

在農用化學品中應對挑戰的創新 解決方案：

晶體生長控制和增強配方穩定性



費利茲·雅皮西 (Filiz Yapici) 博士

配方經理
農業解決方案，LEVACO 化學

介紹

活性成分的結晶是水性農藥配方中的一個重大挑戰，例如懸浮濃縮劑 (SC)、可溶性液體 (SL) 和用於種子處理的可流動濃縮劑 (FS)。這個問題在含有中等水溶性活性成分的配方中尤為突出，導致多個配方和應用問題，包括：分離、沉澱、粒徑增加、噴嘴堵塞、生物效力降低、懸浮性低、噴霧沉積和儲存穩定性差。

為了解決這些問題，LEVACO 開發了一個通用的晶體保護概念，旨在...

...最大限度地減少不必要的晶體生長並增強配方穩定性。這種創新的解決方案有助於確保一致的性能、延長保質期，並在廣泛的農藥配方中實現可靠的應用。

了解結晶機制

水性農藥系統中的結晶主要由兩個關鍵機制驅動：

過飽和引發的沉澱：
當活性成分經歷快速的溶解度變化時會發生這種情況；通常，從



安鋒實業股份有限公司

台中市南屯區工業區 24 路 29 號 TEL：886-4-23501155（代表） FAX：886-4-23507373
E-mail：anvictor@ms45.hinet.net 網站：www.twanfong.com

技術與產品

這是一種模擬配方過程中來突然溶解度變化的方法。根據兩個關鍵的性能標準，確定了一個合適的產品：

Ostwald 熟化：

一種較慢的、熱力學驅動的過程，其中較小的懸浮晶體溶解並重新沉積到較大的晶體上。隨著時間的推移，這會導致顆粒逐漸生長和潛在的不穩定。評估這種機制需要進行長期穩定性測試和精密的實驗室設備，以維持所需的顆粒尺寸分佈。為了能夠快速評估結晶行為，該過程被有意地通過過飽和來觸發；這是一種模擬配方過程中突然溶解度變化的方法。根據兩個關鍵的性能標準，確定了一個合適的產品：

- 有效抑制大晶體的形成，有助於防止沉澱、噴嘴堵塞和生物效力降低。
- 促進小晶體的形成，使其均勻分散在水性基質中，支持配方穩定性和一致的性能。

這種方法能夠在早期階段篩選和選擇有效的晶體生長抑制劑，從而縮短開發時間並增強配方可靠性。

材料與方法

在過飽和條件下評估了五種活性成分。將活性成分溶解在水溶性溶劑混合物 DMF + NMP (7.5 + 2.5 w/w) 中，並向溶液中加入 0.5% (w/w) 的測試物質。然後，在自來水中配製 1% 的噴霧混合物，並

觀察了 24 小時的結晶過程。這在不使用添加劑的情況下進行了試驗，並與參考產品進行了比較。

表 1：活性成分概覽。

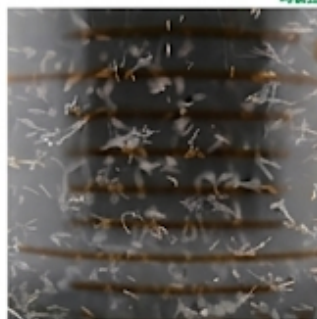
活性成分	物質類別	20°C 下的水溶解度 (mg/L) [*]	應用濃度 % (w/w)
亞滅培 (Acetamiprid)	吡啶甲基胺，新菸鹼類	2950	42.50
敵草隆 (Diuron)	苯脲類	35.60	20.00
益達胺 (Imidacloprid)	新菸鹼類，胍類	610	20.00
滅必淨 (Metribuzin)	三嗪酮類	1050	20.00
普拉草 (Propanil)	醯胺類	130	5.00

