

植物生長調節劑簡介

蔣慕琰、袁秋英

農業藥物毒物試驗所 公害防治組

- 一、銷售量、施用面積及作物類別之藥劑使用
- 二、藥劑之生物活性類別及代表藥劑
- 三、植物生長調節劑使用之重要觀念

一、銷售量、施用面積及作物類別之藥劑使用

1970年代初期本省正式有生長調節劑之登記。到2003年為止，總登記之植物生長調節劑有34種，以單劑為主，僅1種混合劑。2001年台灣生長調節劑之總銷售量約為100公噸，低於全部農藥用量之1.8%。

目前植物生長調節劑登記用於水稻、雜作、蔬菜、果樹、花卉等21種不同之作物。其中梨、葡萄、鳳梨、菸草均有多種生長調節劑登記使用，但栽培面積少之次要作物，如大多數之蔬菜、花卉觀賞、藥用植物，則僅有少數或完全無登記生長調節劑可用。雖然此類藥劑登記使用之作物種類較少，使用之劑量極低，且於每栽培季使用次數多為1次，但對於促進作物生長發育、開花結實及產期調節具特殊功能。使用較多之生長調節劑為勃激素、抑芽素、治芽素、移植生長素及益收生長素。

二、藥劑之生物活性類別及代表藥劑

(一)生長素類(auxin)

1920年以後即有此類藥劑上市，最早期應用於扦插苗的發根，後續使用於抑制落果、落花、促進開花、蔬果及增加產量，可區分為indol、naphthalene acids、chloro-phenoxy acids、benzoic

acids及picolinic acids 5類化合物，皆具有生長素之生物活性。生長素一般於植物體內之生理作用包括：促進細胞生長、延緩葉片老化、抑制側芽生長、促進果實生長、著果及延緩果實後熟等特性。

臺灣目前有萘乙酸鈉(naphthaleneacetic acid,NAA)、吲哚丁酸(indolebutyric acid,IBA)、番茄生長素(4-chlorophenoxyacetic acid, 4-CPA)及果收生長素(atonik)等4種藥劑。發根劑是以浸漬、塗抹或噴施於土表處理，由於吲哚丁酸不易被傳導和移動，誘導發根效果較佳。番茄生長素以噴施或浸漬花穗處理，高溫施藥劑量宜降低，用藥過量易形成畸型果。

萘乙酸鈉

屬於naphthalene acids類化合物，台灣最早由日本石原公司登記，起於1982年，目前取得登記證有商品名稱者10種—早生果(全臺)、美旺果(中國農化)、移植旺(石原)、栽培旺(久農)，分別製成0.02、0.4%粉劑、5%片劑及22、98%可溶性粉劑等5種劑型。此藥劑略溶於水(420 mg/l)，不適用於強光下噴施，急性毒低(對白鼠之口服半致死量大於1,000 mg/kg)，施用時避免接觸眼睛及皮膚。

0.02% 移植生長素粉劑稀釋1,000-2,000倍，適用於第1期作梗稻種子浸種，及甘藍、白菜、番茄移植苗根部浸漬促進發根，或以稀釋2,000倍藥液於移植前2天噴

施於土表(5公升/平方公尺)。0.4 % 移植生長素粉劑適用於葡萄插穗之塗抹(100-200枝/10公克)。5 % 茶乙酸鈉片劑稀釋150-200倍，於開花當天塗抹於雌花柱頭上，可促進南瓜結果及提高產量。22 % 溶劑者稀釋1,000倍，於梨果實成熟前2週均勻噴施1次，可防止落果增加收成，但不可重複噴施，以免防礙果肉成熟。98 % 可溶性粉劑者稀釋10,000倍，於鳳梨果實成熟6-10週前施藥(20 ml/果)，可防止果梗腰折、增加果重、延遲成熟期及調節產期，此藥劑僅適用於發育較差之鳳梨園，只可施用1次，否則易生病果及抑制吸芽、裔芽之發育。

果收生長素

有效成份為 sodium-o-nitrophenol , sodium-p-nitrophenol , sodium-2,4-dinitrophenol 及 sodium-5-nitroguaiacol，具有類似植物生長素之生理作用。臺灣最早由洽益公司登記於1979年，目前取得登記之商品名稱有17種，包括果收生長素(省農會農化廠)、保豐收(日農)、喜多收(興農)等，劑型為1.95 % 溶液。此藥劑易溶於水，以稀釋6,000倍劑量，於胡瓜開花前均勻噴施於葉面2-3次，可促進植物生長速率、果實發育及防止落花落果。

