

植物生物刺激素：氣候變遷下的作物韌性與農業健康的解方

林育萱（財團法人農業科技研究院 農業資材與加值研究所所長）
葉侑橋（財團法人農業科技研究院友善資材組助理研究員）

前言

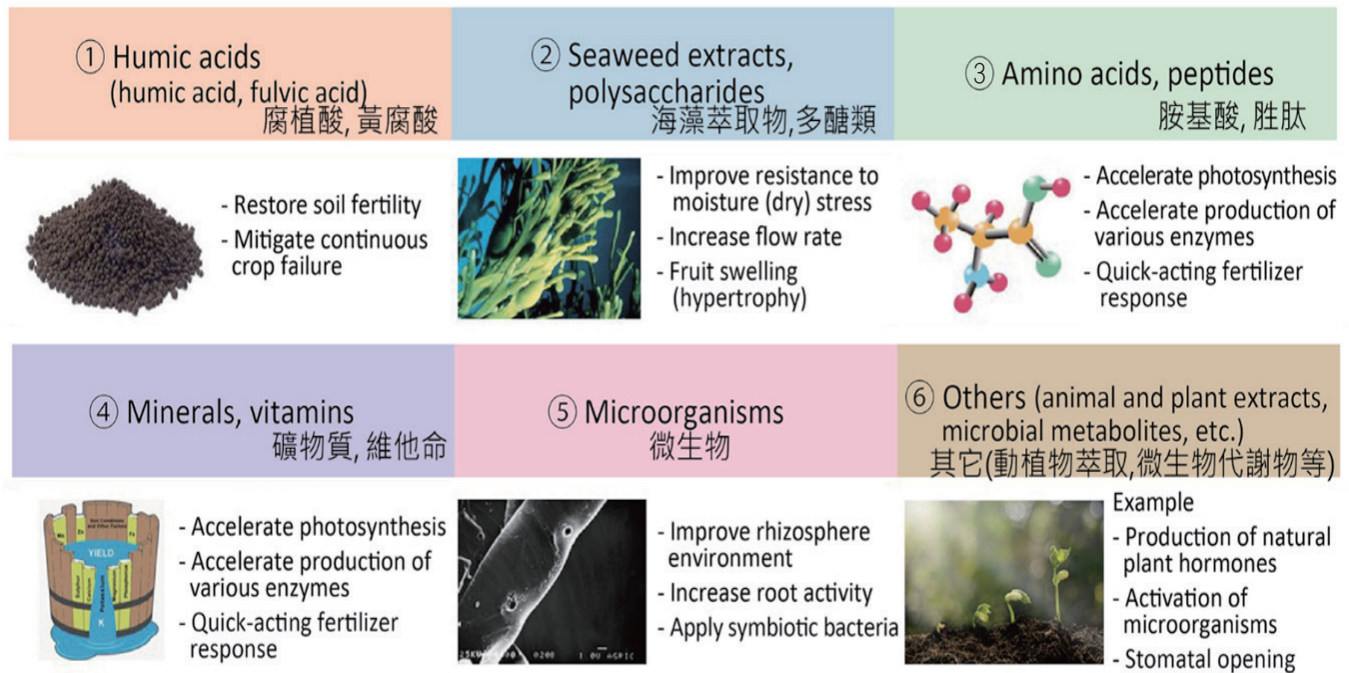
氣候變遷引發的極端氣候（乾旱、高溫、淹水、寒流及冰雹等）已成為農業生產的嚴峻考驗。依據 2024 年國科會與環境部共同發表的科學報告，臺灣未來將面臨「年總降雨量雖增但乾旱期拉長」、「強降雨頻率提升」及「颱風減量但規模劇增」的複合性風險，生產不確定性大幅攀升。回顧農業史，人類為滿足糧食供應需求，持續優化生產模式：從人力、畜力轉向 AI 智慧農業；蔬果品質提升育種技術，從傳統雜交演進至精準與數位育種；並由露天栽培轉向溫網室栽培；操作則從慣行農法逐步轉為產銷履歷、有機生產及各種對土地友善的永續生產農法。然而，面對極端天氣變異的影響，上述手段與生產模式往往「緩不濟急」，且「農業生產沒有萬靈丹」。為了在不完全依賴化學製劑肥料的前提下穩定生產，過往非屬傳統肥料定義的資材「植物生物刺激素（劑）」因應而生。更因其資材來源為天然物質，僅需少量使用即可強化作物生理韌性、提升抗耐逆境能力並優化品質，成為當前對抗極端氣候、實踐永續農業的關鍵利器之一。

