township (field 2)			
2 g phosphorous acid /l	1.7 a	15.4 a	27.5 a
Control	10.0 b	77.7 b	99.6 b

¹ The grape plants with five leaves were used to this study. Foliar sprays of phosphorous acid at 7-days intervals.

² Incidences of grape powdery mildew were investigated at 0, 2, and 4 weeks after occurrence of the disease.

³ Means within columns followed by different letters are significantly different ($p \leq 0.05$) according to Duncan's multiple range test.

2009年在彰化縣大村鄉葡萄田進行試驗，於3月2日開始噴施500倍亞磷酸溶液，每星期噴施1次，於4月20日對照區葡萄果粒已發生葡萄白粉病，罹病率為10.0%，而500倍亞磷酸溶液處理區為1.7%，於5月18日調查白粉病罹病率，結果對照區葡萄白粉病罹病率為99.6%，此時500倍亞磷酸溶液處理區之罹病率為27.5%，二者存在顯著差異(表二)。

亞磷酸溶液對葡萄銹病之防治效果

2005年在彰化縣大村鄉葡萄田進行試驗，於3月21日開始噴施500倍亞磷酸溶液，每星期噴施1次，於5月17日在葡萄葉片發現葡萄銹病，對照區及500倍亞磷酸溶液處理區之罹病率分別為13.0%及9.0%，於6月13日調查銹病罹病率，結果對照區及500倍亞磷酸溶液處理區之罹病率分別為98.8%及99.2%，二者無顯著差異存在(表三)。

2006年在彰化縣大村鄉二處葡萄田進行試驗，第一塊試驗田於2月15日開始噴施500倍亞磷酸溶液，每星期噴施1次，於5月22日在葡萄葉片發現葡萄銹病，對照區及500倍亞磷酸溶液處理區之罹病率分別為2.0%及3.2%，於6月20日調查銹病罹病率，結果對照區及500倍亞磷酸溶液處理區之罹病率分別為29.2%及33.5%，二者無顯著差異(表三)；第二塊試驗田於2月27日開始噴施500倍亞磷酸溶液，每星期噴施1次，於5月26日在葡萄葉片發現葡萄銹病，對照區及500倍亞磷酸溶液處理區之罹病率分別為0.3%及0.0%，於6月27日調查銹病罹病率，結果對照區及500倍亞磷酸溶液處理區之罹病率分別為14.3%及10.8%，二者無顯著差異(表三)。

表三、亞磷酸溶液對葡萄銹病之防治效果

Table 3. Effects of phosphorous acid on the control of grape rust

Treatments ¹	Disease incidence on grape rust (%) ³		
	0 week ²	2 weeks	4 weeks
2005, Dacun Township			
2 g phosphorous acid /l	9.0 a	41.0 a	99.2 a
Control	13.0 a	37.5 a	98.8 a
2006, Dacun Township (field 1)			
2 g phosphorous acid /l	3.2 a	15.2 a	33.5 a
Control	2.0 a	17.5 a	29.2 a
2006, Dacun Township (field 2)			
2 g phosphorous acid /l	0.0 a	1.0 a	10.8 a
Control	0.3 a	1.0 a	14.3 a

¹ The grape plants with five leaves were used to this study. Foliar sprays of phosphorous acid at 7-days intervals.

² Incidences of grape rust were investigated at 0, 2, and 4 weeks after occurrence of the disease.

³ Means within columns followed by different letters are significantly different ($p \leq 0.05$) according to Duncan's multiple range test.

亞磷酸溶液對葡萄晚腐病之防治效果

2006年在彰化縣大村鄉葡萄田進行試驗，於2月15日開始噴施500倍亞磷酸溶液，每星期噴施1次，由於一直未發生晚腐病，於6月13日人工接種晚腐病菌，於6月19日調查葡萄果實晚

腐病，對照區及500倍亞磷酸溶液處理區之罹病率分別為7.8%及11.3%，於6月25日又調查一次，結果對照區及500倍亞磷酸溶液處理區之罹病率分別為50.8%及54.0%，二者無顯著差異存在(表四)。