(二)細胞分裂素類(Cytokinin)

細胞分裂素最早應用於促進葡萄著果(1966)。此類化合物之特性為具有促進細胞分裂之生理反應，於植體內可促進側芽、葉片

之生長及延緩葉片老化等功能。臺灣目前僅登記2種此類藥劑，福芬素(forchlorfenuron)及細胞分裂素(cytokinin)。

福芬素

臺灣最早由裕元公司登記於1994年，0.1 % 福祿滿多溶液為目前唯一登記之商品，不溶於水(0.11 g/l)，對眼睛具刺激性。此藥劑稀釋500倍，於洋香瓜開花前1日或當日，均勻噴施於雌花子房(2 ml/子房)，可促進洋香瓜著果，施用時不可與其他化學藥品混合使用，以免產生藥害。此藥劑稀釋200倍，於葡萄滿花後15-20日浸漬果房，可促進果實肥大，但於採收前10日需停止施藥。施藥後雨水淋洗會降低藥效。

細胞分裂素

臺灣最早由寶成公司於1998年登記，0.01 % 喜果精溶液為唯一之登記商品。此藥劑組成分為混合之cytokinin，大部份屬於類zeatin物質，易溶於水，稀釋50倍之藥液，於葡萄修剪後至萌芽前塗抹於結果母枝，或稀釋500倍藥液於展葉期及開花前5日，均勻噴施全株，可促進葡萄花穗生長及著果。

(三)勃激素類(Gibberellin)

於1957年最早應用於誘導2年生植物在短日與缺少低溫狀況下開花、打破馬鈴薯休眠及促進芹菜之生長。由植物天然合成之勃激素多達100餘種，所有之勃激素皆為diterpenoid acids，具有ent-

gibberellane環之基本構造。僅少數此類化合物(GA₁、GA₉及GA₂₀等)具調節生理反應之功能。勃激素對植物之生理作用包括：促進細胞分裂及生長、促進需低溫及光線的種子發芽、促進長日照植物於短日開花、促進著果及果實生長等。

化學合成之勃激素主成份多為GA₃。臺灣目前登記有單劑使用之勃激素(gibberellic acid)及混合藥劑之勃寧激素(gibberellin + 6-benzyladenine)，勃寧激素為勃激素添加 benzyladenine(cytokinin 類化合物)之混合藥劑，僅由亞培公司登記為3.6 % 新巨果，用於改善蘋果之果形及提高蘋果產量。

勃激素

臺灣最早由耘農公司於1981年取得登記。於本省使用相當普遍，商品名稱超過25種，包括新奇寶(亞培)、愛奇靈(惠光)、綠普(興農)及奇葩靈(光華)，有 2 % 溶液、2.7 % 糊狀劑、3.1 % 可濕性粉劑及 10、20 % 片劑5種劑型，此藥劑不易溶於水(0.5 %)，水解速率慢，但其鉀鹽或銨鹽化合物則易溶於水(5 g/l)，易被高溫分解，不可與鹼性化合物混合噴施。急性毒低(對白鼠之口服半致死量為1,000-25,000 mg/l)。

20 % 片劑、2 % 溶液及 3.1 % 可濕性粉劑之勃激素分別稀釋4,000、400及300-600倍，於菠菜及芹菜採收前3週，均勻噴施於葉面，可促進菠菜及芹菜生長，施藥時間以陰涼下午效果較佳。10

% 勃激素片劑稀釋3,000倍，於無子葡萄開花後6日浸濕果穗，可促進無子葡萄之生長及增加產量。

2.7 % 勃激素糊狀劑於梨盛花後30-40日，均勻塗抹於果梗(20-30 mg/果梗)，可促進果實成熟、提早採收期，勿使用過量或塗及果實以免發生藥害。

(四) 乙烯類(ethylene)

