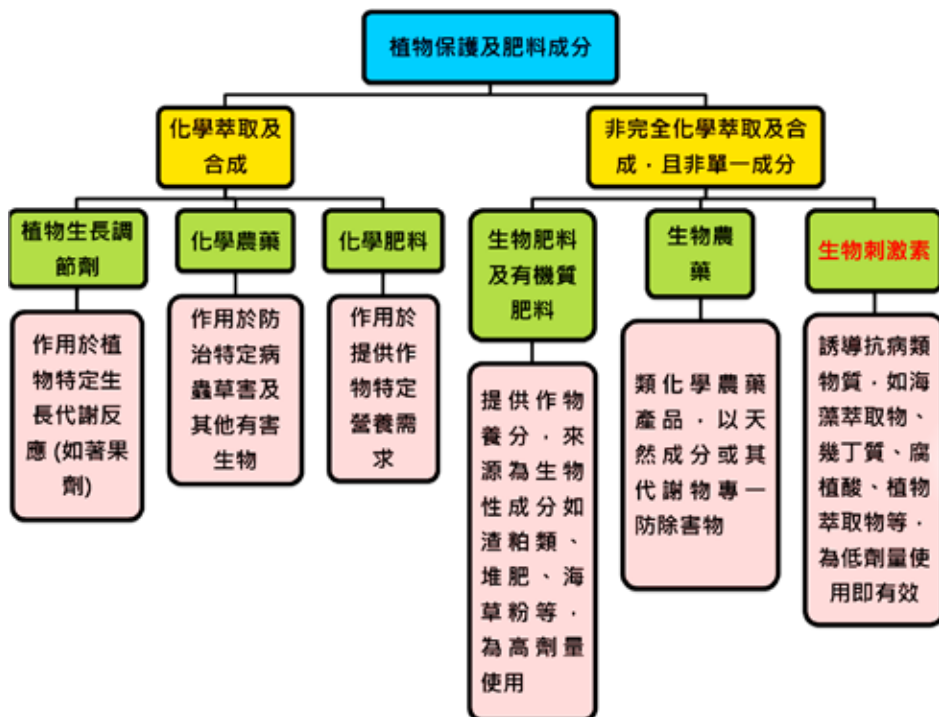


# 生物刺激素－提升植物免疫力的新素材



作者：蔡濰安 助理研究員、  
翁崧夏 研究助理、  
謝佳珉 研究助理、  
邱智迦 研究助理  
作物環境課  
植物保護研究室  
電話：(03) 852-1108 轉 3605

## 前言

植物無法像動物一般在遇到病蟲害、極端溫度、乾旱淹水等不良環境時以移動或啟動免疫反應等方式避免受到威脅；然而，為了能夠順利延續後代，植物並非就此放棄。在長期與環境中的生物及非生物接觸下，植物共同演化出多種抵抗逆境的模式，例如特殊構造之形成以及生化防禦之啟動等。

在逆境侵擾時，植物多是以適當的辨識後啟動生化防禦系統，如植物防禦素(phytoalexin)、其他酚化物或蛋白質等，阻止病害或其他逆境對其造成不可逆的傷害。近年來亦發現一些天然來源之化學物質、人工合成

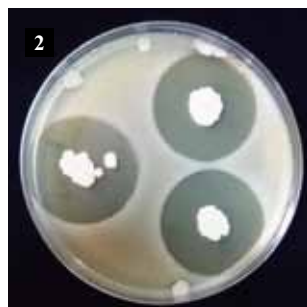
之化學物質以及土壤有益微生物可誘發植物系統性抗性 systemic acquired resistance (SAR) 及 induced systemic resistance (ISR)。上述可誘導植物抗性的物質，只要來源為天然而非人工合成；已被確認無安全疑慮；可調節植物賀爾蒙、代謝反應以及抗病基因表現進而提升農作物產量，且不屬於肥料或是農藥者，目前部分國家將其獨立出並歸類為生物刺激素(Biostimulants) (圖 1)。

## 生物刺激素來源及主要成分

生物刺激素的原料為自然界中環境代謝率高或人體接觸風險低的成分。大致可分為細

表、生物刺激素已被研究的主要來源及成分 (Yakhin *et al.*, 2017)