2009年在彰化縣大村鄉葡萄田進行試驗，於2月15日開始噴施500倍亞磷酸溶液，每星期噴施1次，於5月19日在葡萄果實發現葡萄晚腐病，對照區及500倍亞磷酸溶液處理區之罹病率分別為0.7%及0.3%，於6月15日調查晚腐病罹病率，結果對照區及500倍亞磷酸溶液處理區之罹病率分別為31.3%及35.2%，二者無顯著差異存在(表四)。

表四、亞磷酸溶液對葡萄晚腐病之防治效果

Table 4. Effects of phosphorous acid on the control of grape ripe rot

Treatments ¹	Disease incidence on grape ripe rot (%) ³		
	0 week ²	2 weeks	4 weeks
2006, Dacun Township			
2 g phosphorous acid /l	0.0 a	11.3 a	54.0 a
Control	0.0 a	7.8 a	50.8 a
2009, Dacun Township			
2 g phosphorous acid /l	0.3 a	10.8 a	35.2 a
Control	0.7 a	12.5 a	31.3 a

¹ The grape plants with five leaves were used to this study. Foliar sprays of phosphorous acid at 7-days intervals.

² Incidences of grape ripe rot were investigated at 0, 2, and 4 weeks after occurrence of the disease.

³ Means within columns followed by different letters are significantly different ($p \leq 0.05$) according to Duncan's multiple range test.

討 論

在臺灣葡萄主要病害有露菌病、白粉病、銹病及晚腐病，這些病害皆是栽培成功與否之關鍵因子之一，每種病害發生環境不大相同，且巨峰葡萄一年四季均可生產⁽²⁾，依產期分為夏果(第一期作)、秋果(第二期作)、冬果(第三期作)及春果(溫室栽培)，病害發生會因期作有所差別，白粉病主要發生於果實，露菌病對葉片及果實皆可為害，銹病發生於成熟葉片，而晚腐病病徵顯現於葡萄果實轉色時。葡萄病害防治目前以植物保護手冊推薦之農藥防治為主^(5,6)，各種主要病害之防治藥劑種類繁多，然而不同病害防治藥劑不同，為了有效防治主要病害，整個栽培期農藥使用種類及次數相當可觀，雖然目前已推廣葡萄病蟲害防治曆，而本場為了進一步降低農藥使用，乃從事亞磷酸防治葡萄露菌病試驗研究工作，在試驗期間同時觀察亞磷酸對葡萄主要病害之效果，並進行調查紀錄，重覆多次的試驗結果，發現500倍亞磷酸溶液對葡萄露菌病及白粉病防治效果佳，而對銹病及晚腐病則完全無效，並將相關資料整理於本文。

亞磷酸為強酸物質，本試驗配製時以等重量的強鹼氫氧化鉀中和⁽²⁾，才不會對植物產生藥害，在臺灣大多數農民也以此方法自行配製，由於此二種化合物為強酸或強鹼，農友在配

製時應特別注意安全。亞磷酸之防病機制^(3,4)不同於農藥防治，其防病作用機制包括：(1)直接保護：直接對病原生長與產胞的干擾與抑制作用，一般認為亞磷酸在高濃度下，才有直接保護的功效。(2)間接防禦：亞磷酸施用後被植物吸收，運送至植株體內各處，待病原入侵時，植物體內之亞磷酸再被病原吸收，亞磷酸影響病原磷酸的代謝作用，使病原產生過多的細胞外誘導蛋白(elicitors)，誘導蛋白刺激植株加速產生大量的抗病物質，來圍剿消滅入侵病原，達到病害防治目的；抗病物質包括合成酚化合物及植物抗禦素(phytoalexins)。(3)前述兩者的複合作用。研究報告指出^(2,3,7,9,10,11,13,15,16,17,18,19)亞磷酸可防治作物病害的種類，以疫病最多，其次為露菌病，此外尚有露疫病、猝倒病(damping off)、根朽病(*Armillaria root rot*)、白紋羽病(*Rosellinia root rot*)、黑星病(scab)、白粉病及炭疽病等，甚至可防治天竺葵細菌性青枯病⁽¹⁴⁾，目前亞磷酸使用方法可分為莖部注射、葉部噴施、土壤灌注、水耕栽培、種苗浸泡等，其中以莖部注射使用之濃度最高，每公升水加入50~100 g亞磷酸；而葉部噴施及土壤灌注方法，最常使用濃度為500~1,000倍(每公升水加入1~2 g亞磷酸)，一般防治地上部病害以葉部噴施效果較佳⁽²⁾。