最早於1968年應用於促進鳳梨開花。目前臺灣僅有益收生長素(ethephon) 1種藥劑，最早由青山公司於1983年取得登記。商品名稱15種，包括益收生長素(日產、東鋒、寶稼)、益收樂(法台)、益收豐(青山)，有 39.5 及 80 % 溶液2種劑型。此藥劑易溶於水(1 kg/l)，可釋出乙烯氣體，乙烯對植物產生之主要生理作用為打破種子休眠、抑制莖的生長、促進莖部肥大、促進鳳梨開花、促進葉片、花及果實脫落、促進花及葉片老化、促進果實後熟等。

39.5 % 益收生長素可促進加工番茄、鳳梨、梨及葡萄果實之催色及催熟，此藥劑於不同作物之施用劑量及施藥時期皆不同，鳳梨使用劑量較高，於最早熟果成熟1週前噴施於果面(20 mg/果)，加工番茄以稀釋2,000-3,000倍劑量，於第4次採收後均勻噴施於全株，葡萄及梨之適用劑量較低(稀釋5,000-7,000倍)，益收生長素不可過早施用，可能造成果實減輕現象，施用劑量過高易引起落葉或落果，低溫高濕之環境下施用藥效較佳。益收生長素稀釋500倍亦可抑制菸苗徒長。

(五) 生長阻礙劑類 (growth retardants)

最早於 1960 年克美素 (chlormequat chloride) 即應用於抑制小麥的生長，防止倒伏及促使聖誕紅與菊花矮化。此類化合物由於造成勃激素生合成路徑之阻礙，主要作用為抑制莖的生長，稱為生長阻礙劑，主要分為 3 類：onium 類、含氮之異環化合物 nitrogen containing heterocyclic compounds 及 cyclohexanetrione 類化合物。臺灣目前登記之藥劑有克美素、巴克素 (paclobutrazol)、依納素 (inabenfide)、單克素 (uniconazole-p) 及得拉生長素 (kenbyo) 5 種。

克美素

屬於 onium 類化合物，臺灣最早由德信公司於 1980 年取得登記。商品名稱有美立精 (巴斯夫)、抑美素 (日產)、矮壯素 (全臺) 等 5 種，劑型為 69.3 % 溶液。急性毒 (對白鼠之口服半致死量為 883 mg/l)。

69.3 % 克美素以稀釋 1,500-3,000 倍劑量於葡萄萌芽後 20 日，均勻噴施於新柄枝葉及花莢上，可抑制葡萄枝條徒長及提高著果率。此藥劑以稀釋 200 倍劑量，於菊花定植後 3 週噴施葉面，並以稀釋 100 倍藥液灌注土壤 (100 ml/株)，可促進菊花植株矮化、增大花冠及增進花色。

巴克素

屬於含氮之異環化合物。臺

灣由捷利康公司於 1992 年申請登記，商品名為穩妥當及好採頭，分別為 10、23 % 水懸劑。23 % 巴克素稀釋 1,000 倍或加水 2 公升，於蓮霧及在來檬果大量抽新梢時，先以水灌濕土壤，再將藥液施於樹幹基部 30 公分方圓內。藥劑殘效期長，每年限用 1 次，以免藥害發生，且使用此藥劑之後，不可再使用其他抑制徒長之藥劑。

(六) 細胞分裂抑制劑類

臺灣目前主要抑制細胞分裂之生長調節劑為抑芽素 (maleic hydrazide)，於 1950 年即應用於抑制洋蔥貯藏期之萌芽。臺灣最早由正豐公司於 1979 年取得登記，包括抑芽素鉀鹽及膽鹼鹽 2 種。抑芽素鉀鹽之商品名稱有益農鉀素 (惠光)、抑芽素-鉀 (富農) 等 4 種，劑型為 21.7 及 30.2 % 溶液；膽鹼鹽之商品名稱有益能素 (庵原) 及美能素 (瑞穗)，劑型分別為 39 及 58 % 溶液。此藥劑急性毒低 (對白鼠之口服半致死量大於 5,000 mg/l)，具強眼刺激性。

21.7% 抑芽素鉀鹽溶劑及 58% 膽鹼鹽溶劑分別稀釋 24 及 60 倍，於菸草始花期摘蕊後噴施於菸株上部 (20 ml/株)，可抑制菸草腋芽發生，控制菸草品質，此藥劑應避免過早施用，以免影響菸葉品質，亦不可與其他藥劑混合施用，以免發生藥害。39 % 抑芽素膽鹼鹽溶液稀釋 100 倍，於蒜球開始採收前 10-20 日噴施於全株，可抑制蒜球貯藏期之萌芽。