原料	製程方式	主要有效成分	功效
細菌	培養、水解、發酵	生長激素類、胺基酸、寡糖類、寡鏈多肽類、脂多醣、褪黑素	增加發芽率 / 生長勢 / 產物品質 / 產量
真菌	培養、發酵、冷凍乾燥	胺基酸、碳水化合物、幾丁質、蛋白質、核酸、聚葡萄糖醛酸、細胞分裂素、生長激素類、胞外多	增加發芽率 / 生長勢 / 開花數 / 產物品質 / 產量
藻類	酸鹼萃取、水解、破細胞技術、酵素分解萃取、發酵、溶劑萃取、超臨界萃取、超音波震盪萃取	離層素、多種生長激素、細胞分裂素、甘露醇、褪黑素、礦物質、脂質、磷酸鹽類、多醣類、蛋白質、固醇類	增加發芽率 / 生長勢 / 開花數 / 產物品質 / 產量 / 促進新梢生長 / 刺激植物生長 / 刺激根毛生長
植物萃取物	酸鹼萃取、水解、破細胞技術、酵素分解萃取、發酵、微波萃取、乙醇萃取	胺基酸、生長激素、碳水化合物、細胞分裂素	增進氮同化作用、抗高鹽逆境、促進光合作用、促進能量轉換、增加葉片氮含量、改變固醇類和萜類物質組成、提升植物抗逆境能力
動物性原料	水解、酵素分解	金屬離子、脂肪、胺基酸、多肽、蛋白質、短鏈胜肽	提升植物營養吸收、改變植物賀爾蒙含量、調節植物生長、加速光合作用速率、提升耐熱 / 耐寒 / 耐旱逆境、刺激有益微生物生長
腐植酸類	熱化學萃取法	胺基酸、纖維素、半纖維素、醣類、鉀鹽、木質素、多酚類、植物荷爾蒙	活化植物生長勢、增加生長勢 / 產量



菌類、真菌類、藻類、植物萃取物、動物性原料以及腐植酸等(表)。早期，因微生物肥料被發現具促進植物根系吸收養分的能力，進而有多種以微生物或微生物代謝物(圖

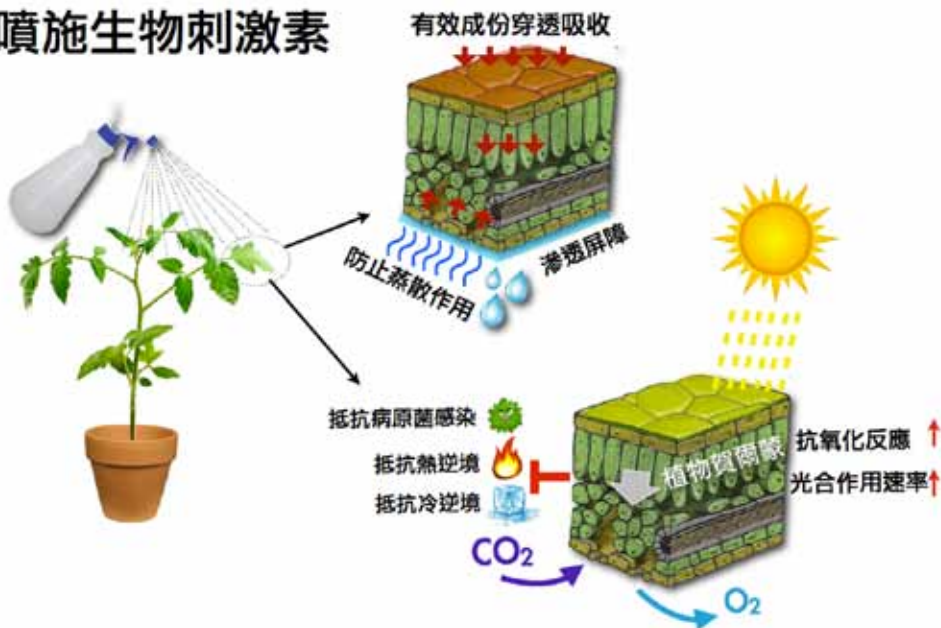
2) 所製成的生物刺激素被廣泛研究。芽孢桿菌(圖 3) 和固氮細菌乃微生物類生物刺激素之大宗，兩者皆容易取自於自然界土壤或植物體內；然而，雖然已有多種微生物被發現具有誘發植物抗性的能力，卻因製程成本過高，與功效不成正比，導致目前少有微生物類生物刺激



- 1 2017 年國外期刊論文 (Yakhin *et al.*, 2017) 對生物刺激素設定之分類地位
- 2 芽孢桿菌菌落型態
- 3 微生物發酵液發酵過程及裝置

4

## 噴施生物刺激素



素商品化產品。相反的，藻類萃取物因原料取得成本較低，又明顯具有增強植物抗逆境及抗病之能力，因此成為目前多數商業化專利產品之主要成分。部分產品宣稱可作為果實轉色前驅物 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) 及促進細胞分裂之 isopentenyl adenine (iP) 和 benzyladenine riboside (BAR) 等植物生長調節劑。褐藻中含有的植物賀爾蒙，主要分為三類：生長素 (auxins)、細胞分裂素 (cytokinins) 和吉貝素 (gibberellin)，皆為重要之植物生長調節劑 (plant growth regulator, PGR)。另外，褐藻細胞壁中有一種多醣成分 - 海藻酸，亦可提高土壤微生物活性，且對於植物根部生長有多項益處，包括抗環境壓力和促進作物吸收養分。目前多數產品是利用被打撈清除之漂流褐藻，取海洋產業之廢棄物用於農業，實屬永續農業的一大福音。