^{*}IUPAC 農藥屬性資料庫

通過目視評估結晶行為，並將其分類為斑點狀（綠色）、混合形態（橙色）或針狀（紅色）。



Spot-like crystals
斑點狀結晶



Mixed morphology
混合形態



Needle-like crystal
針狀結晶

圖 1：過飽和體系中活性成分結晶過程的評估標準。

在使用和不使用添加劑以及參考產品的情況下對活性物質進行了測試。為了解決主要應用場景，已在高負載 CC 配方中測試了結晶保護產品。

安鋒實業股份有限公司

台中市南屯區工業區 24 路 29 號 TEL：886-4-23501155（代表） FAX：886-4-23507373

E-mail：anvictor@ms45.hinet.net 網站：www.twanfong.com

技術與產品

結果與討論

在無添加劑和添加添加劑的情況下，活性成分在 24 小時後的結晶過程詳見圖 2。

在無添加劑和添加添加劑的情況下，活性成分在 24 小時後的結晶過程詳見圖 2。

活性成分在自來水中 24 小時後的結晶行為受到所用添加劑的存在和類型的顯著影響。在沒有任何添加劑的情況下，所有樣品都顯示出大量的針狀晶體形成。Propanil 樣品的晶體體積最高，達到 22.0 mL，突顯了其失控結晶的高趨勢。

在過飽和條件下。添加 0.5%（質量分數）LUCRAChem® CSG 顯著減少了所有樣品的晶體形成，並將晶體形態從針狀變為斑點狀，晶體體積在 0.1 mL 到 1.5 mL 之間，證明了其高效的抑制作用。