過去有許多亞磷酸防治作物露菌病之報告⁽³⁾，但防治葡萄露菌病之報告只有1篇⁽¹⁸⁾。Wicks(1991)指出葡萄接種露菌病後再處理亞磷酸，雖然可抑制產孢量，但無法有效降低病害發生率，然而本試驗事先於葡萄未發病前連續使用亞磷酸處理，結果對葡萄露菌病防治效果極佳，尤其梅雨季節，比傳統農藥防治的效果更明顯，經過多年推廣，目前多數種植葡萄的農友已接受使用亞磷酸防治葡萄露菌病。本研究多次重覆試驗，結果發現亞磷酸可有效防治葡萄白粉病，為首次正式記錄亞磷酸可有效防治白粉病之研究，而安氏(2001)曾指出亞磷酸可有效防治番茄白粉病⁽³⁾，與本報告對葡萄白粉病的試驗結果類似；安氏同時也指出亞磷酸可有效防治辣椒炭疽病(chili anthracnose)。不過本試驗結果發現亞磷酸無法防治葡萄晚腐病，是否不同種的*Colletotrichum*屬病原在防治上有差異，則有待後續研究探討。

早期研究重點只針對亞磷酸預防露菌病，由於露菌病之發生與降雨有密切關係，且必須掌握施用之適當時間，因此本研究選擇在巨峰葡萄萌芽後約5片葉子開始使用亞磷酸，即約2~3月開始施用亞磷酸，試驗結果發現防治露菌病效果佳，研究過程中曾思考延後至4月或5月才開始使用亞磷酸，以減少施用次數，降低成本，不過後續研究資料顯示，亞磷酸除了有效防治露菌病外，對發生於3~5月之葡萄白粉病也有很好的防治效果，基於此點仍保留從巨峰葡萄萌芽後約5片葉子開始使用亞磷酸的策略，其防病策略為亞磷酸初期防治白粉病(3~5月)，後期防治露菌病(5~6月)，並在此期間仍須配合使用銹病及晚腐病藥劑，才能有效控制葡萄所有主要病害；至於溫室栽培之葡萄(生育期11月至隔年6月)，由於此時期溫度較低，加上塑膠布設施將雨水阻隔在外，使溫室內更不適合露菌病、晚腐病及銹病發生及傳播，因此溫室葡萄之主要病害只有白粉病，故只要應用亞磷酸即可防治溫室葡萄病害，所以溫室葡萄應可達到完全使用非農藥防治病害的境界。雖然亞磷酸使用次數多，但與傳統農藥防治葡萄白粉病及露菌病相比，可大量減少一半以上的農藥使用量及次數，且每次施用成本僅農藥成本的三分之一弱，故可降低生產成本，採收的葡萄更無農藥殘留問題，可謂一舉數得。