何謂植物生物刺激素（劑）

歐盟是全球最早定義並規範「植物生物刺激素（劑）(Plant Biostimulant)」的經濟體，於 2024 年，歐盟正式將其納入肥料管理框

架，開放符合其物質規範 (CMC) 與功能聲明 (Claim) 的產品進行登記。常見物質（圖一）包含以腐植酸、胺基酸、礦物質、有機酸及小分子調節物等非生物轉化物質最常見，次之為各種植萃物。歐盟管理實務採用兩段式合格評定方式（圖二），申請時須提交詳盡的原料資訊、產品配方及其他支持文件，但與傳統肥料不同，並非以其主成分含量為登記基準，而是必須通過歐盟認可的第三方機構驗證，針對以下四種功能聲明進行登記：(1) 提高營養利用效率 (Nutrient Use Efficiency, NUE)、(2) 增強對非生物逆境耐受性 (Tolerance to Abiotic Stresses)、(3) 提升作物品質 (Crop Quality Traits) 與 (4) 改良土壤或根際養分的可利用性 (Soil/Rhizosphere Nutrient Availability)，另外尚需附上製造廠商產品控管文件後方可向官方登記，以取得 CE 認證。目前臺灣肥料法規尚未正式納入「植物生物刺激素（劑）」品項，相關管理規範仍在研議中。雖然歐美產製商品已廣泛流通，但現階段受限於法規，多以下列名義登記，如（進）字號雜項液態肥料、免登記植物保護資材（大型藻萃取液）與植物生長輔助劑 - 腐植酸。此類產品僅以其登記品項宣傳販售，無法以植物生物刺激素（劑）的功能聲明進行推廣。而此類產品備受國際重視的主要原因，主要基於其可視為因應氣候變遷提升作物耐非生物逆境與韌性農業之永續解方；另則因其有助於促進植物生長與

產量穩定更間接支持全球化學肥料減量之永續農業政策，以下將針對上述功能效益進行介紹。



圖一、植物生物刺激素(劑)常見來源物質種類。(圖片引用來源網址：<https://group.nagase.com/viita/en/sustainability/partnership/03/>)。

✓ 兩段式合格評定方式

第三方驗證機構(notified body)進行產品型式檢驗

- 產品配方說明(如成分清單)
- 原始材料(raw materials)資訊
- 協調標準(harmonized standard)清單 (如CEN/TC 455)
- 檢測報告(含聲明claims證明)
- 產品樣品
- 其他支援文件

製造廠商(manufacturer)進行內部產品控管

- 監控以確保產品符合核准的類型
- 透過加貼 CE 標誌及提供合格證書進行產品自我認證



✓ 官方登記取得登記編號

- 取得合格評定必要文件後向官方申請登記

圖二、歐盟管理植物生物刺激素(劑)採用兩段式合格評定方式進行登記申請。

圖片引用來源網址：(1)<https://econatur.net/en/news/e-plus-obtains-european-union-biostimulant-registration/> (2) <https://www.plantosys.com/en/products/ds-lime>

植物生物刺激素（劑）提升作物耐溫度逆境之能力

提升作物耐高溫逆境能力最根本辦法為透過選育更耐溫度變化且保有強生長勢與生育表現的新品種，但其研發動輒數十年，研發腳步實則緩不濟急，難以應對當前頻發的寒流與熱浪。全球農業栽培無不積極尋找各種可能的解方，也因此發掘到先前於農業操作常被應用的天然材料粗萃物質如大型海藻萃取液的施用效果，早期雖無法完全驗證並分析其中特定物質成分及其學理機制，但實證發現施用後的植體在極端高溫下受損程度明顯減輕，而此效益又非傳統肥料的應用認知，學研界也因此對其產生興趣並著力於探討相關的學理及效益。隨萃取技術進步，現已能透過高純度植萃精準輔助作物生產，以肥份而言其表現並無優異之處，而其施用後可促進或維持作物在逆境下的生長狀態，使其在市場上保有一席之地。以大型海藻萃取物 (seaweed extract) 而言，其富含海藻多糖 (如 alginate、fucoidan)，可穩定葉片光系統活性，降低 ROS 自由基累積。在高溫期，可維持生殖生長器官正常發育與穩定著果率；另一類如胺基酸與胜肽類，其具小分子特性，可調節細胞滲透壓，穩定蛋白質與細胞膜穩結構，形成一道保護屏障，減緩植物體受高溫逆境之影響程度。然而在不同地區與作物別遭受到溫度逆境的風險與頻度各異，目前耐逆境策略已朝向多元整合發展，可區分為短時或長期的逆境應對策略，透過不同植物生物刺激素（劑）來源種類混合施用與不同生長期之施用，配合肥料施用策略，提供更多應對劇烈氣候的策略，進而提升農業生產的永續性