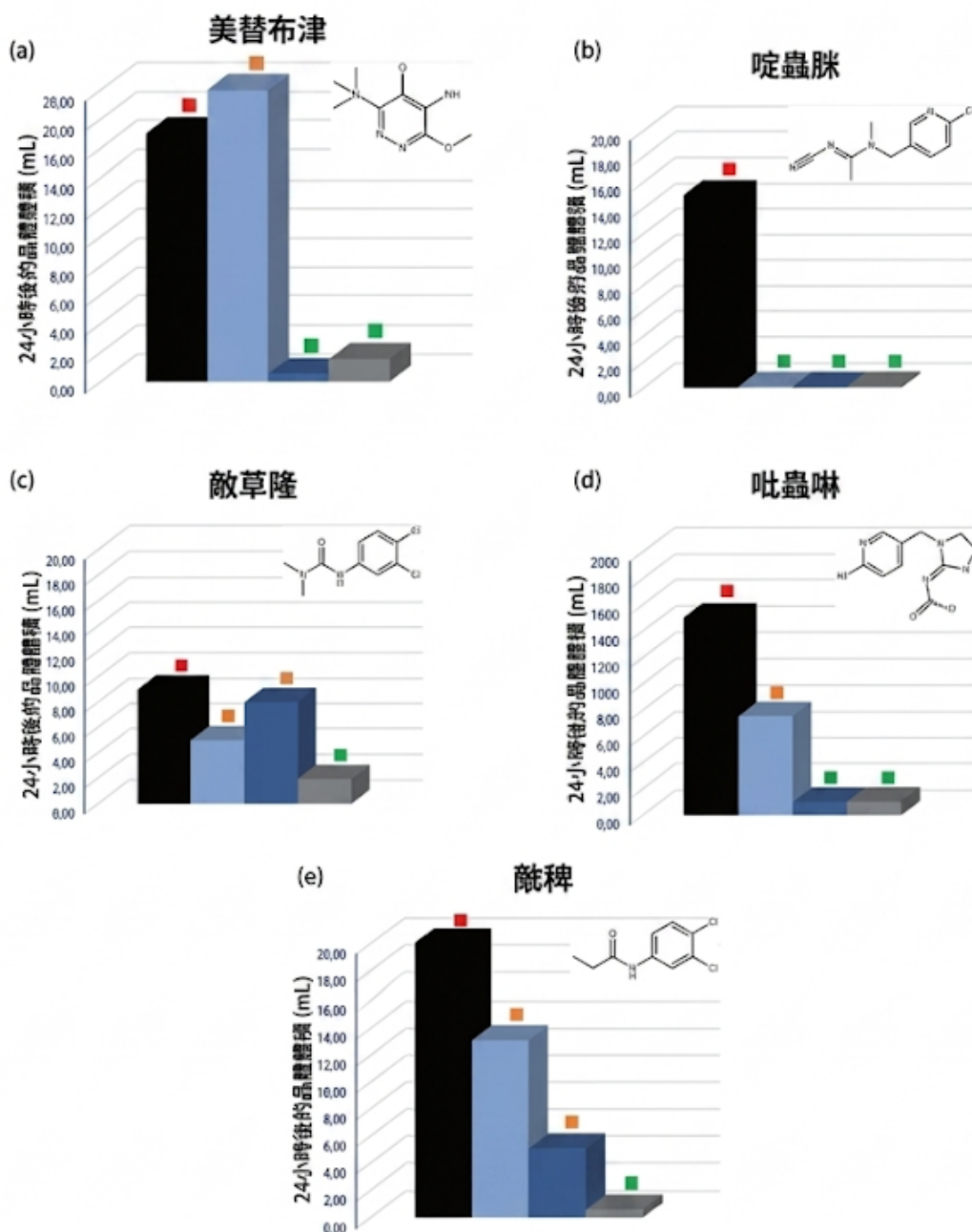


圖 2：過飽和測試溶液在 24 小時後的結晶體積：(a - 美替布津，b - 啞蟲脒，c - 敵草隆，d - 吡蟲啉，e - 敵稗)。

安鋒實業股份有限公司

台中市南屯區工業區 24 路 29 號 TEL：886-4-23501155（代表） FAX：886-4-23507373
E-mail：anvictor@ms45.hinet.net 網站：www.twanfong.com

結晶。相比之下，相同濃度 (0.5% w/w) 的參考物質雖然也通過形成混合形貌減少了結晶，但效果較差。例如，吡蟲啉 (Imidacloprid) 仍表現出 7.5 mL 的高結晶體積。在 Metribuzin 上的觀察尤其值得注意，添加 0.5% (w/w) 的參考產品不僅未減少結晶，反而促進了成核，將結晶體積從 17.0 mL 增加到 25.0 mL。由此產生的形貌是針狀和點狀結晶的混合物，表明其對結晶穩定起反作用。

只有當參考物質濃度增加到 4.0% (w/w) 時，結晶體積才顯著減少，並過渡到更理想形貌。然而，即使在這個提高的水平上，其性能也僅與 LUCRACHEM® CSG 相當，甚至略遜一籌，這突顯了 LUCRACHEM® CSG 卓越的功效和配方效率。在評估的第二階段，LUCRACHEM® CSG 在高負載懸浮劑 (SC) 配方中進行了測試，以評估其在應力條件下的穩健性。

在 54°C 下進行 2 週熱儲存測試前後，測量了關鍵配方參數——粒徑分佈和懸浮性。結果證實，LUCRACHEM® CSG 保持了穩定的粒徑和優異的懸浮性，未觀察到顯著的凝集或沉澱。這證明了該添加劑的熱穩定性及其確保高濃度配方長期物理穩定的能力。

與空白和 4% w/w 參考產品相比，LUCRACHEM® CSG (0.5% w/w) 在 Metribuzin 600 SC 中表現出顯著更快、更有效的粒徑縮小。60 分鐘後的最終 D90 值為 8.19 μm ，證實了其強大的

表 2：Metribuzin 600 SC 配方

產品	功能	含量 % (w/w)
Metribuzin 95%	活性成分	55.49
LUCRAMUL® SPS 16	分散聚合物	3.00
LUCRAMUL® AG 131 90%	潤濕劑	1.11
LUCRACHEM® CSG	結晶保護劑	0.50
LUCRAFOAM® S 06	消泡劑	0.13
LUCRACHEM® VIS 6 (10% aq.)	流變改性劑	10.00
1,2-丙二醇	抗凍劑	5.00
水	載體	26.27

表 3：Metribuzin 600 SC 配方性能

參數	空白配方	+ 0.5% w/w LUCRACHEM® CSG	+ 4.0% w/w 參考品
外觀	白色分散液	白色分散液	白色分散液
54°C 儲存 2 週	高黏度、觸變性	優異黏度、質地光滑、穩定	黏度增加、觸變性
0°C 儲存 1 週	穩定	穩定	穩定
分散穩定性和再分散性 (CIPAC MT 180) 1% 噴霧混合物			
1 小時後分離	1.0mL	0.1mL	1.0mL
24 小時後分離	20mL	8.0mL	15.0mL
1 小時後沉澱	0.1mL	0.1mL	0.1mL
24 小時後沉澱	0.5mL	0.1mL	0.5mL
重新均質所需 旋轉次數	20	10	32