參考文獻

1. 行政院農業委員會 2008 97年農業統計年報。
2. 安寶貞、蔡志濃、王姻婷、謝延芳、林俊義 2009 利用亞磷酸防治簡便調配技術、合適濃度及施用方法防治作物疫病 植物病理學會刊 18: 155-165。
3. 安寶貞 2001 植物病害的非農藥防治品—亞磷酸 植物病理學會刊 10: 147-154。
4. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局 2003 植物保護圖鑑系列11—葡萄保護 p.221。
5. 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所 2010 植物保護手冊 p.963。
6. 余朝閣、李天來、杜妍妍、周娣、魏爽 2008 植物誘導抗病信號傳導途徑 中國植物保護 34: 1-4。
7. 林俊義、安寶貞、張清安、羅朝村、謝延芳 2004 作物病害之非農藥防治技術 農業試驗所特刊110號。
8. Allison, E. M., R. G. Bruce and C. P. William. 2001. Phosphite (phosphorous acid): its relevance in the environment and agriculture and influence on plant phosphate starvation response. *Journal of Plant Nutr.* 24: 1505-1519.
9. De Boer, R. F., F. C. Greenhalgh, K. G. Pegg, P. E. Mayers, T. M. Lim and S. Flett. 1990. Phosphorous acid treatments control *Phytophthora* diseases in Australia. *Bulletin OEFP/EPO Bulletin* 20: 193-197.
10. Förster, H., J. E. Adaskaveg, D. H. Kim and M. E. Stanghellini. 1998. Effect of phosphite on tomato and pepper plants and on susceptibility of pepper to *Phytophthora* root and crown rot in hydroponic culture. *Plant Dis.* 82: 1165-1170.
11. Johnson, D. A., D. A. Inglis and J. S. Miller. 2004. Control of potato tuber rots caused by oomycetes with foliar applications of phosphorous acid. *Plant Dis.* 88: 1153-1159.
12. Malusa, E. and L. Tosi. 2005 Phosphorous acid residues in apples after foliar fertilization: Results of field trials. *Food Additives and Contaminants* 22: 541-548
13. Mayton, H., W. E. Fry and K. Myers. 2008 Potato late blight in tubers--The role of foliar phosphonate applications in suppressing pre-harvest tuber infections *Crop protection* 27: 943-950.
14. Norman, D. J., J. Chen, J. M. F. Yuen, A. Mangravita-Novo, D. Byrne and L. Walsh. 2006 Control of bacterial wilt of geranium with phosphorous acid. *Plant Dis.* 90: 798-802.
15. Orbović, V., J. P. Syvertsen, D. Bright, D. L. Van Clief and J. H. Graham. 2008 Citrus Seedling Growth and Susceptibility to Root Rot as Affected by Phosphite and Phosphate. *Journal of Plant Nutr.* 31: 774-787.

16. Rohrbach, K. G. and S. Schenck. 1985. Control of pineapple heart rot, caused by *Phytophthora parasitica* and *P. cinnamomi*, with metalaxyl, fosetyl Al, and phosphorous acid. *Plant Dis.* 69: 320-323.
17. Shearer, B. L., R. G. Fairman and M. J. Grant. 2006 Effective concentration of phosphite in controlling *Phytophthora cinnamomi* following stem injection of *Banksia* species and *Eucalyptus marginata*. *For. Path.* 36: 119-135.
18. Wicks, T. J., P. A. Magarey, M. F. Wachtel and A. B. Frensham. 1991. Effect of Postinfection Application of Phosphorous (Phosphonic) Acid on the Incidence and Sporulation of *Plasmopara viticola* on Grapevine. *Plant Dis.* 75: 40-43.
19. Wicks, T. J., T. C. Lee and E. S. Scott. 1997. *Phytophthora* crown rot of almonds in Australia. *Bulletin OEFP/EPPO Bulletin* 27. 501-506.

Control of Major Grape Diseases with Phosphorous Acid ¹

Hsing-Lung Liu, Chia-Hung Chao, Yuan-Min Shen and Shih-Wel Wu ²

ABSTARCT

Apply phosphorous acid on Kyoho grape to prevent serious grape diseases studied from year 2005 to 2009. The grape plants with five leaves were used to this study. Moreover, downy mildew and powdery mildew of grape did not outbreak under one-week-interval application of phosphorous acid solution at a concentration of 500× (2 grams per liter). Among this research, control plants with no phosphorous acid treatment showed serious symptom caused by downy mildew and powdery mildew. The repeated experiments confirmed that phosphorous acid is useful to control downy mildew and powdery mildew. However, phosphorous acid is not efficacy for controlling rust and ripe rot diseases in grape. Management of major grape diseases could be accomplished by using 500× phosphorous acid continuously to prevent downy mildew and powdery mildew. Additional control methods should be integrated to prevent rust and ripe rot of grape.

Key words: grape, phosphorous acid, downy mildew, powdery mildew, control.

¹Contribution No. 0736 from Taichung DARES, COA.

²Associate Researcher, Assistant Researcher and Technician of Taichung DARES, COA.