與競爭力。

植物生物刺激素（劑）在淹水逆境下之潛在保護作用

臺灣屬於高溫多濕環境，農業常面臨強降雨造成不同程度的淹水危害如積水、半淹與滅頂等，以及連續降雨導致蒸散效率低下的「假性淹水」挑戰。部分植物生物刺激素（劑）可減緩傷害程度或維持葉片相關胞器正常運作，如植萃物，含有甜菜鹼、多糖等，能有效穩定細胞膜與葉綠體結構，減少因淹水導致的葉綠體破裂，顯著減緩葉片黃化，並於逆境解除後，能迅速帶動新葉萌發；如胺基酸類，可透過調節植體細胞滲透勢來穩定細胞膜與蛋白質，同時降低 ROS 自由基累積，此類資材適合在淹水前預防性施用，或災後第一時間作為減損手段。其他物質如殼聚糖 (Chitosan) 等，研究顯示可啟動防禦與抗氧化訊號，提前誘導逆境相關基因表達並增強細胞壁結構。針對易淹水時期或地區，可做為常態的耐逆境強化手段。部分植物生物刺激素（劑）具有誘導抗逆境的效用，使用者需密切監控植體養分供給與果實品質變化。淹水後轉晴的大太陽曝曬 (驟晴) 為致死關鍵，植體易因水分蒸散不及造成缺氧而急速萎凋死亡，淹水後施用腐植酸則可促進新根生成，重建根系吸收功能，對於受損植體的回復具有顯著效益。

植物生物刺激素（劑）提升養分利用效率與生長潛力

植物生物刺激素（劑）的核心價值並非直接來自於養分的提供，而是提高植體的養分

利用效率 (Nutrient Use Efficiency, NUE)。不同類型的資材可透過多元機制強化植體的生產表現：

- ◆海藻萃取物：促進細胞分裂與提高光合作用效率。透過葉面施用可促使葉綠素含量提升，並擴大葉面積，進而加速同化產物累積。
- ◆胺基酸類與胜肽：可節省植體合成胺基酸的能源成本，直接促進蛋白質合成。特別適合應用於新梢生育期、移植或修剪後的恢復期，提供快速生長所需的能源。
- ◆腐植酸類：透過促進地下根部良好發育，誘導地上部展現強健生長勢。
- ◆植萃物或是醣類物質：透過多樣化的生理調控，對於養分利用效率具提升效果。

植物生物刺激素(劑)的使用並非「以量取勝」。透過第三方單位功效驗證後的推薦方法精準施用，即可有效促進生長效益，應用的CP值大為提升。過去仰賴大量化肥與高頻度地防治手段進行栽培管理，常導致土壤鹽鹼化與環境劣化等問題。改採用植物生物刺激素(劑)策略，能有效提高植體養分利用效率、促進生長表現，並降低化肥與農藥需求。這不僅能穩定土壤肥力，更可避免因過量化肥殘留，在環境保護與產量穩定之間取得平衡，實現真正的永續農業生產模式。

結語

植物生物刺激素(劑)向來被視為肥料類小眾品項看待，身處於化學肥料當道年代並不受大眾矚目，但近年在有機農業、環境友善耕

作方式及生態平衡等農業操作推倡之趨勢下，如何兼顧消費者對園產品需求且仍可抵抗劇烈天氣變化影響下穩定生產成為一門重要的學問。臺灣目前對於植物生物刺激素(劑)商品尚未有明確管理規範，但透過先驅者歐盟所設立管理法規，可了解到其背後的應用潛力與市場，更由於各地環境差異甚大，臺灣應用植物生物刺激素(劑)仍需依照種植作物特性與科學實證驗證方能有效落地。期待未來可透過施用此類產品，在提升產量的前提下更有效率進行栽培管理操作，依作物狀態與氣候條件調配植物生物刺激素(劑)、肥料與農藥的合理使用方法，讓務農者與土地有一個更友善健康且更有韌性的生產未來。

參考文獻

1. Shukla, P. S., Mantin, E. G., Adil, M., Bajpai, S., Critchley, A. T., and B. Prithiviraj. 2019. *Ascophyllum nodosum*-based biostimulants: Sustainable applications in agriculture for the stimulation of plant growth, stress tolerance, and disease management. *Frontiers in plant science*, 10, 462648.
2. Beneduzi, A., Ambrosini, A., and L. M. Passaglia. 2012. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): their potential as antagonists and biocontrol agents. *Genetics and molecular biology*, 35(4 suppl 1), 1044-1051.
3. Du Jardin, P. 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia horticulturae*, 196, 3-14.