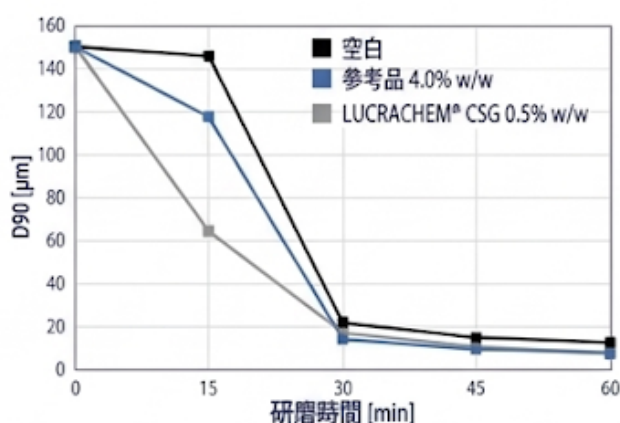


圖 3：研磨對 Metribuzin 600 SC 粒徑縮小的影響

安鋒實業股份有限公司

台中市南屯區工業區 24 路 29 號 TEL：886-4-23501155（代表） FAX：886-4-23507373
E-mail：anvictor@ms45.hinet.net 網站：www.twanfong.com

技術與產品

在低劑量下也具有優異的分散性能和研磨性能。LUCRACHEM® CSG 在所有關鍵參數上都優於參考產品——實現了更高的懸浮性、更小的粒徑和更好的長期穩定性。
值得注意的是，它在僅 0.5% (w/w) 的劑量下就實現了這些結果，而參考產品需好於參考產品需要八倍的劑量才能達到可比的性能。

減少咖啡環效應

LUCRACHEM® CSG 在極小化咖啡環效應（農化應用中液滴乾燥時常見的挑戰）方面表現出明顯優勢。
通過增強粒子穩定性並促進乾燥液液滴內的均勻分佈，LUCRACHEM® CSG 實現了更均勻的噴霧沉積。

相比之下，空白（無添加劑）和參考配方都表現出明顯的環形形成，表明穩定效率較低且活性材料在乾燥前沿沿重新分佈較差。

這些結果進一步確認了 LUCRACHEM® CSG 在改善沉積質量方面的作用，這可能有助於提高在改善沉積質量方面的作用，這可能有助於提高生物有效性和田間表現。

結論

LUCRACHEM® CSG 已被證明是一種高效且多功能的晶體生長抑制劑，適用於多種活性成分。在僅 0.5% (w/w) 的低添加量下，它提供了優於需要八倍劑量的參考添加劑的性能。除了強大的結晶控制外，LUCRACHEM® CSG 還有助於：

表 4：Metribuzin 600 SC 在儲存前後的懸浮性和粒徑。

參數	空白配方	+ 0.5% w/w LUCRACHEM® CSG	+ 4.0% w/w 參考品
懸浮性 (%)	90.0	91.5	90.5
懸浮性 (%), 54°C 儲存 2 週	83.5	86.3	85.7
粒徑 d90 (μm)	9.99	8.19	8.04
粒徑 d90 (μm), 54°C 儲存 2 週	16.18	14.01	17.5

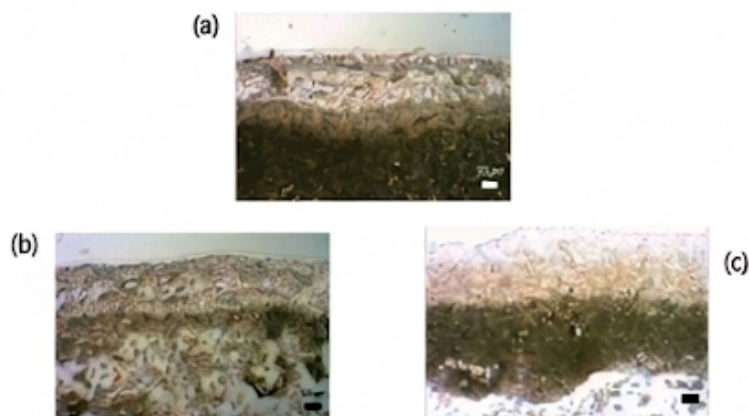


圖 4：(a) 空白配方，(b) 含有 0.5% w/w LUCRACHEM® CSG，和 (c) 含有 4.0% w/w 參考產品的光學顯微鏡圖像。

- ◆ 增強活性成分在水系統中的分散性
- ◆ 改善配方過程中的研磨效率
- ◆ 長期儲存穩定性，即使在高溫條件下

這些特性使 LUCRACHEM® CSG 成為開發堅固、高性能農化多功能解決方案的經濟型選擇。

REFERENCES

1. Mulin JW. Crystalization, 4th ed. Butterworth-Heinemann, 2001.
2. Tadros TF. Suspension Concentratex Preparation, Stability and Industrial Application. De Gruyter, 2017.