### 生物刺激素作用機制

生物刺激素的相關研究已有幾十年，但仍有許多未知的作用機制，主要原因在於生物刺

激素的來源及製程使產品呈現一種同時有多種有效化合物存在且不可分割的狀態。雖然機制複雜，但可大略分為直接影響作物及間接影響作物 2 大群，其中，間接影響者是經由影響根圈有益微生物來達到提升作物抗性的效果，而直接影響者在 2017 年 *Frontiers in Plant Science* 摘錄之文章 (Yakhin *et al.*, 2017) 將其作用分成三個重要的階段 (圖 4)。

#### 一、有效成分穿透及移行於植物體

植物表皮主要功能在於防止體內水分蒸散，但同時也成為一個滲透屏障，防止外部的水和溶質隨意進入植物細胞組織。因此，為了可成功滲透進入植物體內，生物刺激素活性成分的分子量大小和親疏水性成為其是否可發揮作用的關鍵因素。

#### 二、調控賀爾蒙及訊息分子

活性物質就像鑰匙一般，在進入植物組織後，會辨識到植物特定的鎖，並開啟一連串反應來促進植物生長或提高其對逆境的抵抗力。

即使不同生物刺激素所啟動的代謝反應差異很大，它們都是藉由誘導植物賀爾蒙進行後續基因的表現及代謝反應的調控。以前述的藻類萃取物以及腐植酸為例，其活性成分即包含類似植物賀爾蒙的化合物和多醣類，前者被植物吸收後，常會促進植物體重新合成該賀爾蒙；而後者則會成為植物賀爾蒙生合成的一個活化劑，進而影響植物體內特定賀爾蒙的量。

### 三、影響植物代謝反應

植物代謝反應有多種，其中已經被證實可被生物刺激素誘導來抵抗逆境的反應為抗氧化反應、光合作用效率提升以及減緩老化，而不同來源的生物刺激素產品常常會造成相似的促進效果，均具有提升農作物產量的效能。

### 國外生物刺激素產品以及臺灣類似產品簡介

根據 2011 年歐盟生物刺激素產業協會 (European Bio-stimulants Industry Council, 以下簡稱 EBIC) 的研究，歐盟執行委員會 (European Commission) 於 2016 年修訂肥料

法規草案，將生物刺激素納入肥料管理範圍，並單獨列為一類產品，促進產品的登記成本降低。目前國外類似產品依 Yakhin 等人 2017 年歸納後，主要為美國、加拿大、俄羅斯、義大利和北歐等地區生產，大多為藻類、植物萃取物以及動物性原料等 (圖 5)，多數產品內含不止一種有效成分，效果多為增進作物生長勢、產量、品質以及抗逆境能力。雖然本國未直接規範生物刺激素的產品，但仍然有類似的產品可供農友選擇。其中一群是目前進口及自行製造的產品，認定具高安全性，在本國主要將其歸類為免登記植物保護資材 ([https://pesticide.baphiq.gov.tw/web/Insecticides\\_MenuItem2\\_3.aspx](https://pesticide.baphiq.gov.tw/web/Insecticides_MenuItem2_3.aspx))，產品類型主要分為大型褐藻萃取物和甲殼素；而另一群則是規範於肥料登記的植物生長輔助劑 - 腐植酸。而在病害防治和提高作物對逆境耐受性上，本國亦有一些研究實例，例如臺中農改場研發出利用天然微生物發酵的「甲殼素合劑」，對瓜果類白粉病 (圖 6) 的防治效果極佳；而本場研究亦發現一些植物萃取物有提升作物抵抗白粉病 (圖 7)、高溫環境 (圖 8) 以及刺激作物生長 (圖 9) 的能力，對農友而言，皆具有作物管理上的應用潛力。

5



4 生物刺激素作用於作物的重要機制

5 歐洲生物刺激素產品



### 結論及未來展望

目前歐洲各國生物刺激素產品的登記要件仍然不甚明確，根據 Torre 等人於 2016 年的統整報告指出，產品登記所需要要件最完善者為捷克，除藥效測試報告外，成份分析、安全報告書、作用機制、分析方法、標籤指示和分類指示皆需要提供給當局審核；其他國家如德國、義大利、斯洛伐克、荷蘭、西班牙等其他歐洲國家，審理要件要求皆不完全一致。如今，歐盟會員國正朝著訂定生物刺激素產品之統一審理標準前進，目標未來可以明確分類生物刺激素，並與一般肥料產品分開且專一審核生物刺激素產品各專項安全性評估 (Safety requirements) 及效果檢測 (Efficacy data)。

由於過去農友常專注於單一問題的防範，忽略環境逆境如淹水、高低溫等問題可加重病蟲害的發生，經由生物刺激素的開發，農友可參考以相關的產品，改善植物的生理狀態和提升植物免疫系統，並實行於病蟲害的綜合管理。然而，因產品作用機制的差異，未來農民



需依作物和土壤狀況選擇正確合適的產品，才能達到理想有效的管理方式。生物刺激素勢必成為未來作物管理的一環，並扮演農業循環經濟的重要角色。🌱

- 6 高等植物萃取物處理後可減少白粉病發生
- 7 南瓜白粉病初期黃斑病徵
- 8 高等植物萃取物處理後可增加植株耐熱性
- 9 高等植物萃取物處理後刺激植物生長