(七) 其他生長調節劑

穫菱得 (dimethipin)、甯滿素

(cyanamide)、治芽素(fatty alcohols)、施得圃(pendimethalin)、加撲草(kayaethyl)。

三、植物生長調節劑使用之重要觀念

植物生長調節劑為一種於極低濃度即可影響植物生長及發育之化學物質，因此藥效與作物種類、施藥方式及環境因素皆具有密切之關連性。以藥劑濃度過高、施藥方法及時期錯誤，造成藥害之情況最為普遍，使用生長調節劑應考量之因素包括下列各項。

(一)作物因素

不同作物或同一作物不同品種，對生長調節劑的感受性不同，同一品種而不同生長勢、生長時期及植株部位，對此類藥劑之反應亦不同。一般花卉及蔬菜作物較果樹對藥劑敏感，如胡瓜、萵苣、桃子、葡萄等皆屬較敏感植物。實際上因作物種類差異造成藥害之主要原因為多種作物無推薦藥劑及正確使用方式，若完全仿照他種作物之施用濃度與方法，不一定適用而易造成藥害問題。

一般以花卉植物不同品種或品系間對生長調節劑之感受性差異大，杜鵑花某些品種對克美素較敏感；葡萄之義大利品種較其他品種敏感；蘋果幼齡植株不適用勃激素；梨樹結果過多，不宜噴施益收生長素，易造成落葉落果現象。

(二)藥劑因素

植物於生長發育期間，噴施生長調節劑，植體內生之各種荷爾蒙與此類藥劑產生協調及平衡關係，若藥劑使用錯誤，則產生失調現象，例如藥劑濃度過高，連續施藥皆易造成藥害。番茄噴施番茄生長素劑量過高，易產生果形變尖之畸形果。益收生長素使用濃度過高，椪柑易落葉、桃及李樹易產生早期落果及果實流膠，嚴重影響果實發育與品質。

(三)施藥方式

生長調節劑於噴施的方法、施藥時期、使用次數及施藥部位皆會影響藥效。施藥方法不同表示藥劑經由接觸、吸附再傳導至作用點的劑量不同。甘藍、白菜及番茄經由根部浸泡移植生長素之濃度宜較葉片噴施者低。正確施藥時期及藥劑使用濃度為影響藥效之重要因素，芹菜葉片噴施勃激素，太早處理會促進未熟抽苔，太晚處理效果不佳。洋蔥噴施抑芽素可抑制萌芽，處理太早則鱗球易腐爛。

生長調節劑使用之次數，依藥劑種類、作物對藥劑之感受性、藥劑於植體內之持續性，以及欲調節之目的具密切關連性。梨噴施茶乙酸鈉及葡萄噴施益收生長素，皆不可重覆施用，易造成葉片黃化及落果現象。一般而言，植株不同部位對藥劑的敏感度不同，生長點、幼葉、花朵較老葉及莖幹敏感，較易受傷害，益收生長素噴施葡萄催色催熟時，若新梢生長量少時，應減少施藥量，防止黃化及落葉。

(四)混合用藥

近年來由於農村勞力老化，工資昂貴，因此部份農民對於田間栽培管理採一貫作業混合施藥，以達省工之目的，然而混合使用之化學藥劑濃度可能過高，藥劑間亦可能產生降低藥效或增加毒性之化學變化，藥劑間適當之噴藥時期不易配合，因此任意混合用藥為近年藥害發生的重要原因之一。菸草施用抑芽素、治芽素及葡萄施用氰滿素，皆不可與其他農藥混合使用。如何安全及合理的混合用藥，仍有待相關研究機構的研發。

(五)溫度因素

影響植物生長調節劑之主要環境因素為溫度，番茄於高溫下噴施番茄美素或益收生長素，易造成果實燒傷及葉片黃化，因此適當的施藥時間應在清晨或傍晚。

(六)肥培管理之配合

蓮霧噴施勃激素可促進花果發育，但施肥不當造成花果發育太快，易形成裂果、著色不良、糖分降低等現象。